enerlan solutions

INGENIERÍA
ENERGÍA
MEDIO AMBIENTE
EDIFICACIÓN

# ADENDA Nº 9:

# PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA COMISARIA DE SESTAO

**20 de Diciembre 2019**

# PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA COMISARIA DE SESTAO

## CLIENTE: DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD DEL GOBIERNO VASCO

Leioa, 20 de Diciembre de 2019

# Í N D I C E

1. MEMORIA .....7

1.1 Introducción.....7

1.2 Objeto del proyecto de ejecución. .....8

1.3 Emplazamiento. .....8

*1.3.1 Coordenadas geográficas. .....8*

*1.3.2 Orientación e inclinación. .....8*

*1.3.3 Sombras. .....9*

*1.3.4 Sala de inversores. .....13*

1.4 Punto de conexión. .....13

1.5 Descripción de la instalación .....14

*1.5.1 Sistema de generación. .....14*

*1.5.2 Estructura de fijación y perímetro. .....17*

*1.5.3 Inversores. .....18*

*1.5.4 Protecciones .....20*

*1.5.5 Cableado. .....20*

1.6 OBRA CIVIL. .....23

2. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FV. .....25

2.1 Dimensionamiento de la instalación. .....25

2.2 FIJACIÓN de la estructura. .....28

2.3 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo (su 8). .....28

3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS. .....31

3.1 Secciones. .....31

*3.1.1 Cableado corriente continua. .....31*

*3.1.2 Cableado en corriente alterna.....35*

3.2 Canalización del cableado de CC. .....37

*3.2.1 Canalización desde inversor hasta punto de conexión .....41*

3.3 Puesta a tierra.....43

3.4 Protecciones. .....45

4. SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE PVSYST. .....46

4.1 Introducción de datos en el simulador. .....46

*4.1.1 Orientación. .....46*

*4.1.2 Sistema. .....47*

*4.1.3 Horizonte. .....50*

*4.1.4 Sombreado cercano:.....51*

4.2 Resultados de la simulación. .....52

5. PRESUPUESTO.....55

5.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....55

5.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS .....56

6. DOCUMENTACIÓN GRAFICA.....63

7. ESTUDIO BÁSICO GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD. .....64

7.1 Objeto .....64

7.2 Memoria descriptiva.....64

*7.2.1 Oficios, materiales y equipos implicados. .....64*

*7.2.2 Fases de ejecución. .....65*

*7.2.3 Señalización en obra.....65*

7.3 Identificación de los riesgos. .....65

*7.3.1 Riesgos derivados del montaje de las estructuras. .....66*

*7.3.2 Riesgos derivados del montaje eléctrico. ..... 66*

*7.3.3 Riesgo derivado de las obras de fábrica en parámetros interiores. ..... 67*

*7.3.4 Riesgos derivados de los trabajos en altura. ..... 67*

*7.3.5 Riesgos derivados de la maquinaria. ..... 68*

7.4 Medidas preventivas. ..... 69

7.5 Protecciones individuales y colectivas. ..... 71

7.6 Obligaciones del promotor. ..... 73

7.7 Coordinadores en materia de seguridad y salud. ..... 73

7.8 Señalización. ..... 74

*7.8.1 Señales de obligación. ..... 74*

*7.8.2 Señales de advertencia. ..... 74*

8. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN OBRA. ..... 75

9. PLIEGO DE CONDICIONES. ..... 76

9.1 Objeto. ..... 76

9.2 Condiciones generales. ..... 76

9.3 Reconocimiento de las obras. ..... 77

9.4 Medición de la obras ..... 77

9.5 Instalación fotovoltaica. ..... 78

*9.5.1 Componentes y materiales ..... 78*

*9.5.2 Condiciones de ejecución y montaje. ..... 83*

9.6 Recepción y pruebas. ..... 86

9.7 Garantías. ..... 87

*9.7.1 Ámbitos generales de garantía. ..... 87*

*9.7.2 Ámbitos generales de garantía. ..... 87*

*9.7.3 Plazos. ..... 88*

## Índice de tablas

Tabla 1. Resumen sistema de generación. ..... 14

Tabla 2. Coeficiente $C_1$ ..... 28

Tabla 3. Coeficientes ..... 30

Tabla 4. Coeficiente de corrección por temperatura ambiente. UNE HD 60364-5-52 ..... 32

Tabla 5. Factor de corrección de corriente admisible por agrupamiento de cables ..... 32

Tabla 6. Tabla de intensidades admisibles. ..... 33

Tabla 7. Tabla de intensidades admisibles, sección inversor-Caja AC. ..... 36

Tabla 8. Resultados del programa para el cálculo dimensiones de canalización en CC. ..... 38

Tabla 9. Selección de diámetro exterior de tubo para terreno. ..... 39

Tabla 10. Resultados del programa para el cálculo dimensiones de canalización, canalización hasta punto de conexión. ..... 42

Tabla 11. Secciones para cableado de tierra (Fuente: REBT) ..... 43

Tabla 12. Resistividad del terreno (Fuente: REBT). ..... 44

Tabla 13. Definición de sistema. ..... 48

Tabla 14. Emisiones causadas por el sistema fotovoltaico. ..... 53

## Índice de imágenes

Imagen 1. Ubicación módulos a instalar. ..... 9

Imagen 2. Distancia “d” mínima entre filas. ..... 10

Imagen 3. Distancia mínima calculada. ..... 10

Imagen 4. Sombreado en equinoccio y solsticio. ..... 11

Imagen 5. Ubicación del árbol a talar. ..... 12

Imagen 6. Perfil de horizonte mediante PVSYST ..... 13

Imagen 7. Ficha técnica módulo fotovoltaico. ..... 16

Imagen 8. Sistema de hincado. ..... 17
Imagen 9. Ficha técnica inversor. ..... 19
Imagen 10. Cableado y canalización. ..... 21
Imagen 11. Set de conectores MC4, macho y hembra. ..... 21
Imagen 12. Nivelación y perímetro de roble. ..... 23
Imagen 13. Ubicación árbol a talar. ..... 24
Imagen 14. Distribución de strings en cubierta. ..... 27
Imagen 15. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno. ..... 29
Imagen 16. Agrupamiento de cableado CC dentro de la canalización. ..... 31
Imagen 17. Relación modos de la instalación: UNE HD 60364-5-52 ..... 32
Imagen 18. Relación modos de la instalación. UNE HD 60364-5-52. ..... 35
Imagen 19. Sistema de lastrado para canalización eléctrica. ..... 40
Imagen 20. Introducción orientación e inclinación en PVSYST. ..... 47
Imagen 21. Introducción definición de sistema en PVSYST. Entrada principal MPP. ..... 49
Imagen 22. Introducción definición de sistema en PVSYST. Entrada secundaria MPP. ..... 50
Imagen 23. Perfil de horizonte PVSYST. ..... 51
Imagen 24. Sombreado cercano PVSYST. ..... 52
Imagen 25. Resultado de producción (Fuente: PVSYST) ..... 53
Imagen 26. Balance $CO_2$. ..... 54
Imagen 27. Señalización de obligación ..... 74
Imagen 28. Señalización de advertencia. ..... 74

# 1. MEMORIA

## 1.1 INTRODUCCIÓN.

La nueva normativa sobre el AUTOCONSUMO para instalaciones fotovoltaicas desarrollada por la Ley15/2018 de 5 de octubre y el decreto Ley 244/2019 de 8 de abril, significa una modificación sustancial de la regulación del sector, propiciando y favoreciendo la implantación de nuevas instalaciones fotovoltaicas.

Esta nueva normativa se encuadra en el marco de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

En base a ello los consumidores, los productores y la sociedad en su conjunto pueden beneficiarse de las ventajas que acarrean esta actividad en un futuro próximo en términos de:

- Menores necesidades de consumo a través de red y menores usos de las redes generales de transporte y distribución potenciando la generación en origen.
- Mayor independencia energética.
- Menores emisiones de gases de efecto invernadero

Así ocurre también que el autoconsumo, que se realiza como generación distribuida renovable, contempla en la nueva regulación la eliminación del denominado impuesto al sol de tal manera que no se vea grabado con todo tipo de cargos y peajes. Ello implica una reducción de costes que propicia el desarrollo de este tipo de instalaciones.

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN.

El Gobierno Vasco, Departamento de Seguridad, tiene previsto la instalación de módulos fotovoltaicos de generación eléctrica en la Comisaria de la Ertzaintza en Sestao, con el fin de auto-consumir en sus propias dependencias la energía eléctrica generada en un régimen de energía distribuida, contribuyendo de esta manera a optimizar los recurso y costes energéticos.

## 1.3 EMPLAZAMIENTO.

La instalación en el que se proyecta la instalación se encuentra en Sestao (Bizkaia), concretamente la Comisaria de la Ertzaintza.

### 1.3.1 Coordenadas geográficas.

Las coordenadas geográficas de la instalación son:

- LATITUD: 43°18’’N
- LONGITUD: -3°0’’O

### 1.3.2 Orientación e inclinación.

Los módulos se colocaran apaisados y orientados al sur.

Se decide instalarlos con una inclinación de 25°, debido a la propia inclinación del terreno.

En la Imagen 1 se puede analizar la ubicación del terreno disponible, solamente se utilizará el indicado en rojo, siendo el terreno inclinado (15 grados aproximados) y con una superficie de hierba natural, orientado al sur.

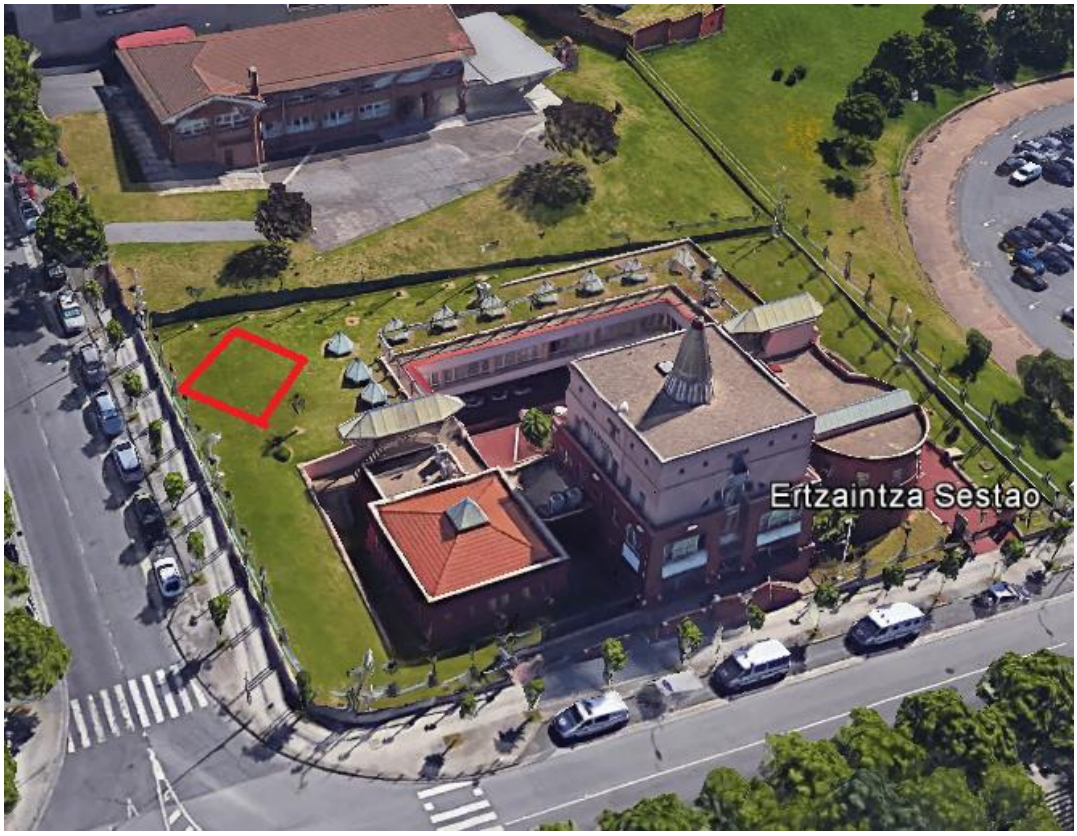



**Imagen 1.** Ubicación módulos a instalar.

### 1.3.3 Sombras.

Las sombras podrían causar una perdida en el rendimiento de toda la cadena de módulos. Para minimizar dichas perdidas al máximo se seguirá el criterio del pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a Red del IDAE, consiste en disponer de una distancia **"d"** entre modulo y objetivo causante de la sombra.

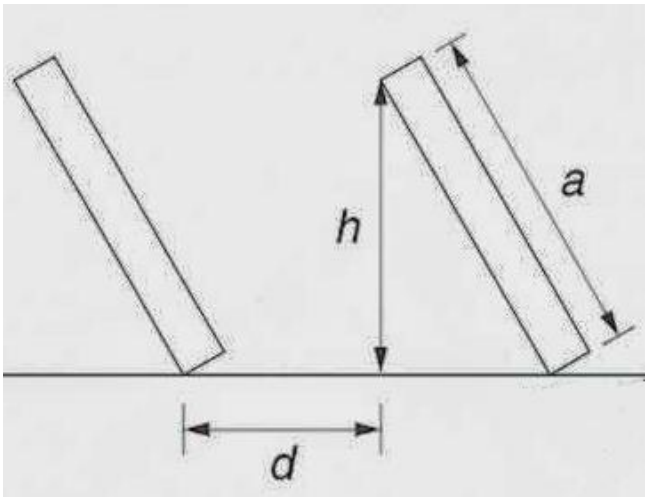



**Imagen 2.** Distancia "d" mínima entre filas.

El valor **"d"** se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$d = \frac{h}{\tan(61° - latitud)}$$

- d: Distancia que tenemos que dejar entre el objetivo y el modulo.
- h: Altura del objeto que produce sombras (m). En este caso será el propio modulo..

Tras realizar un cálculo con un sistema de ecuaciones, se calcula un resultado de una distancia mínima de 918,2mm

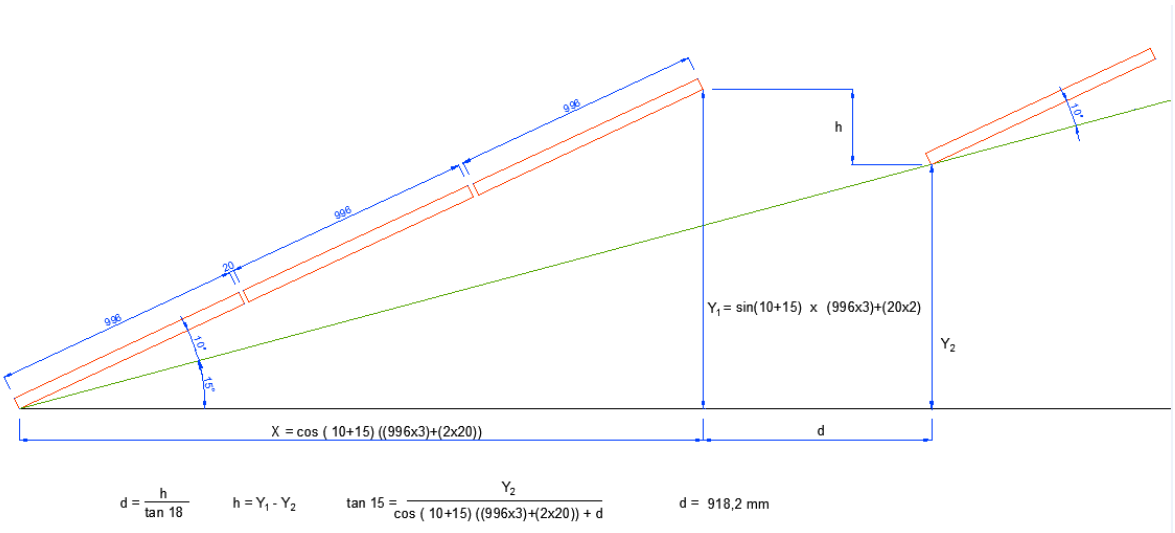



**Imagen 3.** Distancia mínima calculada.

### *1.3.3.1 Sombreados parciales y de la propia instalación.*

En el presente caso, existen varios obstáculos, se analiza las sombras del mediodía de los equinoccios y solsticios, por lo que se opta por usar el área de rectángulo rojo de la Imagen 4.

Cabe mencionar que las pérdidas causadas por dicho sombreado se calcularán en los siguientes puntos.

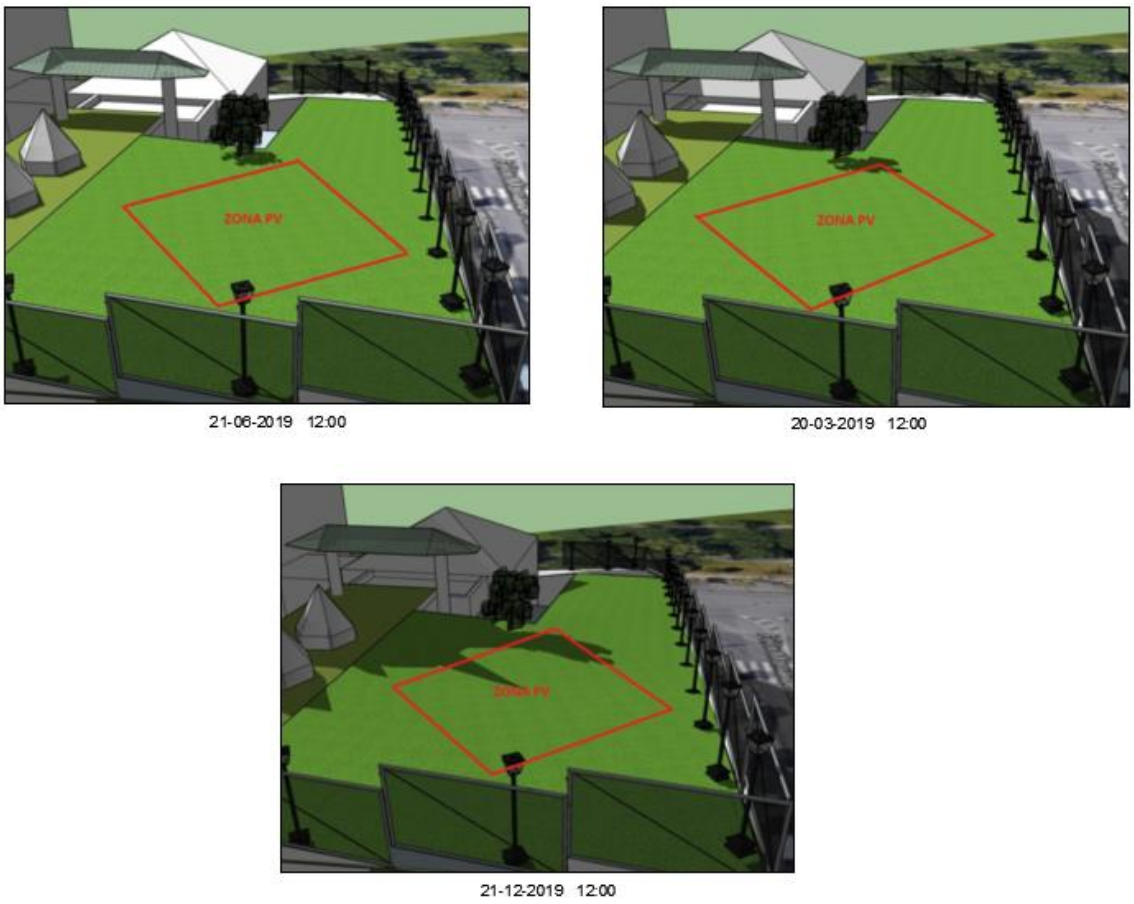



**Imagen 4.** Sombreado en equinoccio y solsticio.

Para la reducción de sombras y suciedades por hojas, también se opta por la tala de un árbol muy cercano a la instalación (Imagen 5).



**Imagen 5.** Ubicación del árbol a talar.

### *1.3.3.2 Perfil de horizonte.*

Se obtiene el perfil de horizonte mediante una simulación con el software de PVSYST. Se puede destacar un obstáculo en el horizonte entre 0 y -30º que en todo caso no se interpone en el recorrido del sol, por lo que se considera un emplazamiento adecuado para una instalación fotovoltaica respecto al perfil de horizonte.

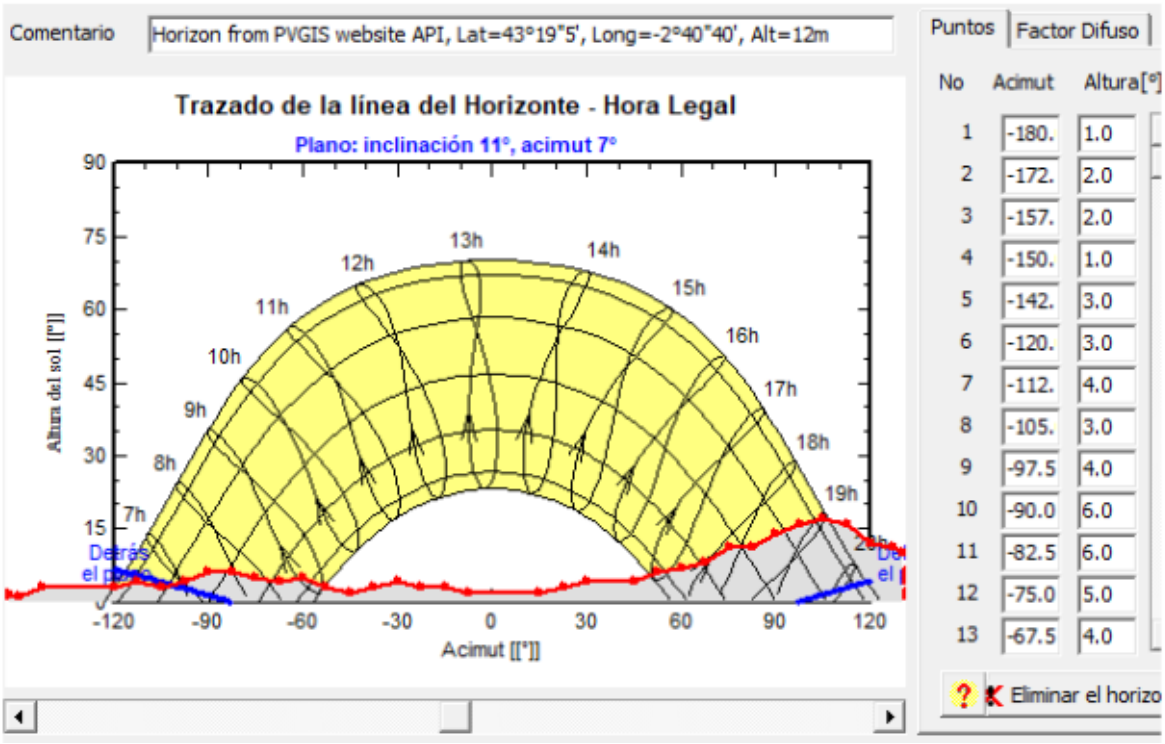



**Imagen 6.** Perfil de horizonte mediante PVSYST

### 1.3.4 Sala de inversores.

Los inversores se instalarán en el interior del edificio de la Comisaría de Sestao.

Para minimizar los gastos y perdidas óhmicas en el cableado de corriente continua, es recomendable instalar los inversores lo más cercano posible a los módulos fotovoltaicos.

## 1.4 PUNTO DE CONEXIÓN.

El punto de conexión se establecerá de acuerdo a la normativa y reglamento vigente, siendo la conexión del kit de vertido cero aguas abajo del servicio de grupo electrógeno. Se conectará en el punto que se indica en la documentación gráfica “Punto de conexión”, también se realizara la sustitución e implementación de los elementos necesarios, como son los elementos de protección, cableado, caja de protección etc.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación estará constituida por un generador fotovoltaico, las protecciones de corriente continua, las protecciones de corriente alterna, inversores y todos aquellos elementos de conexión y protecciones que hacen posible el suministro de energía eléctrica en las condiciones técnicas y de seguridad que marca la legislación vigente.

### 1.5.1 Sistema de generación.

El sistema de generación lo componen aquellos elementos encargados de la transformación de la energía solar en energía eléctrica, incluyendo todos aquellos hasta la conversión de la energía en corriente alterna.

Como se comprueba en el apartado siguiente

| SISTEMA DE GENERACIÓN | |
|---|---|
| **Total módulos** | 24 |
| **Potencia modulo** | 400Wp |
| **Módulos por string** | 14+10 |
| **Cantidad de strings** | 2 |
| **Potencia total instalada** | 9,6kWp |
| **Cantidad de inversores** | 1 |
| **Potencia nominal total inversores** | 10kW |

**Tabla 1.** Resumen sistema de generación.

#### *1.5.1.1 Módulos solares Fotovoltaicos.*

Son los encargados de la transformación de energía solar en eléctrica mediante la utilización de las células fotovoltaicas. Dichas células generan corriente eléctrica continua cuando están

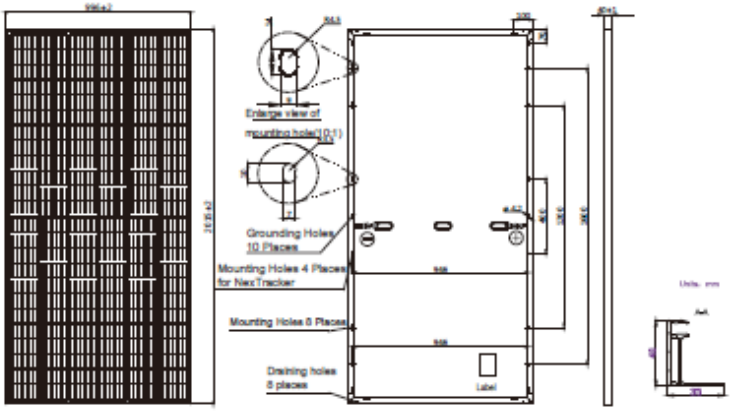
expuestas a la luz solar. La tensión de salida de un módulo es en función de la radiación solar y temperatura de las células.

Se adjunta Ficha técnica en la Imagen 7.

JA SOLAR

# JAM72S10 390-410/MR Series

## MECHANICAL DIAGRAMS




Remark: customized frame color and cable length available upon request

## SPECIFICATIONS

| | |
|---|---|
| Cell | Mono |
| Weight | 22.7kg±3% |
| Dimensions | 2015±2mm×996±2mm×40±1mm |
| Cable Cross Section Size | 4mm² |
| No. of cells | 144 (6×24) |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Connector | QC 4.10-35 |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-) |
| Packaging Configuration | 27 Per Pallet |

## ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM72S10 -390/MR | JAM72S10 -395/MR | JAM72S10 -400/MR | JAM72S10 -405/MR | JAM72S10 -410/MR |
|---|---|---|---|---|---|
| Rated Maximum Power(Pmax) [W] | 390 | 395 | 400 | 405 | 410 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 49.01 | 49.30 | 49.58 | 49.86 | 50.12 |
| Maximum Power Voltage(Vmp) [V] | 40.71 | 41.02 | 41.33 | 41.60 | 41.88 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 10.23 | 10.28 | 10.33 | 10.39 | 10.45 |
| Maximum Power Current(Imp) [A] | 9.58 | 9.63 | 9.68 | 9.74 | 9.79 |
| Module Efficiency [%] | 19.4 | 19.7 | 19.9 | 20.2 | 20.4 |
| Power Tolerance | 0~+5W | | | | |
| Temperature Coefficient of Isc(α_Isc) | +0.044%/℃ | | | | |
| Temperature Coefficient of Voc(β_Voc) | -0.272%/℃ | | | | |
| Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp) | -0.350%/℃ | | | | |
| STC | Irradiance 1000W/m², cell temperature 25℃, 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.**
*For NexTracker installations static loading performance: front load measures 2400Pa, while back load measures 2400Pa.

## ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

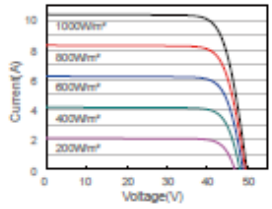
| TYPE | JAM72S10 -390/MR | JAM72S10 -395/MR | JAM72S10 -400/MR | JAM72S10 -405/MR | JAM72S10 -410/MR |
|---|---|---|---|---|---|
| Rated Max Power(Pmax) [W] | 294 | 298 | 302 | 306 | 310 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 45.90 | 46.15 | 46.41 | 46.66 | 46.91 |
| Max Power Voltage(Vmp) [V] | 38.15 | 38.40 | 38.65 | 38.90 | 39.16 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 8.15 | 8.20 | 8.25 | 8.31 | 8.36 |
| Max Power Current(Imp) [A] | 7.71 | 7.76 | 7.81 | 7.87 | 7.92 |
| NOCT | Irradiance 800W/m², ambient temperature 20℃, wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | |

## OPERATING CONDITIONS

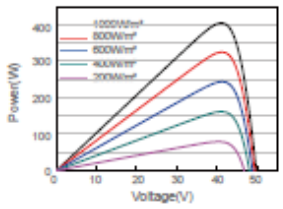
| | |
|---|---|
| Maximum System Voltage | 1000V/1500V DC(IEC) |
| Operating Temperature | -40℃~+85℃ |
| Maximum Series Fuse | 20A |
| Maximum Static Load,Front* | 5400Pa |
| Maximum Static Load,Back* | 2400Pa |
| NOCT | 45±2℃ |
| Application Class | Class A |

## CHARACTERISTICS

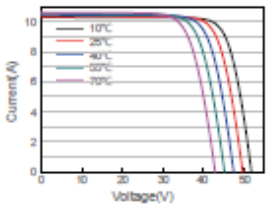
Current-Voltage Curve JAM72S10-405/MR




Power-Voltage Curve JAM72S10-405/MR




Current-Voltage Curve JAM72S10-405/MR




**Premium Cells, Premium Modules** Version No. : Global_EN_20190703A

**Imagen 7.** Ficha técnica módulo fotovoltaico.

### 1.5.2 Estructura de fijación y perímetro.

Como anteriormente se ha mencionado, la instalación fotovoltaica se instalará en un terreno inclinado. Para el presente proyecto se ha optado un sistema de hincado en el terreno, debido a que el sistema de lastrado no se adecúa al terreno inclinado.

Para facilitar el hincado y no precisar de ninguna maquinaria para este fin (debido a su alto coste) se ha optado un sistema de hincado por martillo neumático del fabricante TREESYSTEM o similar, como se ve en la Imagen 8

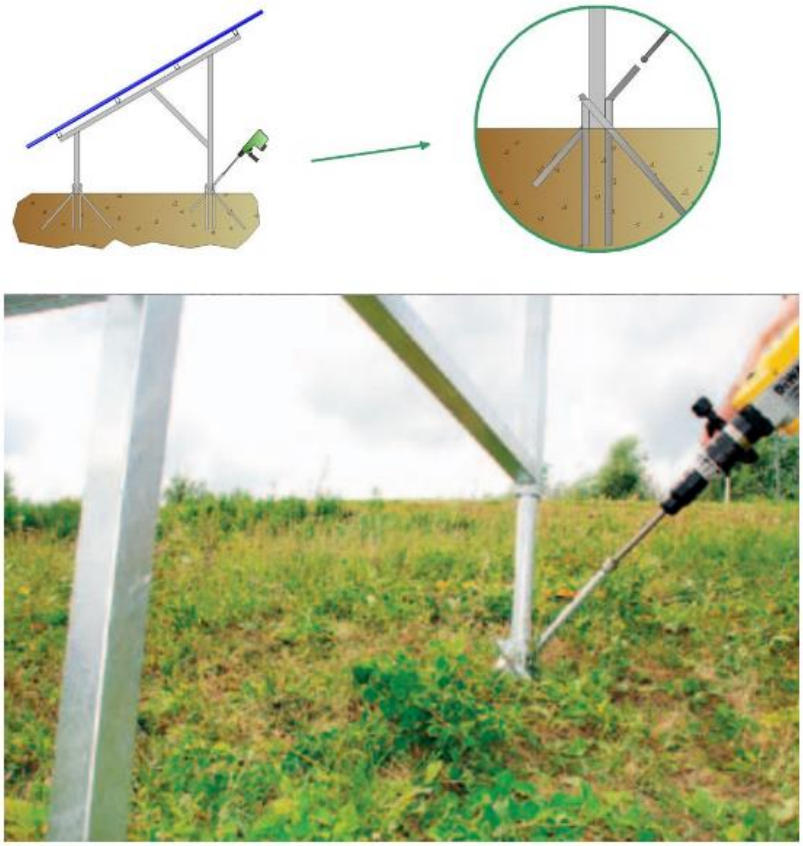


**Imagen 8.** Sistema de hincado.

Para poder facilitar los trabajos y obtener una instalación con un acabado de calidad, se opta por una nivelación del terreno de 15grados aproximados, con una superficie de canto rodado y un remate final con un perímetro de perfil de roble.

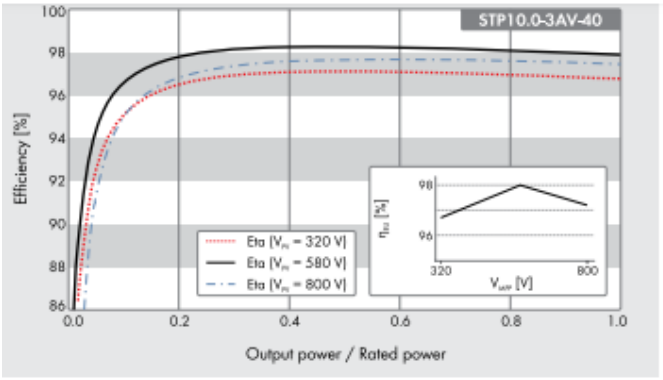
### 1.5.3 Inversores.

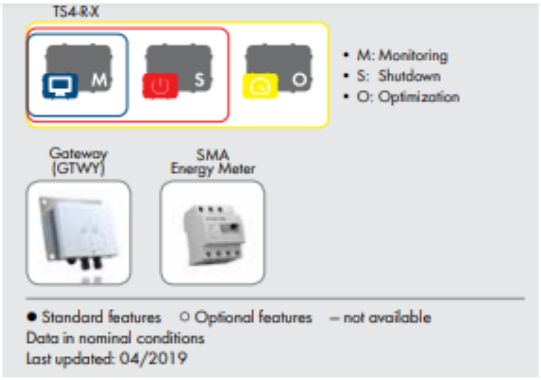
El inversor es un dispositivo que colecta la energía producida por los módulos solares y la transforma para su consumo en corriente alterna.

Incorpora la transformación CC/CA así como la electrónica de control y de protección adecuada para permitir un funcionamiento óptimo y seguro de la instalación.

Los inversores seleccionados son el modelo Sunny Tripower 10.0 (STP10.0-3AV-40) del fabricante SMA (o similares). Estos inversores se caracterizan por ser tecnológicamente avanzados y cumplir con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión, así como las directivas comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

En la siguiente imagen se adjunta la ficha técnica:




| Technical data | Sunny Tripower 8.0 | Sunny Tripower 10.0 |
|---|---|---|
| **Input (DC)** | | |
| Max. PV array power | 15000 Wp | 15000 Wp |
| Max. input voltage | 1000 V | 1000 V |
| MPP voltage range | 260 V to 800 V | 320 V to 800 V |
| Rated input voltage | 580 V | |
| Min. input voltage / initial input voltage | 125 V / 150 V | |
| Max. input current input A / input B | 20 A / 12 A | |
| Max. DC short-circuit current input A / input B | 30 A / 18 A | |
| Number of independent MPP inputs / strings per MPP input | 2 / A:2; B:1 | |
| **Output (AC)** | | |
| Rated power (at 230 V, 50 Hz) | 8000 W | 10000 W |
| Max. apparent AC power | 8000 VA | 10000 VA |
| Nominal AC voltage | 3 / N / PE; 220 V / 380 V<br>3 / N / PE; 230 V / 400 V<br>3 / N / PE; 240 V / 415 V | |
| AC voltage range | 180 V to 280 V | |
| AC grid frequency / range | 50 Hz / 45 Hz to 55 Hz<br>60 Hz / 55 Hz to 65 Hz | |
| Rated grid frequency / rated grid voltage | 50 Hz / 230 V | |
| Max. output current | 3 x 12.1 A | 3 x 14.5 A |
| Power factor at rated power / displacement power factor adjustable | 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited | |
| Feed-in phases / connection phases | 3 / 3 | |
| **Efficiency** | | |
| Max. efficiency / European efficiency | 98.3 % / 97.7 % | 98.3 % / 98.0 % |
| **Protective devices** | | |
| Input-side disconnection point | ● | |
| Ground fault monitoring / grid monitoring | ● / ● | |
| DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated | ● / ● / – | |
| All-pole-sensitive residual-current monitoring unit | ● | |
| Protection class (according to IEC 61140) / surge category (according to IEC 60664-1) | I / III | |
| **General data** | | |
| Dimensions (W / H / D) | 460 mm / 497 mm / 176 mm (18.1 inches / 19.6 inches / 6.9 inches) | |
| Weight | 20.5 kg (45.2 lbs) | |
| Operating temperature range | -25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F) | |
| Noise emission, typical | 30 dB(A) | |
| Self-consumption (at night) | 5.0 W | |
| Topology / cooling method | Transformerless / convection | |
| Degree of protection (according to IEC 60529) | IP65 | |
| Climatic category (according to IEC 60721-3-4) | 4K4H | |
| Max. permissible value for relative humidity ( non-condensing ) | 100% | |
| **Features** | | |
| DC connection / AC connection | SUNCLIX / AC connector | |
| Display via smartphone, tablet, laptop | ● | |
| Interfaces: WLAN / Ethernet / RS485 | ● / ● / ● | |
| Communication protocols | Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R | |
| Shade management: OptiTrac Global Peak / TS4-R | ● / ○ | |
| Warranty: 5 / 10 / 15 years | ● / ○ / ○ | |
| Certificates and permits (more available upon request) | AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, G83/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR D4, PPC, PPDS, RD1699, SI4777, TR3.2.1, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014, RfG compliant | |
| Certificates and approvals (planned) | DEWA, IEC 61727, IEC 62116, IE-EN50438, MEA, NBR16149, NT_Ley20.571, PEA, TR3.2.2 | |
| Country availability of SMA Smart Connected | AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK | |
| Type designation | STP8.0-3AV-40 | STP10.0-3AV-40 |

**Imagen 9.** Ficha técnica inversor.

### 1.5.4 Protecciones

Se dispone de las siguientes protecciones en la instalación fotovoltaica:

- Protecciones en corriente continua.
- Protecciones en corriente alterna.

Los elementos de protección se especifican en el esquema unifilar.

### 1.5.5 Cableado.

#### *1.5.5.1 Cableado corriente continua.*

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema a instalar se compone de 2 string, por lo que se deberán llevar hasta el inversor 4 cables (2x2), estos cables se transportaran desde cubiertahasta el inversor mediante canalización (este punto se detallará a continuación en el apartado 3.2 Canalización del cableado de CC.), las longitudes del cable y secciones se han calculado detalladamente en el apartado “3 Cálculos eléctricos.

Secciones.

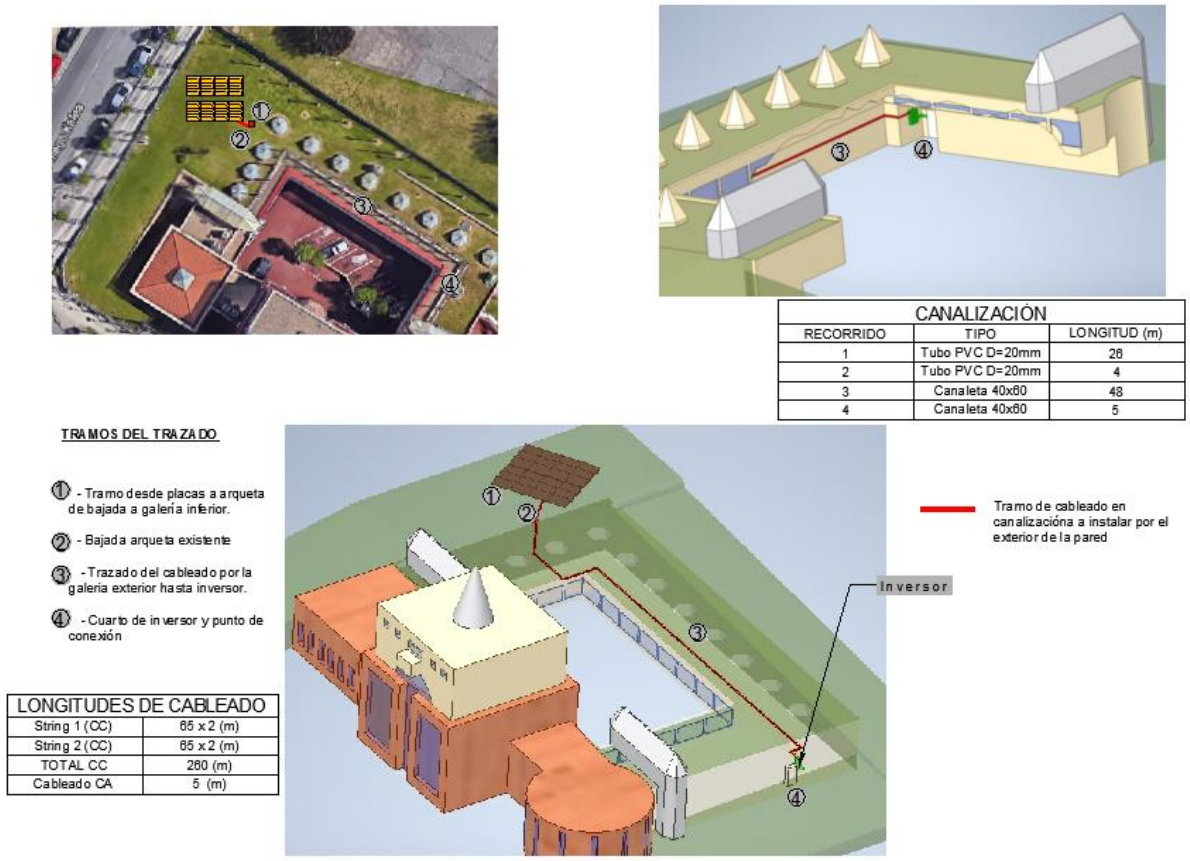



**Imagen 10. Cableado y canalización.**

En la cubierta el conexionado entre módulos se hará mediante el conector MC 4.



**Imagen 11.** Set de conectores MC4, macho y hembra.

Entre los módulos adyacentes, la conexión será directa mediante el cable. En cambio la conexión entre los módulos que no sean adyacentes o cercanos, el cable se introducirá en canaleta eléctrica para su protección.

## 1.6 OBRA CIVIL.

Para obtener una buena estética de la instalación fotovoltaica, se ha optado por realizar una nivelación del terreno a 15grados aproximados en un rectángulo de 9mx9,5m con un perímetro de perfil de roble (20cmx20cm) y superficie de canto rodado. Así mismo y como se ha comentado anteriormente, también se realizara un talado de árbol con extracción de tocón.

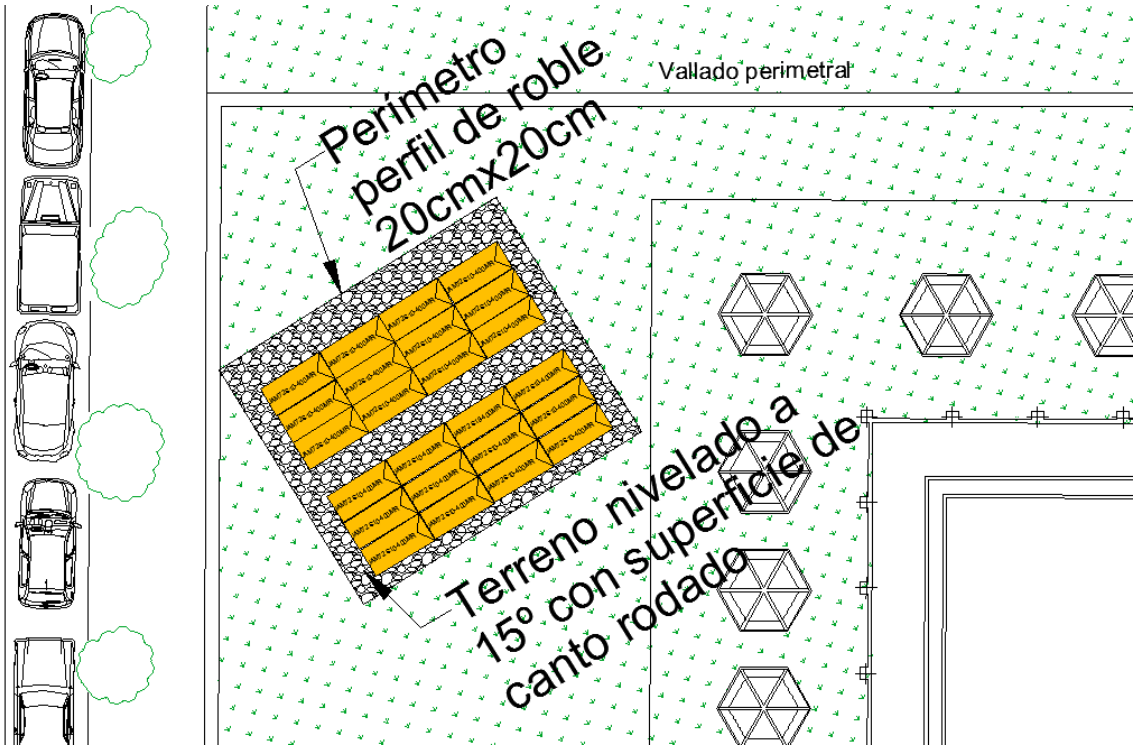



**Imagen 12.** Nivelación y perímetro de roble.



**Imagen 13.** Ubicación árbol a talar.

# 2. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FV.

## 2.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

Para poder dimensionar el sistema, previamente se ha analizado la cubierta donde se instalarán los módulos, ubicando en plano un total de 24 paneles fotovoltaicos, por lo que nuestra potencia pico instalada es de 9,6kWp, cumpliendo los requisitos de los 10kWp aproximados exigidos por el cliente. Se recomienda la instalación de un único inversor, debido a que interesa una instalación sencilla.

Los elementos principales seleccionados para la instalación son los siguientes:

- Modulo fotovoltaico:
  - Fabricante: JA Solar
  - Modelo: JAM72S10 400/MR
- Inversor fotovoltaico:
  - Fabricante: SMA
  - Modelo: SUNNY TRIPOWER 10.0

Se consideraran los cálculos por cada entrada mppt que dispone el inversor (dispone de dos mppt)

$$P_{total\ instalada} = 24 \cdot 400W_p = 9{,}6kW_{pico}$$

La cantidad de strings y módulos en paralelo se definen de la siguiente manera:

Para obtener el máximo de módulos en serie a instalar, se divide la potencia máxima de entrada al inversor con la tensión máxima que pueda generar cada módulo fotovoltaico, dicho valor es la tensión de circuito abierto a temperatura de -10$^{o}$C.

$$V_{mod_{oc}}(G_{stc}, -10℃) = V_{oc\,stc} \cdot \left[1 + \frac{\beta}{100} \cdot (T - 25℃)\right]$$

$$= 49{,}58 \cdot \left[1 + \frac{-0{,}272}{100} \cdot (-10 - 25℃)\right] = 54{,}3V$$

$$Modulos\ en\ serie\ maximo\ por\ inversor = \frac{V_{DC_\max_inversor}}{V_{mod_{oc}}(G_{stc}, -10℃)} = \frac{1000V}{54{,}3V}$$

$$= 18{,}4\ módulos$$

Se calculan la cantidad mínima de módulos en serie, esta cantidad dependerá del rango de tensión en el que el inversor pueda realizar el seguimiento de máxima potencia del string, dividiendo la tensión mínima del inversor en MPPT entre la tensión de cada módulo en el punto de máxima potencia a temperatura de 70ºC.

$$V_{mod_{mpp}}(G_{stc}, 70℃) = V_{mpp\,stc} \cdot \left[1 + \frac{\beta}{100} \cdot (T - 25℃)\right]$$

$$= 41{,}33 \cdot \left[1 + \frac{-0{,}272}{100} \cdot (70 - 25℃)\right] = 36{,}27V$$

$$Modulos\ en\ serie\ minimos\ por\ inversor = \frac{V_{mpp_\min_inversor}}{V_{mod_{mpp}}(G_{stc}, 70℃)} = \frac{320V}{36{,}27V}$$

$$= 8{,}8\ módulos$$

Por último se realiza el cálculo del máximo de módulos en paralelo o lo que es lo mismo, la cantidad máxima de strings. Como la intensidad total de la entrada al inversor será la suma de intensidad de cada string, se dividirá la corriente máxima admisible de entrada del inversor con la corriente máxima del módulo, o lo que es lo mismo, la corriente del módulo en corto circuito a 70ºC.

$$I_{mod_{sc}}(G_{stc}, 70℃) = I_{sc\,stc} \cdot \left[1 + \frac{\alpha}{100} \cdot (T - 25℃)\right] = 10{,}33 \cdot \left[1 + \frac{0{,}044}{100} \cdot (70 - 25℃)\right]$$

$$= 10{,}12A$$

$$Cantidad\ de\ Strings_{Mppt\ _principal} \leq \frac{I_{DC_\max_inversor}}{I_{mod_{sc}}(G_{stc}, 70℃)} = \frac{20}{10{,}12} = 1{,}8\ strings$$

$$Cantidad\ de\ Strings_{Mppt\ _secundario} \leq \frac{I_{DC_\max_inversor}}{I_{mod_{sc}}(G_{stc}, 70℃)} = \frac{12}{10{,}12} = 1{,}18\ strings$$

Por lo tanto las posibilidades de configuración de la instalación deben de cumplir los requisitos anteriormente calculados:

- Módulos en serie por inversor:
  - Máximo: 18
  - Mínimo: 9
- Cantidad máxima de strings: 1 por entrada mppt.

Analizando las posibilidades existentes, se opta por la siguiente configuración:

- Entrada principal MPP inversor:
  - Único string de 12 módulos.
- Entrada secundaria MPP inversor:
  - Único string de 12módulos.

En la Imagen 14 se observa la distribución de los string.

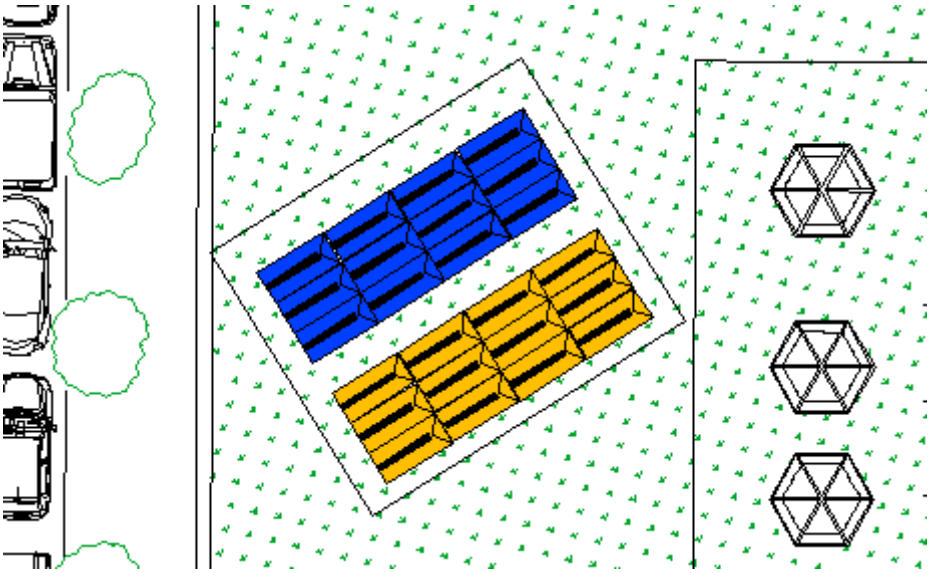


**Imagen 14.** Distribución de strings en cubierta.

## 2.2 FIJACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

La estructura fotovoltaica, constará de una fijación mediante hincado. Para el cálculo de dicho hincado habrá que analizar la incidencia del viento en los módulos fotovoltaicos.

El fabricante de las estructura de lastrado, garantizará los cálculos necesarios, para el adecuado lastrado del sistema.

## 2.3 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO (SU 8).

- Sera necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos $N_e$ sea mayor que el riesgo admisible $N_A$.
- Los edificios en los que se manipulen sustancias toxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43m dispondrán siempre de sistema de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.
- La frecuencia esperada de impactos, $N_e$, puede determinarse mediante la expresión: $N_e=N_gA_eC_110^{-6}$ (número de impactos/año).

Siendo:

- $N_g$ densidad de impactos sobre terreno (número de impactos/año, $km^2$), obtenido de la Imagen 15.
- $A_e$ Superficie de captura equivalente del edificio aislado en $m^2$, que es la delimitada por una línea trazada en distancia 3h de cada uno de los perímetros del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- $C_1$ coeficiente relacionado con el entorno, según

| Situación del edificio | $C_1$ |
|---|---|
| Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos | 0,5 |
| Rodeado de edificios más bajos | 0,75 |
| Aislado | 1 |
| Aislado sobre una colina o promontorio | 2 |

**Tabla 2.** Coeficiente $C_1$

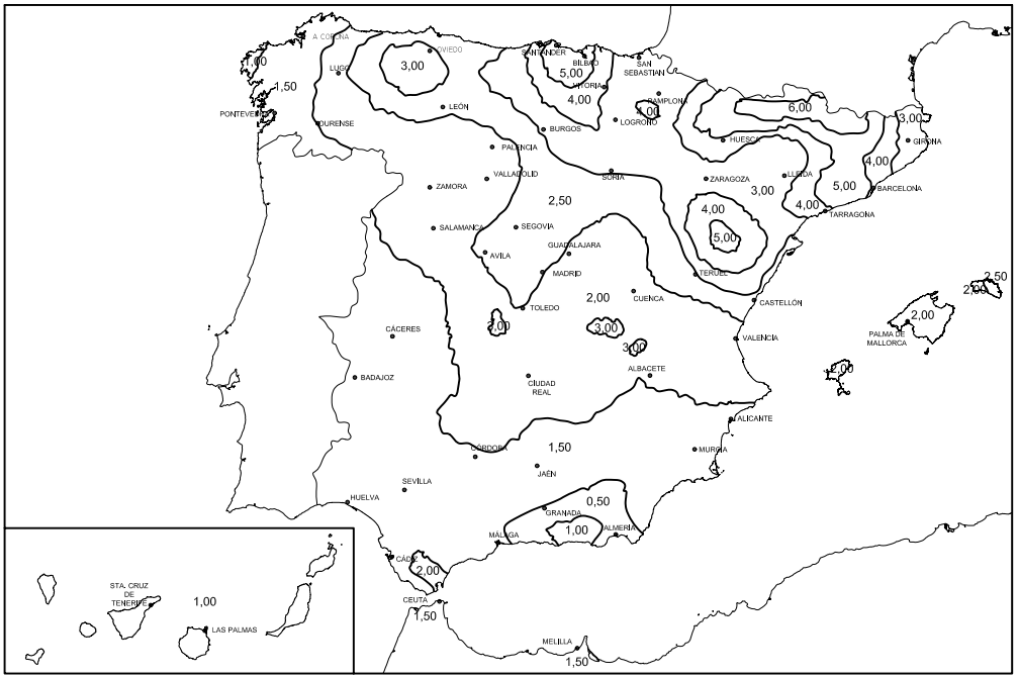



**Imagen 15.** Mapa de densidad de impactos sobre el terreno.

El riesgo admisible $N_a$, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5{,}5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo:

- $C_2$ Coeficiente función del tipo de construcción.
- $C_3$ Coeficiente en función del contenido del edificio.
- $C_4$ Coeficiente en función del uso del edificio.
- $C_5$ Coeficiente en función de la necesidad de continuidad de las actividades que se desarrollan en el edificio.

| Coeficiente $C_2$ | | | |
|---|---|---|---|
| | Cubierta metálica | Cubierta de hormigón | Cubierta de madera |
| Estructura metálica | 0,5 | 1 | 2 |
| Estructura de hormigón | 1 | 1 | 2,5 |
| Estructura de madera | 2 | 2,5 | 3 |

| Coeficiente $C_3$ | |
|---|---|
| Edificio con contenido inflamable | 3 |
| Otros contenidos | 1 |

| Coeficiente $C_4$ | |
|---|---|
| Edificios no ocupados normalmente | 0,5 |
| *Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente* | 3 |
| Resto de edificios | 1 |

| Coeficiente $C_5$ | |
|---|---|
| Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave | 5 |
| Resto de edificios | 1 |

**Tabla 3. Coeficientes**

Para el presente caso no se considerará el SU8 debido a que los módulos se instalan en terreno y no en ningún edificio o cubierta.

# 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

## 3.1 SECCIONES.

### 3.1.1 Cableado corriente continua.

Se instalará cable fotovoltaico PRYSUN H1Z2Z2-K ($E_{ca}$) o similar. El cableado dentro de la canalización se agruparan según sus fases (Imagen 16).

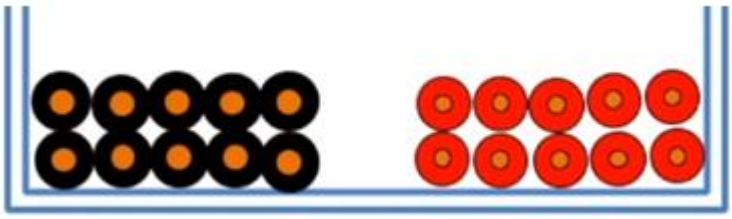


**Imagen 16.** Agrupamiento de cableado CC dentro de la canalización.

Para el cálculo de las secciones se tomaran en cuenta las siguientes características:

- Potencia nominal del módulo: 400W
- $V_{mpp}$: 41,33V
- $I_{mpp}$: 9,68A
- $I_{SC\ STC}$: 10,33A.

#### *3.1.1.1 Criterio de intensidad admisible en CC.*

Para el cálculo de intensidades admisibles, se aplicara para el caso de la canalización en cubierta, por ser este el más desfavorable.

Se aplicaran los siguientes factores de corrección:

- Por acción solar directa (UNE 20435, pto. 3.1.2.1.4): 0,9

- Por temperatura de 50ºC en intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,9
- Por agrupamiento de cables: 0,5
- Por instalación generadora fotovoltaica (IEC62548): 1,4

| AISLAMIENTO | TEMPERATURA AMBIENTE ($\theta_a$) (°C) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| Tipo PVC (termoplástico) | 1,4 | 1,34 | 1,29 | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,70 | 0,57 |
| Tipo XLPE o EPR (termoestable) | 1,26 | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,96 | 0,90 | 0,83 | 0,78 |

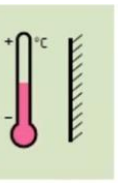


**Tabla 4.** Coeficiente de corrección por temperatura ambiente. UNE HD 60364-5-52

| PUNTO | DISPOSICIÓN | NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES | | | | | | | | | INSTALACIÓN TIPO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 | 20 | |
| 1 | Agrupados al aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente. | 1,0 | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,40 | A a F |
| 2 | Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas. | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | C |
| 3 | Capa única fijada al techo. | 0,95 | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | |
| 4 | Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales. | 1,0 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | E y F |
| 5 | Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, soportes, bridas de amarre, etc. | 1,0 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | |

**Tabla 5.** Factor de corrección de corriente admisible por agrupamiento de cables

Por lo tanto:

$$I_{adm} = \frac{10{,}33 \cdot 1{,}4}{0{,}9 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}8} = 22{,}21A$$




**Imagen 17.** Relación modos de la instalación: UNE HD 60364-5-52

Se opta por la opción B1 de la Imagen 17, se escoge el valor superior más cercano de 22,21A de la Tabla 6 en cable XLPE2 (cable termoestable), siendo este 28A, con un resultado de **2,5mm$^2$.**

| MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2 | | TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE ⟶ 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | |
| A2 | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | | | |
| B1 | | | | | | | | | | | | | | | | XLPE2 (90 °C) | | | |
| B2 | | | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | |
| C | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | | XLPE3 (90 °C) | | | PVC2 (90 °C) | | |
| D1/D2* | | VER SIGUIENTE TABLA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | |
| F | | | | | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) |
| | mm² | 2 | 3 | 4 | 5a | 5b | 6a | 6b | 7a | 7b | 8a | 8b | 9a | 9b | 10a | 10b | 11 | 12 | 13 |
| Cobre | 1,5 | 11 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15,5 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 19 | 20 | 20 | [illegible] | 21 | 23 | 25 |
| | 2,5 | [illegible] | | | | | | | | | | | | | | 28 | 30 | 32 | 34 |
| | 4 | 20 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 34 | 36 | 36 | 38 | 40 | 44 | 46 |
| | 6 | 25 | 26 | 29 | 31 | 32 | 34 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 44 | 46 | 46 | 49 | 52 | 57 | 59 |
| | 10 | 33 | 36 | 40 | 43 | 45 | 46 | 49 | 52 | 54 | 54 | 57 | 60 | 63 | 65 | 68 | 72 | 78 | 82 |
| | 16 | 45 | 48 | 53 | 59 | 61 | 63 | 66 | 69 | 72 | 73 | 77 | 81 | 85 | 87 | 91 | 97 | 104 | 110 |
| | 25 | 59 | 63 | 69 | 77 | 80 | 82 | 86 | 87 | 91 | 95 | 100 | 103 | 108 | 110 | 115 | 122 | 135 | 146 |
| | 35 | 72 | 77 | 86 | 95 | 100 | 101 | 106 | 109 | 114 | 119 | 124 | 127 | 133 | 137 | 143 | 153 | 168 | 182 |
| | 50 | 86 | 94 | 103 | 116 | 121 | 122 | 128 | 133 | 139 | 145 | 151 | 155 | 162 | 167 | 174 | 188 | 204 | 220 |
| | 70 | 109 | 118 | 130 | 148 | 155 | 155 | 162 | 170 | 178 | 185 | 193 | 199 | 208 | 214 | 223 | 243 | 262 | 282 |
| | 95 | 131 | 143 | 156 | 180 | 188 | 187 | 196 | 207 | 216 | 224 | 234 | 241 | 252 | 259 | 271 | 298 | 320 | 343 |
| | 120 | 150 | 164 | 179 | 207 | 217 | 216 | 226 | 240 | 251 | 260 | 272 | 280 | 293 | 301 | 314 | 350 | 373 | 397 |
| | 150 | 171 | 188 | 196 | 224 | 236 | 247 | 259 | 276 | 289 | 299 | 313 | 322 | 337 | 343 | 359 | 401 | 430 | 458 |
| | 185 | 194 | 213 | 222 | 256 | 268 | 281 | 294 | 314 | 329 | 341 | 356 | 368 | 385 | 391 | 409 | 460 | 493 | 523 |
| | 240 | 227 | 249 | 258 | 299 | 315 | 330 | 345 | 368 | 385 | 401 | 419 | 435 | 455 | 468 | 489 | 545 | 583 | 617 |
| | 300 | 259 | 285 | 295 | 343 | 360 | 398 | 396 | 432 | 414 | 461 | 468 | 516 | 524 | 547 | 549 | 630 | 674 | 713 |
| Aluminio | 2,5 | 11,5 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 18 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 23 | 25 | |
| | 4 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 27 | 29 | 31 | 34 | |
| | 6 | 20 | 20 | 22 | 24 | 25 | 27 | 29 | 28 | 30 | 31 | 32 | 33 | 35 | 36 | 38 | 40 | 44 | |
| | 10 | 26 | 27 | 31 | 33 | 35 | 38 | 40 | 40 | 41 | 42 | 44 | 46 | 49 | 50 | 52 | 56 | 60 | |
| | 16 | 35 | 37 | 41 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 55 | 57 | 60 | 63 | 66 | 66 | 70 | 76 | 82 | 82 |
| | 25 | 46 | 49 | 54 | 60 | 63 | 63 | 66 | 67 | 70 | 72 | 75 | 78 | 81 | 84 | 88 | 91 | 98 | 110 |
| | 35 | | | | 74 | 78 | 78 | 81 | 83 | 87 | 89 | 93 | 97 | 101 | 104 | 109 | 114 | 122 | 136 |
| | 50 | | | | 90 | 94 | 95 | 100 | 101 | 106 | 108 | 113 | 118 | 123 | 127 | 132 | 140 | 149 | 167 |
| | 70 | | | | 115 | 121 | 121 | 127 | 130 | 136 | 139 | 145 | 151 | 158 | 162 | 170 | 180 | 192 | 215 |
| | 95 | | | | 140 | 146 | 147 | 154 | 159 | 166 | 169 | 177 | 183 | 192 | 197 | 206 | 219 | 233 | 262 |
| | 120 | | | | 161 | 169 | 171 | 179 | 184 | 192 | 196 | 205 | 213 | 222 | 228 | 239 | 254 | 273 | 306 |
| | 150 | | | | | 187 | 196 | 205 | 213 | 222 | 227 | 237 | 246 | 257 | 264 | 276 | 294 | 314 | 353 |
| | 185 | | | | | 212 | 222 | 232 | 243 | 254 | 259 | 271 | 281 | 293 | 301 | 315 | 337 | 361 | 406 |
| | 240 | | | | | 248 | 261 | 273 | 287 | 300 | 306 | 320 | 332 | 347 | 355 | 372 | 399 | 427 | 482 |
| | 300 | | | | | 285 | | 313 | | 331 | | 366 | | 400 | | 429 | 462 | 494 | 558 |

**NOTAS:** con fondo naranja figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios). Los valores con fondo azul no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la propia norma UNE-HD 60364-5-52
Los valores con fondo amarillo no figuran en la tabla original y no es posible calcularlos con la UNE-HD 60364-5-52, por lo que se ha recurrido al método de cálculo de la última versión internacional de la norma IEC 60364-5-52, que curiosamente no ha eliminado el método de cálculo como se ha hecho en la versión UNE-HD.

**Tabla 6.** Tabla de intensidades admisibles.

### *3.1.1.2 Criterio de caída en CC.*

$$\Delta U_{CC} = \frac{2 \cdot L_{CC} \cdot I_{MPP}}{C \cdot S_{CC}}$$

$$\Delta U_{CC} = \frac{1{,}5}{100} \cdot V_{MPP_String}$$

Dónde:

- S=Sección del cable en mm
- $L_{CC}$=Longitud del cable (tramo)
- $I_{MPP}$=Intensidad en máxima potencia del módulo.
- $\Delta U_{CC}$=Caída de tensión permitida. (1,5%)
- $V_{MPP_String}$=Tensión del string en punto de máxima potencia.
- C=Conductividad del cobre o aluminio.
    - Se aplicara la conductividad del cobre: 45,5m/Ω·mm$^2$

Para el cálculo de la caída de tensión en cubierta se calculará dicha caída de tensión para los el string con el menor cantidad de módulos, debido a que la caída de tensión mínima permitida es menor.

La longitud equivalente a aplicar en la formula será de 75m.

$$\Delta U_{CC_{string12}}(1{,}5\%) = \frac{1{,}5}{100} \cdot 41{,}33 \cdot 12 = 7{,}43V$$

$$S_{CC_string12} = \frac{2 \cdot 65 \cdot 9{,}68}{45{,}5 \cdot 7{,}43} = 3{,}7mm^2 \rightarrow 4mm^2$$

Por lo tanto, siendo el criterio de la corriente admisible el más restrictivo, se aplicará la sección de **4mm$^2$** para el cableado de CC.

### 3.1.2 Cableado en corriente alterna.

Se instalará cable unipolar (3f+N) Afumex Class 1000V (AS) o similar de alta seguridad (clase $C_{ca}$-s1b,d1,a1) instalado en canal protectora fijada a la pared. En caso de que el instalador decida instalar cable multipolar (será necesaria una sección mayor), se realizarán los cálculos pertinentes de sección para el tipo de conductor seleccionado así como la parte de protecciones.

Para el cálculo de las secciones se tomaran en cuenta las siguientes características:

- Tensión salida inversor
- Corriente máxima de salida de inversor: 14,5A.
- Corriente asignada de salida de inversor: <1,25x14,5=18,125A, se aplica factor de 1,25 por ITC-BT-40.
- Se aplica factor de corrección por agrupamiento de cables: 18,125A/0,55=33A
- Longitud desde inversor a punto de conexión: 5m.

#### *3.1.2.1 Criterio de intensidad admisible en CA.*

Como anteriormente se ha mencionado, el cableado se instalara en canal protectora fijada a la pared por lo que se escoge la opción B1 de la Imagen 18.

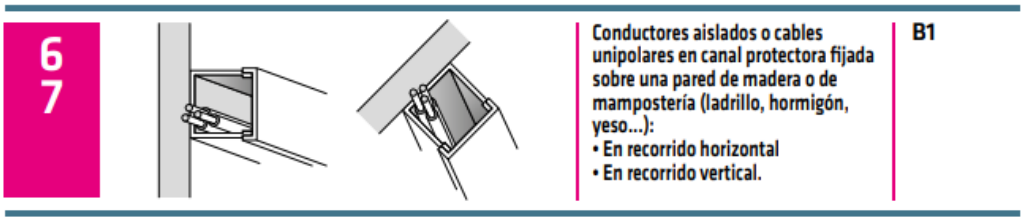



**Imagen 18.** Relación modos de la instalación. UNE HD 60364-5-52

En la Tabla 7, se selecciona la mencionada opción B1, con cable XLPE3 (Cable termoestable en sistema trifásico), de ahí se escoge el valor más cercano y superior a 18,125A, es decir la opción de 24A. Por lo que deberíamos escoger una sección de cable de **2,5mm$^2$**.

| MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2 | | TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | |
| A2 | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | | | |
| B1 | | | | | | | | | | | | XLPE3 (90 °C) | | | | XLPE2 (90 °C) | | | |
| B2 | | | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | | XLPE3 (90 °C) | | XL E2 (90 °C) | | | | | | | |
| C | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | | XLPE3 (90 °C) | | | PVC2 (90 °C) | | |
| D1/D2* | | VER SIGUIENTE TABLA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) | |
| F | | | | | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | XLPE3 (90 °C) | | XLPE2 (90 °C) |

| | mm² | 2 | 3 | 4 | 5a | 5b | 6a | 6b | 7a | 7b | 8a | 8b | 9a | 9b | 10a | 10b | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cobre | 1,5 | 11 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15,5 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 23 | 25 |
| | 2,5 | 15 | 15,5 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 24 | 26 | 27 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 |
| | 4 | 20 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 34 | 36 | 36 | 38 | 40 | 44 | 46 |
| | 6 | 25 | 26 | 29 | 31 | 32 | 34 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 44 | 46 | 46 | 49 | 52 | 57 | 59 |
| | 10 | 33 | 36 | 40 | 43 | 45 | 46 | 49 | 52 | 54 | 54 | 57 | 60 | 63 | 65 | 68 | 72 | 78 | 82 |
| | 16 | 45 | 48 | 53 | 59 | 61 | 63 | 66 | 69 | 72 | 73 | 77 | 81 | 85 | 87 | 91 | 97 | 104 | 110 |
| | 25 | 59 | 63 | 69 | 77 | 80 | 82 | 86 | 87 | 91 | 95 | 100 | 103 | 108 | 110 | 115 | 122 | 135 | 146 |
| | 35 | 72 | 77 | 86 | 95 | 100 | 101 | 106 | 109 | 114 | 119 | 124 | 127 | 133 | 137 | 143 | 153 | 168 | 182 |
| | 50 | 86 | 94 | 103 | 116 | 121 | 122 | 128 | 133 | 139 | 145 | 151 | 155 | 162 | 167 | 174 | 188 | 204 | 220 |
| | 70 | 109 | 118 | 130 | 148 | 155 | 155 | 162 | 170 | 178 | 185 | 193 | 199 | 208 | 214 | 223 | 243 | 262 | 282 |
| | 95 | 131 | 143 | 156 | 180 | 188 | 187 | 196 | 207 | 216 | 224 | 234 | 241 | 252 | 259 | 271 | 298 | 320 | 343 |
| | 120 | 150 | 164 | 179 | 207 | 217 | 216 | 226 | 240 | 251 | 260 | 272 | 280 | 293 | 301 | 314 | 350 | 373 | 397 |
| | 150 | 171 | 188 | 196 | 224 | 236 | 247 | 259 | 276 | 289 | 299 | 313 | 322 | 337 | 343 | 359 | 401 | 430 | 458 |
| | 185 | 194 | 213 | 222 | 256 | 268 | 281 | 294 | 314 | 329 | 341 | 356 | 368 | 385 | 391 | 409 | 460 | 493 | 523 |
| | 240 | 227 | 249 | 258 | 299 | 315 | 330 | 345 | 368 | 385 | 401 | 419 | 435 | 455 | 468 | 489 | 545 | 583 | 617 |
| | 300 | 259 | 285 | 295 | 343 | 360 | 398 | 396 | 432 | 414 | 461 | 468 | 516 | 524 | 547 | 549 | 630 | 674 | 713 |
| Aluminio | 2,5 | 11,5 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 18 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 23 | 25 | |
| | 4 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 27 | 29 | 31 | 34 | |
| | 6 | 20 | 20 | 22 | 24 | 25 | 27 | 29 | 28 | 30 | 31 | 32 | 33 | 35 | 36 | 38 | 40 | 44 | |
| | 10 | 26 | 27 | 31 | 33 | 35 | 38 | 40 | 40 | 41 | 42 | 44 | 46 | 49 | 50 | 52 | 56 | 60 | |
| | 16 | 35 | 37 | 41 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 55 | 57 | 60 | 63 | 66 | 66 | 70 | 76 | 82 | 82 |
| | 25 | 46 | 49 | 54 | 60 | 63 | 63 | 66 | 67 | 70 | 72 | 75 | 78 | 81 | 84 | 88 | 91 | 98 | 110 |
| | 35 | | | | 74 | 78 | 78 | 81 | 83 | 87 | 89 | 93 | 97 | 101 | 104 | 109 | 114 | 122 | 136 |
| | 50 | | | | 90 | 94 | 95 | 100 | 101 | 106 | 108 | 113 | 118 | 123 | 127 | 132 | 140 | 149 | 167 |
| | 70 | | | | 115 | 121 | 121 | 127 | 130 | 136 | 139 | 145 | 151 | 158 | 162 | 170 | 180 | 192 | 215 |
| | 95 | | | | 140 | 146 | 147 | 154 | 159 | 166 | 169 | 177 | 183 | 192 | 197 | 206 | 219 | 233 | 262 |
| | 120 | | | | 161 | 169 | 171 | 179 | 184 | 192 | 196 | 205 | 213 | 222 | 228 | 239 | 254 | 273 | 306 |
| | 150 | | | | | 187 | 196 | 205 | 213 | 222 | 227 | 237 | 246 | 257 | 264 | 276 | 294 | 314 | 353 |
| | 185 | | | | | 212 | 222 | 232 | 243 | 254 | 259 | 271 | 281 | 293 | 301 | 315 | 337 | 361 | 406 |
| | 240 | | | | | 248 | 261 | 273 | 287 | 300 | 306 | 320 | 332 | 347 | 355 | 372 | 399 | 427 | 482 |
| | 300 | | | | | 285 | | 313 | | 331 | | 366 | | 400 | | 429 | 462 | 494 | 558 |

**NOTAS:** con fondo naranja figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios). Los valores con fondo azul no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la propia norma UNE-HD 60364-5-52 Los valores con fondo amarillo no figuran en la tabla original y no es posible calcularlos con la UNE-HD 60364-5-52, por lo que se ha recurrido al método de cálculo de la última versión internacional de la norma IEC 60364-5-52, que curiosamente no ha eliminado el método de cálculo como se ha hecho en la versión UNE-HD.

**Tabla 7.** Tabla de intensidades admisibles, sección inversor-Caja AC.

### *3.1.2.2 Criterio de caída de tensión en CA.*

Con la corriente asignada de salida de inversor (14,5A) obtenemos la caída de tensión:

$$\Delta U_{CA} = \frac{1,5}{100} \cdot 400 = 6V$$

$$S_{CA-3f} = \frac{\sqrt{3} \cdot L_{CA} \cdot I_{INV_{CA}} \cdot \cos\varphi}{C \cdot \Delta U_{CA}}$$

Dónde:

S=Sección del cable en mm

$L_{CA}$=Longitud del cable (tramo)

$I_{INV_CA}$=Intensidad nominal salida del inversor.

$\Delta U_{CA}$=Caída de tensión permitida. (1,5%)

C=Conductividad del cobre o aluminio.

Se aplicara la conductividad del cobre: 45,5m/Ω·mm$^2$

$V_{Linea}$= Tensión de salida del inversor

$$S_{CA-3f} = \frac{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 14{,}5 \cdot 1}{45{,}5 \cdot 6} = 0{,}46mm^2 \rightarrow 1{,}5mm^2$$

Por lo tanto la sección por criterio de caída de tensión será de **1,5mm$^2$.**

Se aplicara el criterio de intensidades admisibles por ser el criterio más restrictivo en este caso, siendo este **2,5mm$^2$.**

## 3.2 CANALIZACIÓN DEL CABLEADO DE CC.

Atendiendo los resultados de las Tabla 8 y Tabla 9 se selecciona:

- Canaleta 73 40x60 libre de halógenos fabricante UNEX o similar con una sección útil superior a 203mm$^2$ y 323mm$^2$ por compartimiento. Se selecciona la opcion de implementar el tabique para poder separar mediante compartimientos el cableado positivo y el negativo. Esta canalización se instalará en parking/patio interior hasta el inversor.
- Tubo PVC rígido Cero Halógenos ØExt=20mm para cableado hasta extremo del string. Este tipo de canalización se instalara en terreno hasta la bajada ha patio.

**Datos del cálculo**

Nº de compartimentos: 2

**Lista de cables en cada compartimento**

**Compartimento 1**

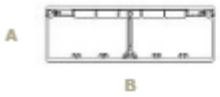
| Identificación | Nº cables | Diámetro | Peso kg/m. | Coef. corr. | Secc. unit. | Secc. total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Con Cubierta 06/1 kV (RV-K / CPR Eca) 1x 4 | 2 | 6,6 | 0,07 | 1,80 | 78,41 | **156,82** |
| | | | | | | **156,82 mm2** |

**Compartimento 2**

| Identificación | Nº cables | Diámetro | Peso kg/m. | Coef. corr. | Secc. unit. | Secc. total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Con Cubierta 06/1 kV (RV-K / CPR Eca) 1x 4 | 2 | 6,6 | 0,07 | 1,80 | 78,41 | **156,82** |
| Sin Cubierta H07 (H07V-K / CPR Eca) 1x 16 | 1 | 8,1 | 0,16 | 1,40 | 91,85 | **91,85** |
| | | | | | | **248,67 mm2** |

**Resumen de secciones**

| Compartimentos | Sección necesaria | Coef. de ampliación | Sección total |
|---|---|---|---|
| **Compartimento 1** | 156,82 | 30,00 | 203,86 |
| **Compartimento 2** | 248,67 | 30,00 | 323,27 |




**Canal Óptimo: Moldura 78 en color blanco**

| AxB mm | Comp.1 mm2 | Comp.2 mm2 | Referencia |
|---|---|---|---|
| 20x50 | 343.00 | 343.00 | **78095-2** |

⊞ **Canal 93 en color blanco**

⊞ **Canal 93 en aluminio**

⊞ **Canal 73 en color blanco**

⊞ **Moldura 78 en color blanco**

⊞ **Canal 93 en color aluminio**

⊞ **Canal 73 gris RAL 7035**

⊟ **Canal 73 sin halógenos**

| AxB mm | Comp.1 mm2 | Comp.2 mm2 | Referencia |
|---|---|---|---|
| 40x60 | 705,00 | 705,00 | 73071-42 |
| 40x90 | 1.100,00 | 1.100,00 | 73072-42 |
| 60x110 | 3.374,00 | 1.160,00 | 73083-42 |

**Tabla 8.** Resultados del programa para el cálculo dimensiones de canalización en CC.

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

**Tabla 9.** Selección de diámetro exterior de tubo para terreno.

La canalización eléctrica se fijará en las propias estructuras fotovoltaicas, en los tramos donde dicha fijación no sea posible, se utilizara el sistema de lastrado para canaletas de UNEX o similar.

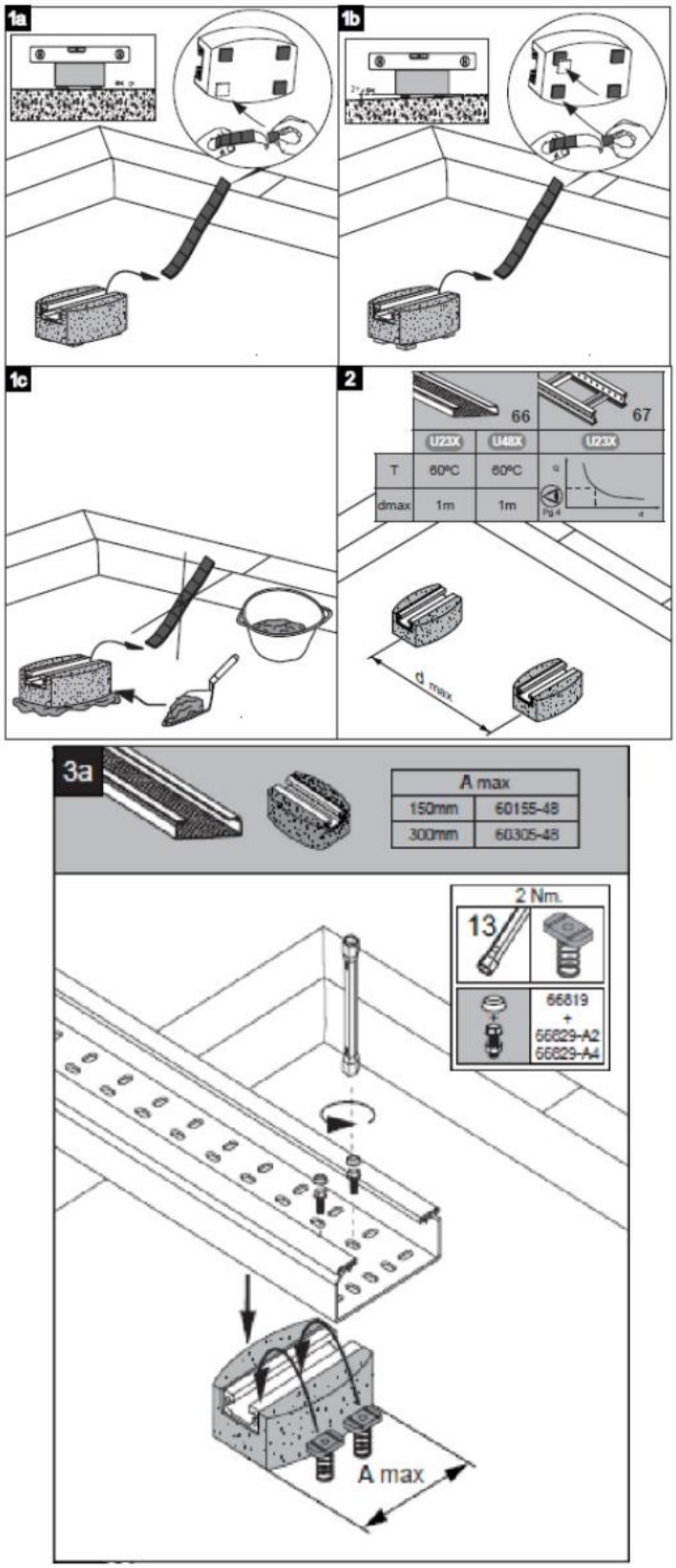



**Imagen 19.** Sistema de lastrado para canalización eléctrica.

### 3.2.1 Canalización desde inversor hasta punto de conexión

El cableado se canalizara en canaleta 73 de 40x60 fabricante UNEX o similar, libre de halógenos con una sección útil mínima de 789mm$^2$.

**Datos del cálculo**

Nº de compartimentos: 1

**Lista de cables en cada compartimento**

**Compartimento 1**

| Identificación | Nº cables | Diámetro | Peso kg/m. | Coef. corr. | Secc. unit. | Secc. total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Con Cubierta 06/1 kV (RZ1-K (AS) / CPR Cca-s1b,d1,a1) 1x 2.5 | 4 | 7,5 | 0,08 | 1,80 | 101,25 | **405,00** |
| Con Cubierta 06/1 kV (RZ1-K (AS) / CPR Cca-s1b,d1,a1) 1x 16 | 1 | 10,6 | 0,23 | 1,80 | 202,25 | **202,25** |
| | | | | | | **607,25 mm2** |

**Resumen de secciones**

| Compartimentos | Sección necesaria | Coef. de ampliación | Sección total |
|---|---|---|---|
| **Compartimento 1** | 607,25 | 30,00 | 789,42 |

A



B

**Canal Óptimo: Canal 73 en color blanco**

| AxB mm | Comp.1 mm2 | Referencia | |
|---|---|---|---|
| 30x60 | 980,00 | **73061-2** | |

⊞ **Canal 93 en color blanco**

⊞ **Canal 93 en aluminio**

⊞ **Canal 73 en color blanco**

⊞ **Bandeja aislante 66**

⊞ **Canal 93 en color aluminio**

⊞ **Bandeja aislante 66 sin halógenos**

⊞ **Canal 73 gris RAL 7035**

⊟ **Canal 73 sin halógenos**

| AxB mm | Comp.1 mm2 | Referencia | |
|---|---|---|---|
| 40x60 | 1.530,00 | 73071-42 | |
| 40x90 | 2.315,00 | 73072-42 | |

**Tabla 10.** Resultados del programa para el cálculo dimensiones de canalización, canalización hasta punto de conexión.

## 3.3 PUESTA A TIERRA.

El objeto de las puestas a tierra, de todas las instalaciones, es limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Con objeto de evitar tensiones de defecto en caso de defecto de aislamiento de los circuitos, las masas de la instalación (los marcos de los módulos, armarios envolventes, carcasa del inversor, canalizaciones, etc.) deberán ir unidas eléctricamente a tierra mediante una instalación de puesta a tierra independiente de la del neutro de la compañía distribuidora, de acuerdo con las directrices del Reglamento de Baja Tensión. Se instalarán conductores de protección de cobre aislado unipolar H07V-K bajo norma UNE 21031 CE para unir toda la los marcos de aluminio de los módulos solares.

Se comprobará que la resistencia de puesta a tierra de la instalación cumple con el REBT. En caso de no ser así se mejorara la puesta de tierra del edificio, la toma de tierra estará constituida por picas de una longitud de 2 m enterrada verticalmente.

Los conductores de protección unirán eléctricamente las diferentes partes metálicas de la estructura metálica de soporte, así como el inversor y cuadro general de protección de la instalación al borne principal de tierra con el fin de asegurar protección contra contactos indirectos.

| Cable activo | Cable de protección |
|---|---|
| S=15mm$^2$ o menos | $S_p$=16mm$^2$ |
| S=16 a 35mm$^2$ | $S_p$=S |
| S=Superior a 36mm$^2$ | $S_p$=S/2 |

**Tabla 11.** Secciones para cableado de tierra (Fuente: REBT)

Para el cálculo de secciones del cable de protección de tierra se utilizará la relación de la Tabla 11.

Por lo tanto:

- En CC, siendo S=4mm$^2$→ $S_{p_CC}$=16mm.
- En CA, siendo S=2,5mm$^2$→ $S_{p_CC}$=16mm.

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

**Tabla 12.** Resistividad del terreno (Fuente: REBT).

Se ha supuesto una resistividad del terreno de 500 Ohm·m (terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes.).

$$R_{\max_tierra} = \frac{V}{I} = \frac{24}{0.3} = 80\Omega$$

Siendo:

- V: Tensión máxima de contacto= 24V para locales húmedos (instalación a la intemperie) (REBT)
- I: Sensibilidad de diferencial= 300mA

La resistencia de una pica con longitud de 2m enterrado verticalmente será:

$$R_{p=}\frac{\rho}{L} = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

Por lo que la cantidad de picas se calcula de la siguiente manera:

$$n_p \geq \frac{250}{80} = 3.125 \rightarrow 4\ picas$$

## 3.4 PROTECCIONES.

Todas las protecciones se detallan en esquema unifilar.

# 4. SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE PVSYST.

Se utiliza el simulador para instalaciones fotovoltaicas PVSYST, donde se introducen los datos de nuestra instalación al detalle, para poder obtener una simulación de las perdidas, energía obtenida, eficiencia de la instalación….

Este simulador se basa en las bases de datos meteorológicas de años anteriores, como bien es sabido, la meteorología es variable y los resultados que se obtendrán en la simulación no significan que dichos resultados se vayan a obtener una vez que la instalación este en marcha. Por lo tanto los resultados sirven para poder hacer una estimación.

## 4.1 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL SIMULADOR.

### 4.1.1 Orientación.

- Inclinación de los módulos: 25º(15º de terreno inclinado + 10º de estructura).
- Orientación de los módulos: Sur (acimut 0 )

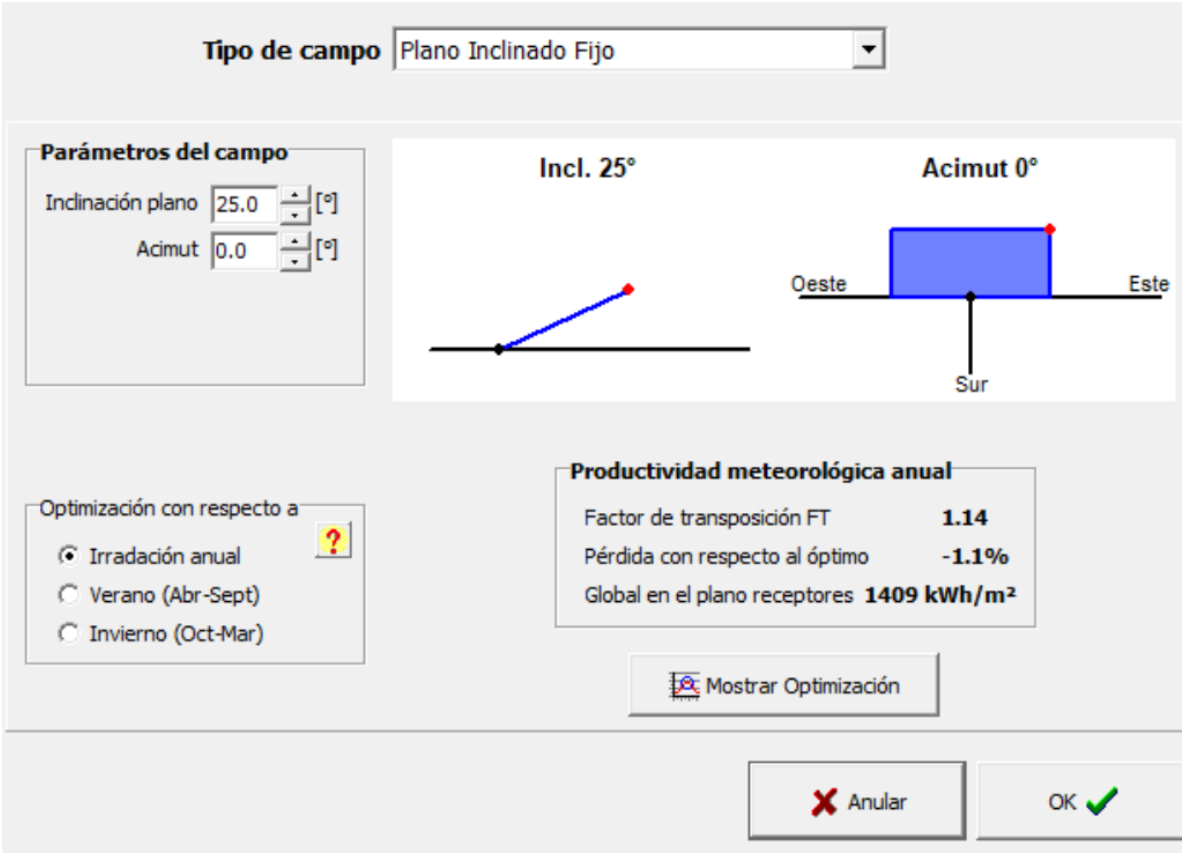



**Imagen 20.** Introducción orientación e inclinación en PVSYST.

### 4.1.2 Sistema.

En la siguiente ventana (ver Imagen 21 e Imagen 22) se definen los inversores y modulos de la siguiente manera (ver Tabla 13):

| SISTEMA DE GENERACIÓN | |
|---|---|
| **Total módulos** | 24 |
| **Potencia modulo** | 400Wp |
| **Módulos por string** | 12+12 |
| **Cantidad de strings** | 2 |
| **Potencia total instalada** | 9,6kWp |
| **Cantidad de inversores** | 1 |
| **Potencia nominal total inversores** | 10kW |

**Tabla 13. Definición de sistema.**

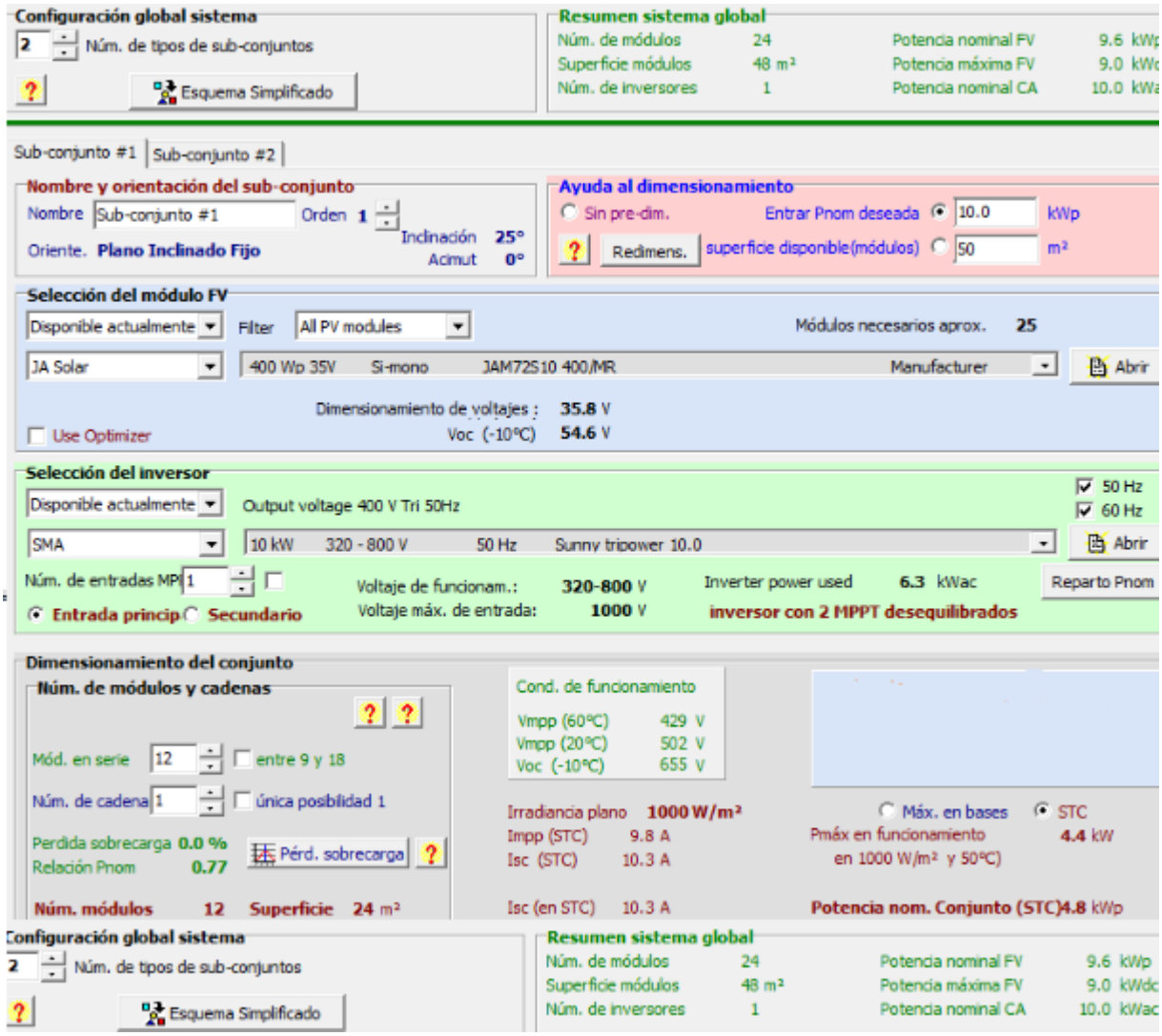



**Imagen 21.** Introducción definición de sistema en PVSYST. Entrada principal MPP.




**Imagen 22.** Introducción definición de sistema en PVSYST. Entrada secundaria MPP.

### 4.1.3 Horizonte.

El simulador PVSYST calcula automáticamente con la ubicación introducida el perfil de horizonte, para poder calcular posteriormente las pérdidas ocasionadas por las sombras del horizonte.

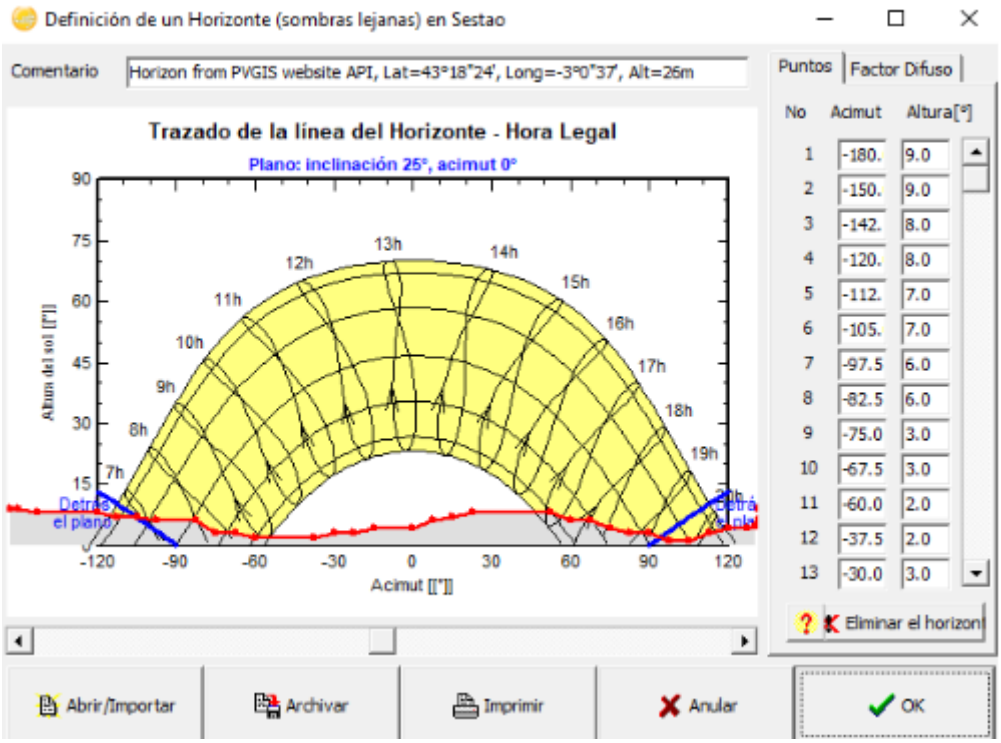



**Imagen 23.** Perfil de horizonte PVSYST.

### 4.1.4 Sombreado cercano:

Se introduce la siguiente perspectiva, con los edificios colindantes y los árboles que pudiesen repercutir en la instalación.

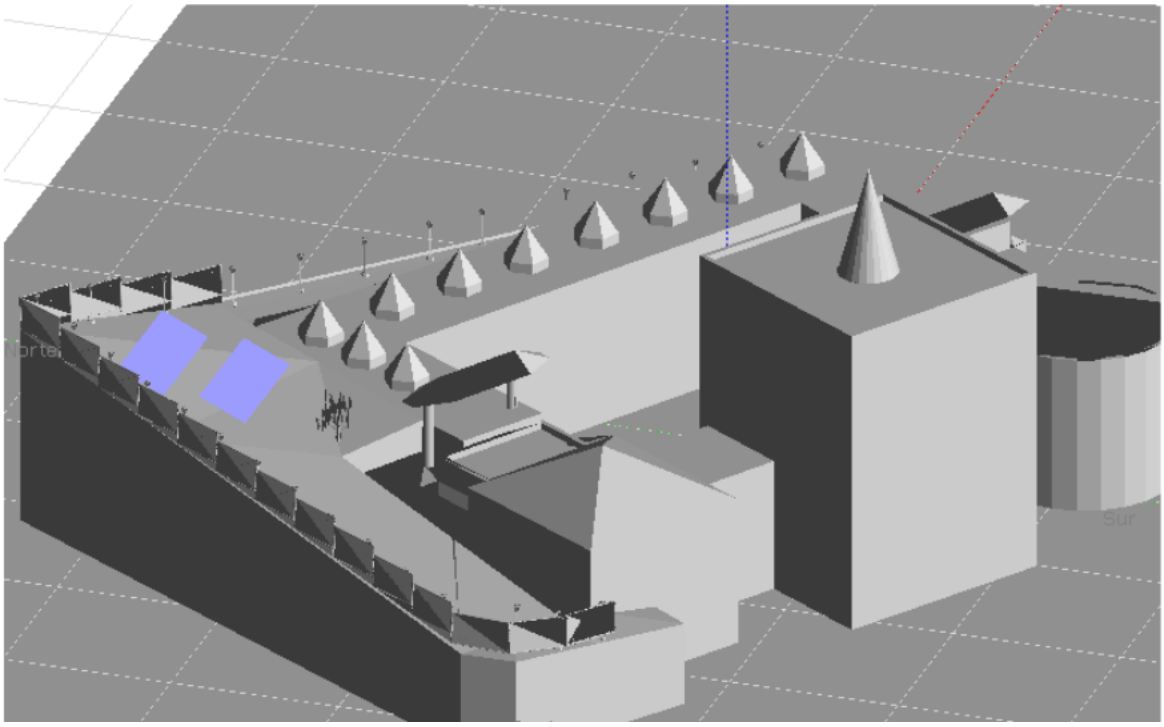


**Imagen 24.** Sombreado cercano PVSYST.

## 4.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.

Una vez introducidos todos los datos, se inicia la simulación, donde se obtiene un informe completo en PDF e información variada en forma de gráficos.

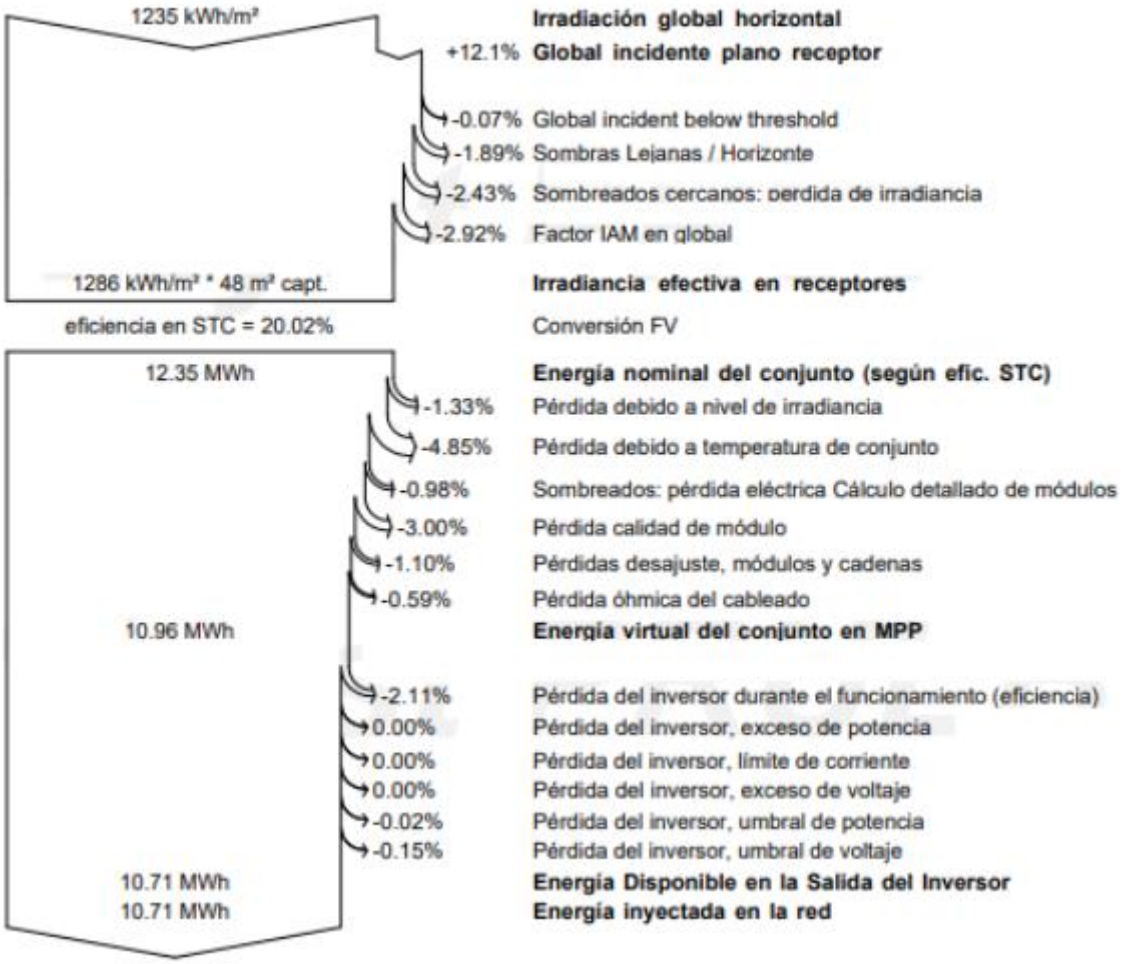



**Imagen 25.** Resultado de producción (Fuente: PVSYST)

En la imagen anterior se puede observar un resultado de producción fotovoltaica del cual se puede consumir 10,71 MWh anuales.

**System Lifecycle Emissions Details:**

| Item | Modules | Supports |
|---|---|---|
| LCE | 1713 kgCO2/kWp | 4.40 kgCO2/kg |
| Quantity | 9.60 kWp | 240 kg |
| Subtotal [kgCO2] | 16442 | 1057 |

**Tabla 14.** Emisiones causadas por el sistema fotovoltaico.

En la Tabla 14 se observan las emisiones emitidas de $CO_2$ por el transporte, instalación y producción de la instalación fotovoltaica.

Teniendo en cuenta el consumo evitado de la red y el $CO_2$ producido por la instalación (mencionado en el párrafo anterior), se logra evitar un total de 62,5 Tn de $CO_2$, considerando una vida útil de 30 años de instalación.

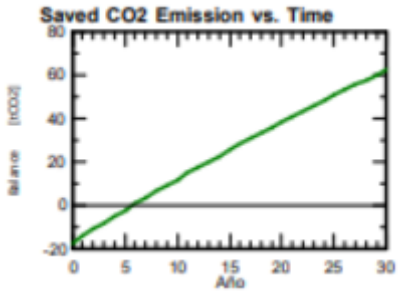



**Imagen 26.** Balance $CO_2$.

Analizando la Imagen 26, se obtiene un retorno del $CO_2$ a partir de los 5 años.

# 5. PRESUPUESTO

## 5.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| Capitulo | Concepto | Presupuesto Instalación Fotovoltaica Comisaria de Sestao |
|---|---|---|
| 1 | INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 8.561,90 |
| 2 | SISTEMA DE CONTROL | 2.863,20 |
| 3 | INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN | 1.387,33 |
| 4 | OBRA CIVIL | 4.672,40 |
| 5 | SEGURIDAD Y SALUD | 500,00 |
| 6 | CONTROL DE CALIDAD | 150,00 |
| 7 | TRAMITES INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 750,00 |

| | |
|---|---|
| Total Ejecución Material | 18.884,83 |
| Gastos generales (13%) | 2.455,03 |
| Beneficio industrial (6%) | 1.133,09 |

| | |
|---|---|
| Total Ejecución Contrata | 22.472,95 |
| IVA | 4.719,32 |

| | |
|---|---|
| **Total Presupuesto** | **27.192,27** |

## 5.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS

| *Código* | *Nat* | *Ud* | *Resumen* | *CanPres* | *Pres* | *ImpPres* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **01** | **Capítulo** | | **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA** | **1** | **8.561,90** | **8.561,90** |
| 01.01 | Partida | Ud | MODULO FOTOVOLTAICO 400WP JAM72S10-400/MR O SIMILAR | 24,00 | 115,00 | 2.760,00 |
| | | | Suministro e instalación módulo fotovoltaico marca JA solar modelo JAM72S10-400/MR o similar, Potencia de 400 Wp, 144 células "half-cell", mono cristalino, PERC. Vmp.41,33V. Imp. 9,68A, eficiencia del módulo 19,9%. Medidas 2015x996x40 mm. Peso 22,7 kg.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 01.02 | Partida | Ud | ESTRUCTURA DE LASTRADO PARA MODULO FV INCLINADO 35º SUN BALLAST O SIMILAR | 1,00 | 1.966,00 | 1.966,00 |
| | | | Suministro e instalación de estructura de lastrado completa para 24 módulos de fácil instalación sobre cubierta plana. inclinación de módulos de 35 º. Válido para módulos de 40mm de grosor.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 01.03 | Partida | Ud | INVERSOR TRIFÁSICO Sunny Tripower 10.0 o similar | 1,00 | 1.118,70 | 1.118,70 |
| | | | Inversor trifásico 10kW marca SMA modelo Sunny tripower 10.0-3AV-40 o similar. Vmpp 320-800 V, Vmax entrada 1000V, Imax entrada A=20A, Imax entrada B=12A,. Potencia nominal salida 10KW/10KVA. Imax salida 3x14,5A. Medidas 460x497x176.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 01.04 | Partida | Ud | KIT INYECCIÓN CERO ITR 2.0 O SIMILAR | 1,00 | 500,00 | 500,00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Suministro e instalación de kit inyección cero a red mediante ITR 2.0 de LACECAL o similar con certificado UNE 217001 IN.<br>Incluyendo todos los equipos de medida necesarios, así como todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 01.05 | Partida | m | CABLE SOLAR 4MM$^2$ PARA CABLEADO EN CUBIERTA | 209,60 | 1,08 | 226,37 |
| | | | Circuito mediante cable solar de cobre Prysun H1Z2Z2-K o similar y sección mínima de 4 mm2. Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.<br>Incluso conectores MC4, elementos de montaje y demás accesorios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 01.06 | Partida | Ud | ARMARIO PROTECCIONES CC | 1,00 | 125,00 | 125,00 |
| | | | Suministro de instalación de armario de protecciones DC, compuesto por los elementos descritos en esquema unifilar.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 01.07 | Partida | M | TUBO AISLANTE PVC D=20MM | 30,00 | 1,27 | 38,10 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Tubo aislante PVC libre de halógenos don diametro exterior superior a 20mm<br>Incluso, uniones, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.<br>Color a elegir por dirección facultativa. | | | |
| 01.08 | Partida | m | CANALETA AISLANTE 40X60 PARA CABLEADO EN CC | 48,00 | 12,11 | 581,28 |
| | | | Canal 73 40x60 libre de halógenos fabricante UNEX o similar con tabique separador y una sección útil superior a 323mm2 y 203mm2 por compartimiento.<br>Incluso, uniones, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.<br>Color a elegir por dirección facultativa. | | | |
| 01.09 | Partida | Ud | LASTRADO PARA CANALETA. | 5,00 | 9,29 | 46,45 |
| | | | Sistema de lastrado para canaleta eléctrica en cubierta. Fabricante UNEX o similar. | | | |
| 01.10 | Partida | M | MANO DE OBRA PARA MONTAJE MECANICO | 1,00 | 1.200,00 | 1.200,00 |
| | | | Ejecución y montaje de elementos descritos. | | | |
| | | | **Total 01** | **1,00** | **8.561,90** | **8.561,90** |
| | | | | | | |
| **02** | **Capítulo** | | **SISTEMA DE CONTROL** | **1** | **2.863,20** | **2.863,20** |
| 02.01 | Partida | Ud | EQUIPOS DE SUPERVISIÓN | 1,00 | 505,00 | 505,00 |
| | | | -CONV-RTU-IP Convertidor Modbus RTU a Modbus IP.<br>-Caja de PVC para alojar convertidor. | | | |
| 02.02 | Partida | Ud | EQUIPO DE CAMPO | 1,00 | 458,20 | 458,20 |
| | | | Irradiance Sensor Si-RS485, Sonda de irradiación solar con protocolo de comunicación Modbus y puerto RS485. 0..1500 W/qm. Incluye sonda de temperatura. | | | |
| 02.04 | Partida | Ud | INGENIERÍA | 1,00 | 1.900,00 | 1.900,00 |
| | | | Ingeniería de programación y gráficos en el sistema Metasys, de los 1 inversores y 1 sonda de irradiación, así como la incorporación de dichos datos al sistema MED. | | | |
| | | | **Total 02** | **1,00** | **2.863,20** | **2.863,20** |
| | | | | | | |
| **03** | **Capítulo** | | **INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN** | | **1.387,33** | **1.387,33** |
| 03.01 | Partida | Ud | CAJA CUADRO MANDO Y PROTECCIÓN DE CA | 1,00 | 605,00 | 605,00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Suministro de instalación de armario de protecciones AC, compuesto por los elementos descritos en esquema unifilar.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 03.01 | Partida | Ud | ADAPTACIÓN EN CUADRO ELECTRICO PARA PUNTO DE CONEXIÓN | 1,00 | 500,00 | 500,00 |
| | | | Suministro de instalación de todos los elementos necesarios para la adaptación del punto de conexión.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado. | | | |
| 03.02 | Partida | m | CONDUCTOR DE COBRE DE 2,5mm2 | 5,00 | 2,74 | 13,70 |
| | | | AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS) 4x2,5mm2+1x16mm2 unipolar de Prysmian o similar.<br>Tensión: 0,6/1 kV<br>Euroclase CPR: Cca-s1b,d1,a1<br>Normas: UNE 21123-4<br>Construcción<br>Conductor: Cobre, flexible clase 5, según UNE EN 60228. Aislamiento: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1. Elemento separador: Capa especial antiadherente. Relleno: mezcla LSOH libre de halógenos. Cubierta: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.<br>LIMPIO Y ECOLÓGICO<br>La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más límpio y con menos partículas contaminantes.<br>Código EAN: 8430220088144<br>Código ETIM 7.0: EC003251<br>Con parte proporcional de terminales y accesorios.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| 03.03 | Partida | m | CANALETA AISLANTE 40X60 PARA CABLEADO EN AC | 5,00 | 10,61 | 53,05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Canal 73 40x60 libre de halógenos fabricante UNEX o similar y una sección útil superior a m789m2.<br>Incluso, uniones, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.<br>Color a elegir por dirección facultativa. | | | |
| 03.04 | Partida | Ud | ARQUETA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE 38X50X25 CM | 1,00 | 50,34 | 50,34 |
| | | | Arqueta de conexión de puesta a tierra de 38x50x25cm formada por fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, solera de hormigón HM-20 y tapa de hormigón HM-20 con cerco de perfil laminado L 60.6, tubo de fibrocemento de 60 mm de diámetro interior y punto de puesta a tierra, incluso excavación, relleno y conexiones; construida según REBT. Medida la cantidad ejecutada.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado. | | | |
| 03.05 | Partida | Ud | PICA DE PUESTA A TIERRA | 4,00 | 16,81 | 67,24 |
| | | | Pica de puesta a tierra firmada por electrodo de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, incluso hincado y conexiones, construida según REB. Medida la cantidad ejecutada.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado. | | | |
| 03.06 | Partida | m | LÍNEA PUESTA TIERRA EN CC 16 MM2 | 70,00 | 1,40 | 98,00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Conductor de protección de cobre aislado unipolar H07V-K bajo norma UNE 21031 CE para unir toda la los marcos de aluminio de los módulos solares, inversores, cajas de protección etc.<br>Incluso, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.<br>Totalmente montado, conexionado y probado.<br>Incluye: Replanteo y conexionado.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| | | Ud | **Total 03** | **1,00** | **1.387,33** | **1.387,33** |
| | | | | | | |
| **04** | **Capítulo** | | **OBRA CIVIL** | **1** | **4.672,40** | **4.672,40** |
| 04.01 | Partida | Ud | TALADO DE ÁRBOL | 1 | 300 | 300,00 |
| | | | Talado de árbol, con motosierra, dejando un tocón de 50 cm de altura máxima, y carga a camión.<br>Incluyendo el transporte de los materiales retirados. | | | |
| 04.02 | Partida | Ud | RETIRADA DE TOCÓN | 1 | 100 | 100,00 |
| | | | Retirada de Tocón de árbol talado y carga a camión.<br>Incluyendo el transporte de los materiales retirados. | | | |
| 04.03 | Partida | m2 | NIVELACIÓN DE TERRENO | 90 | 20 | 1.800,00 |
| | | | Movimiento de tierras para nivelación de terreno a 15 grados aproximados, incluyendo la retirada de tierras si fuese necesario.<br>Incluso mano de obra, maquinaria y todo material necesario. | | | |
| 04.04 | Partida | $m^3$ | PERÍMETRO DE ROBLE | 37 | 60,2 | 2.227,40 |
| | | | Pieza de Roble 20cmx20cm y longitud de 37m.<br>Incluyendo tratamiento mediante dos manos de lasur contra hongos e insectos xilófagos en color estándar.<br>Montaje y todos los accesorios necesarios incluidos. | | | |
| 04.05 | Partida | UD | CANTO RODADO | 7 | 35 | 245,00 |
| | | | Suministro y vertido de Big bag (1Tn) de canto rodado natural 20/40mm.<br>Montaje y todos los accesorios necesarios incluidos. | | | |
| | | | **Total 04** | **1,00** | **4.672,40** | **4.672,40** |
| | | | | | | |
| **05** | **Capítulo** | | **SEGURIDAD Y SALUD** | **1** | **500,00** | **500,00** |
| 05.01 | Partida | Ud | ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. | 1 | 500 | 500,00 |
| | | | Estudio de seguridad y salud especifico. | | | |
| | | | **Total 05** | **1,00** | **500,00** | **500,00** |
| | | | | | | |
| **06** | **Capítulo** | | **CONTROL DE CALIDAD** | **0** | **150,00** | **150,00** |
| 06.01 | Partida | Ud | CONTROL DE CALIDAD. | 1,00 | 150,00 | 150,00 |
| | | | Supervisión y control de calidad para instalación fotovoltaica. | | | |
| | | | **Total 06** | 1 | **150,00** | **150,00** |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **07** | **Capítulo** | | **TRAMITES INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA** | **1** | **750,00** | **750,00** |
| 07.01 | Partida | Ud | LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN | 1,00 | 500,00 | 500,00 |
| | | | Legalización, certificado puesta en funcionamiento, certificado de instalación, trámites para la legalización correspondiente, trámites de conexión con empresa distribuidora. | | | |
| 07.02 | Partida | Ud | INSPECCIÓN OCA | 1,00 | 250 | 250,00 |
| | | | Inspección inicial por Organismo de Control Acreditado. | | | |
| | | | **Total 07** | 1 | **750,00** | **750,00** |
| | | | | | | |
| | | | **Total Ejecución Material** | | | **18.884,83** |
| | | | **Gastos generales (13%)** | | | **2.455,03** |
| | | | **Beneficio industrial (6%)** | | | **1.133,09** |
| | | | **Subtotal** | | | **22.472,95** |
| | | | **IVA** | | | 4.719,32 |
| | | | **TOTAL** | | | 27.192,27 |

# 6. DOCUMENTACIÓN GRAFICA

Índice:

1. Situación
2. Emplazamiento
3. Ubicación Módulos
4. Distribución de strings
5. Conexión pantalla cuadro
6. Esquema unifilar
7. Sombras.
8. Punto de Conexión.







Situación municipio de Sestao

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| BERRIK<br>REV | MARRAZTUTA<br>DIBUJADO | EGIAZTATUTA<br>COMPROBADO | ONETSIA<br>APROBADO | EGUNA<br>FECHA | ALDAKETA<br>MODIFICACIÓN |
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA<br>REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

GOBIERNO VASCO

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA
DENOMINACION

SITUACIÓN

ESKALA
ESCALA 1/50.000

PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO

1




SITUACIÓN COMISARÍA EN EL MUNICIPIO DE SESTAO

E: 1/10.000



EMPLAZAMIENTO MODULOS EN COMISARÍA

E: 1/500

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| BERRIK REV | MARRAZTUTA DIBUJADO | EGIAZTATUTA COMPROBADO | ONETSIA APROBADO | EGUNA FECHA | ALDAKETA MODIFICACIÓN |
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

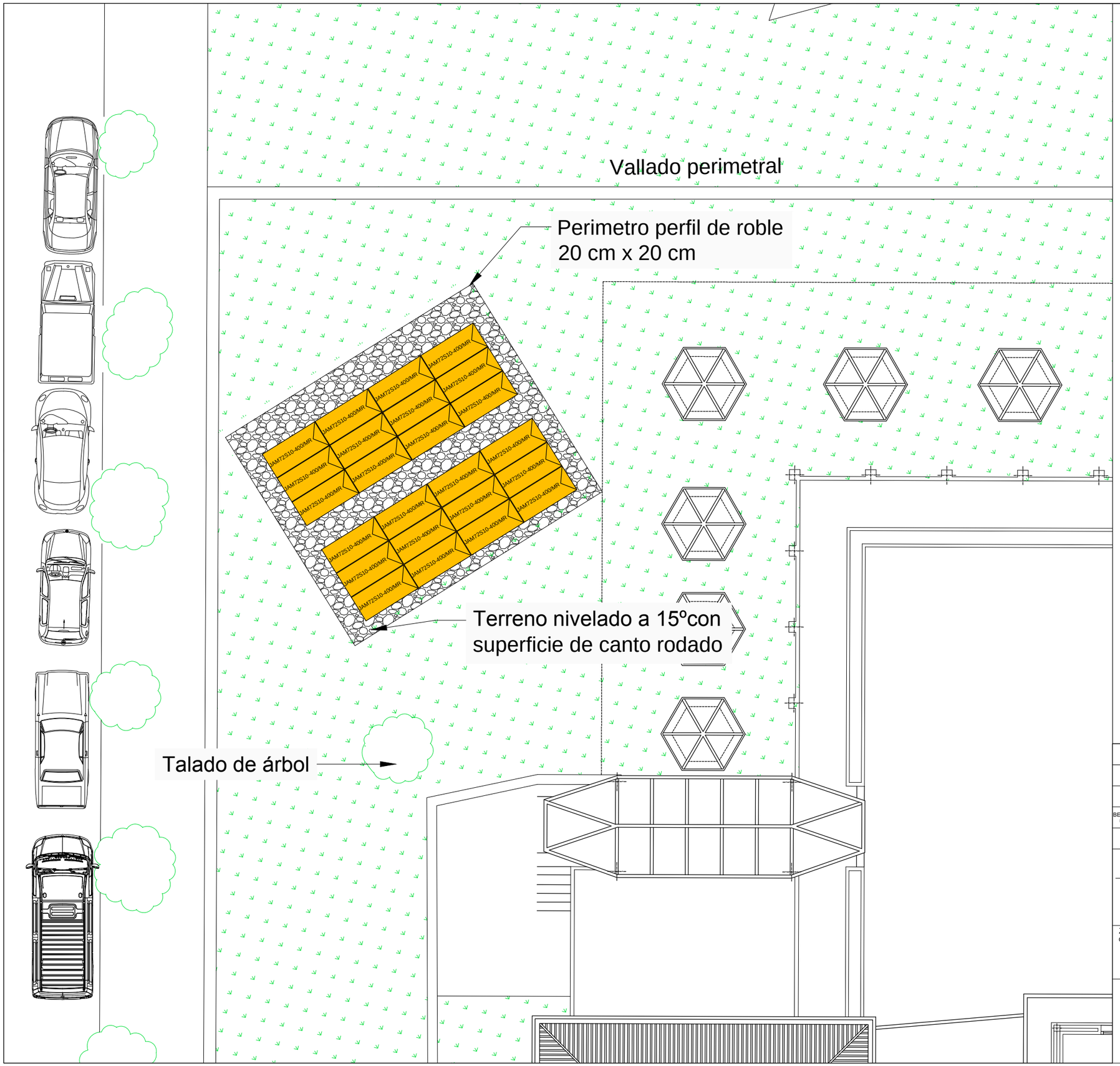
IZENDAPENA
DENOMINACION

EMPLAZAMIENTO

ESKALA A3: 1/500
ESCALA A3: 1/10.000

PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO

2




**Inclinación del terreno 15º aprox**
**Terreno inclinado**

**Modelo de módulos fotovoltaicos**:
JAM72S10-400/MR

**Nº de módulos:** 24 Unidades

**Potencia instalada:** 9,6 kWp

**Distancia entre filas**: 0,5 mts

**Inclinación:** 10º

10º inclinación del módulo +15º inclinación de terreno = 25º inclinación sobre horizonte

**MODULO JA SOLAR JAM72S10-400/PR**

**Tipo de celda:** Monocristalina "half-cell"

**Numero de celdas por panel:** 144 "half-cell"=72

**Medidas**: 996x2.015x40mm

**Peso:** 22,7 Kg

| BERRIK REV | MARRAZTUTA DIBUJADO | EGIAZTATUTA COMPROBADO | ONETSIA APROBADO | EGUNA FECHA | ALDAKETA MODIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA
**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

GOBIERNO VASCO
**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

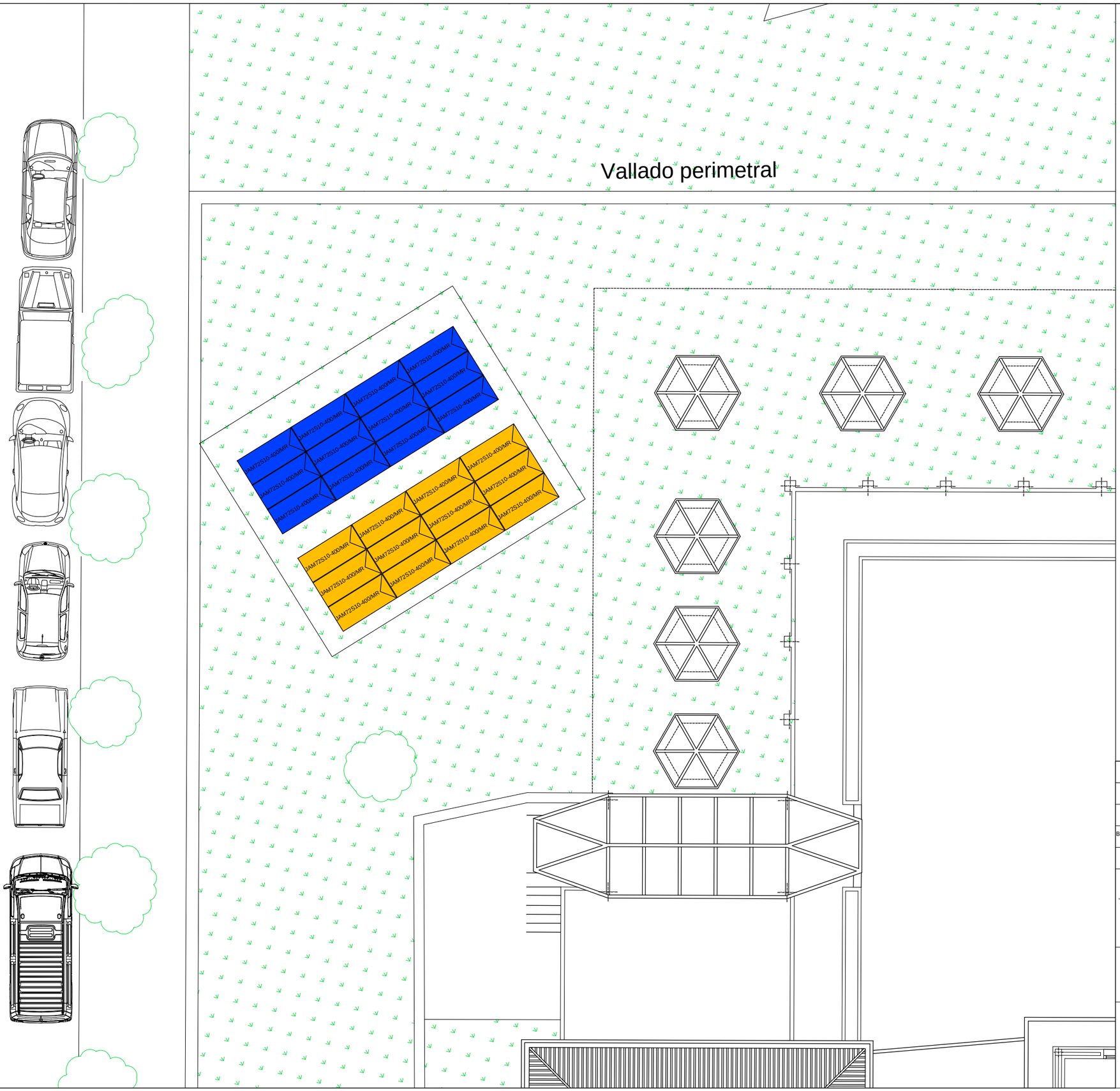
ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA
DENOMINACION

UBICACIÓN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

ESKALA
ESCALA A3: 1/125

PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO
3




**Inclinación del terreno 15º aprox**
**Terreno inclinado**

**Modelo de módulos fotovoltaicos**:
JAM72S10-400/MR

**Nº de módulos:** 24 Unidades

**Potencia instalada:** 9,6 kWp

**Distancia entre filas**: 0,5 mts

**Inclinación:** 10º

10º inclinación del módulo +15º inclinación de terreno = 25º inclinación sobre horizonte

**MODULO JA SOLAR JAM72S10-400/PR**

**Tipo de celda:** Monocristalina "half-cell"

**Numero de celdas por panel:** 144 "half-cell"=72

**Medidas**: 996x2.015x40mm

**Peso:** 22,7 Kg

STRINGS

| STRING Nº | COLOR STRING | COLOR |
|---|---|---|
| 1 | Azul | |
| 2 | Naranja | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| BERRIK REV | MARRAZTUTA DIBUJADO | EGIAZTATUTA COMPROBADO | ONETSIA APROBADO | EGUNA FECHA | ALDAKETA MODIFICACIÓN |
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA
DENOMINACION

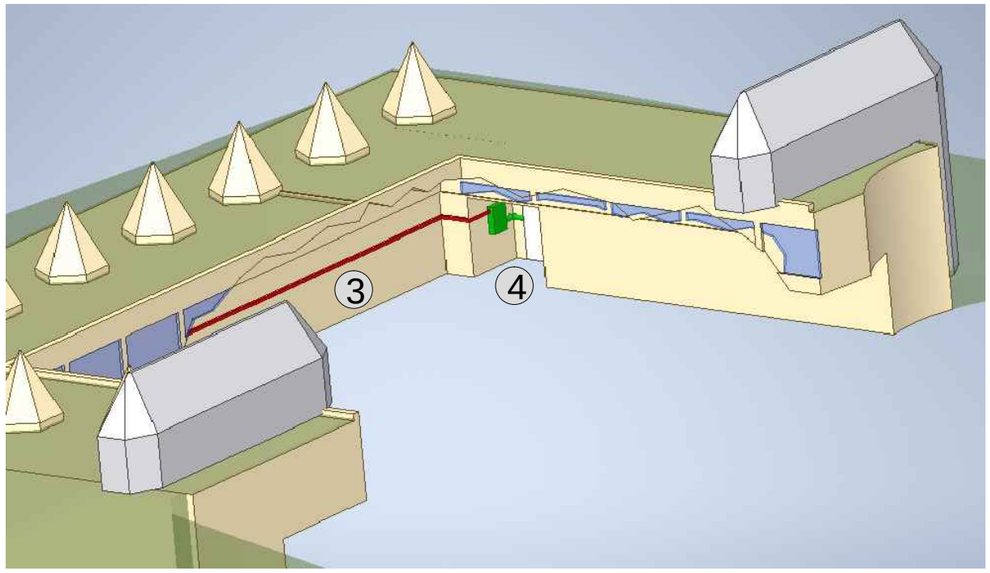
UBICACIÓN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

ESKALA
ESCALA A3: 1/125

PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO

4




| CANALIZACIÓN | | |
|---|---|---|
| RECORRIDO | TIPO | LONGITUD (m) |
| 1 | Tubo PVC D=20mm | 26 |
| 2 | Tubo PVC D=20mm | 4 |
| 3 | Canaleta 40x60 | 48 |
| 4 | Canaleta 40x60 | 5 |

**TRAMOS DEL TRAZADO**

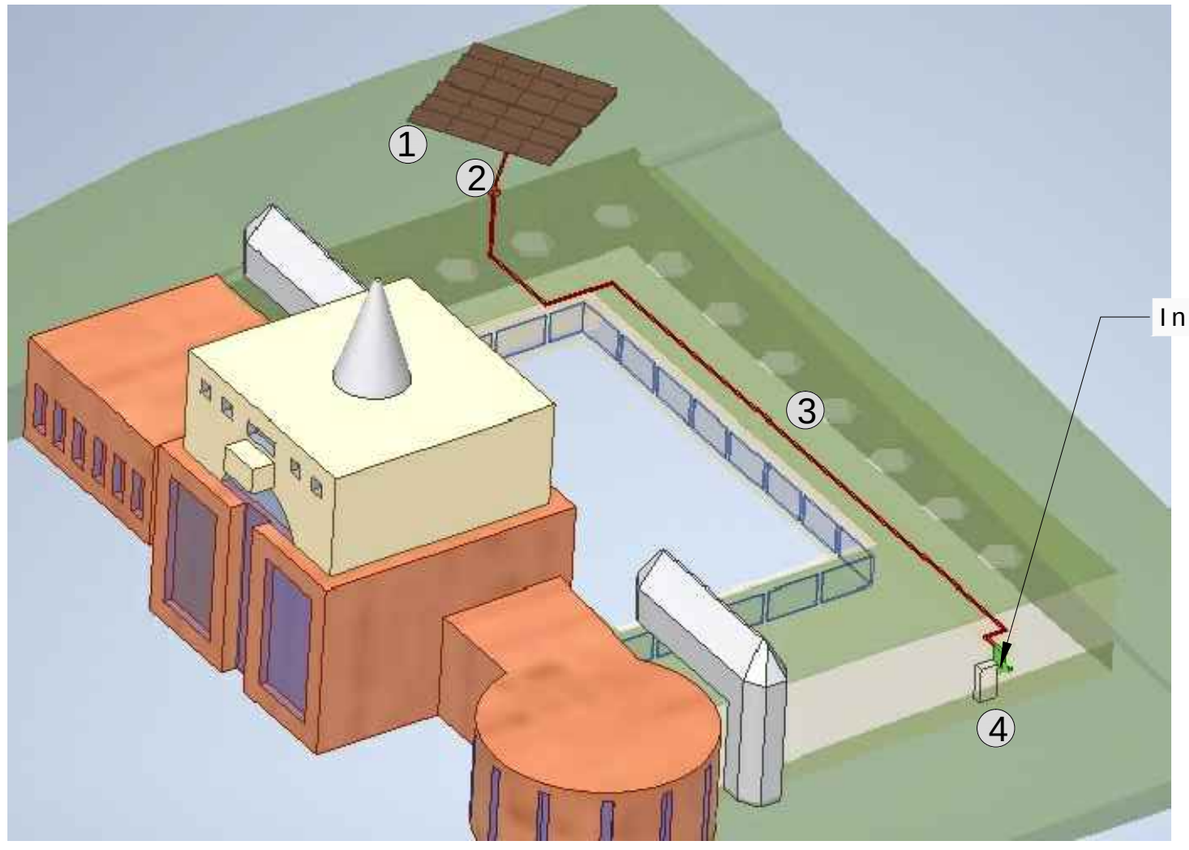
1 - Tramo desde placas a arqueta de bajada a galería inferior.

2 - Bajada arqueta existente

3 - Trazado del cableado por la galeria exterior hasta inversor.

4 - Cuarto de inversor y punto de conexión

| LONGITUDES DE CABLEADO | |
|---|---|
| String 1 (CC) | 65 x 2 (m) |
| String 2 (CC) | 65 x 2 (m) |
| TOTAL CC | 260 (m) |
| Cableado CA | 5 (m) |




Tramo de cableado en canalizacióna a instalar por el exterior de la pared

| BERRIK REV | MARRAZTUTA DIBUJADO | EGIAZTATUTA COMPROBADO | ONETSIA APROBADO | EGUNA FECHA | ALDAKETA MODIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA — GOBIERNO VASCO

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA / CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

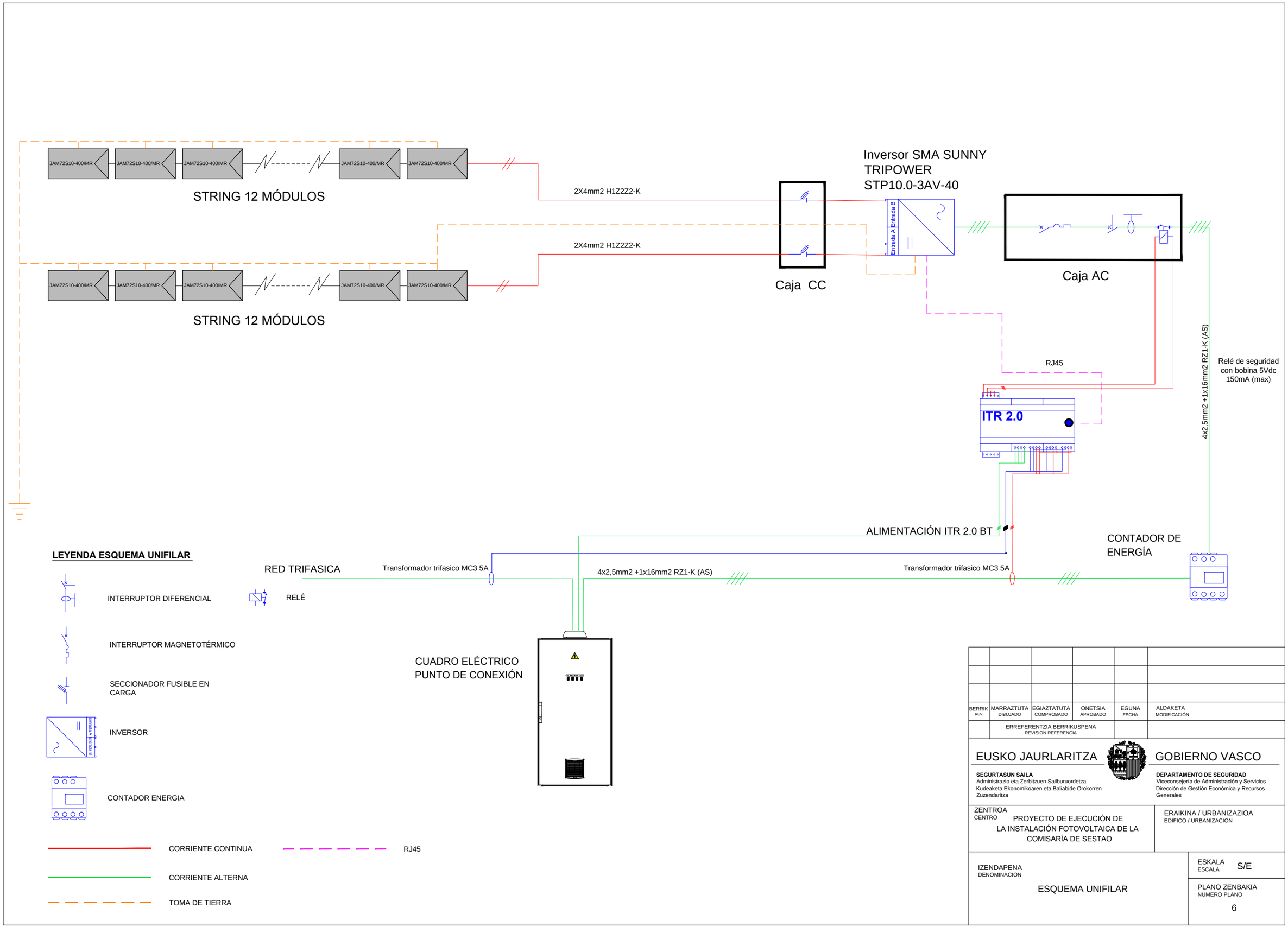
ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA / DENOMINACION

TRAZADO DEL CABLEADO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HASTA INVERSORES Y CONEXIÓN A CUADRO ELÉCTRICO

ESKALA / ESCALA S/E

PLANO ZENBAKIA / NUMERO PLANO 5




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| BERRIK<br>REV | MARRAZTUTA<br>DIBUJADO | EGIAZTATUTA<br>COMPROBADO | ONETSIA<br>APROBADO | EGUNA<br>FECHA | ALDAKETA<br>MODIFICACIÓN |
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA<br>REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE
LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA
COMISARÍA DE SESTAO

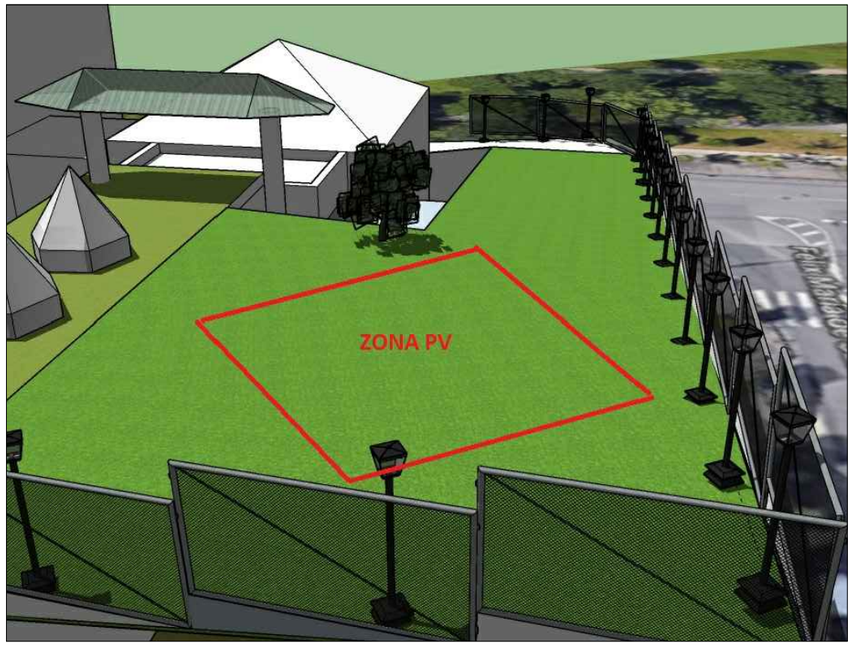
ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA
DENOMINACION

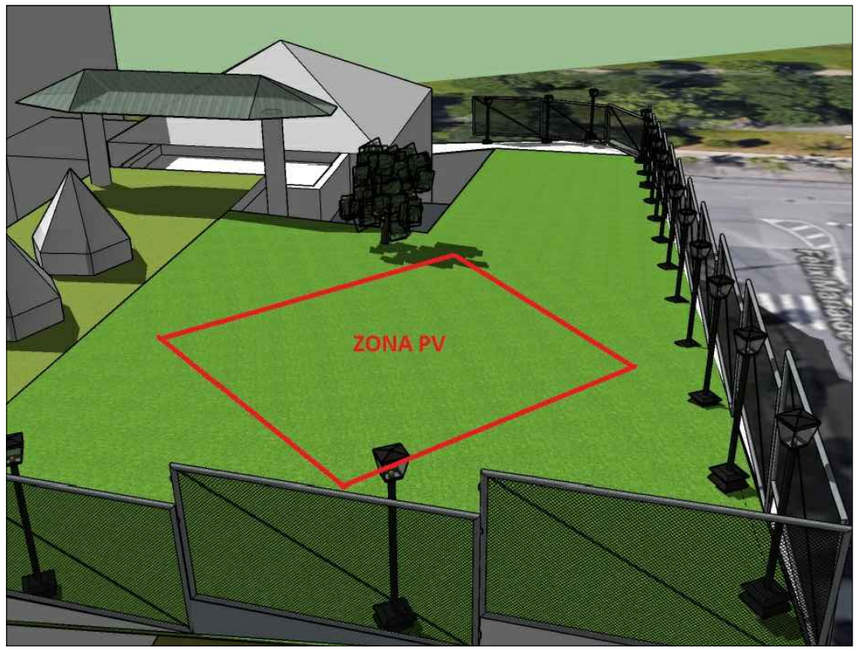
ESQUEMA UNIFILAR

ESKALA
ESCALA
S/E

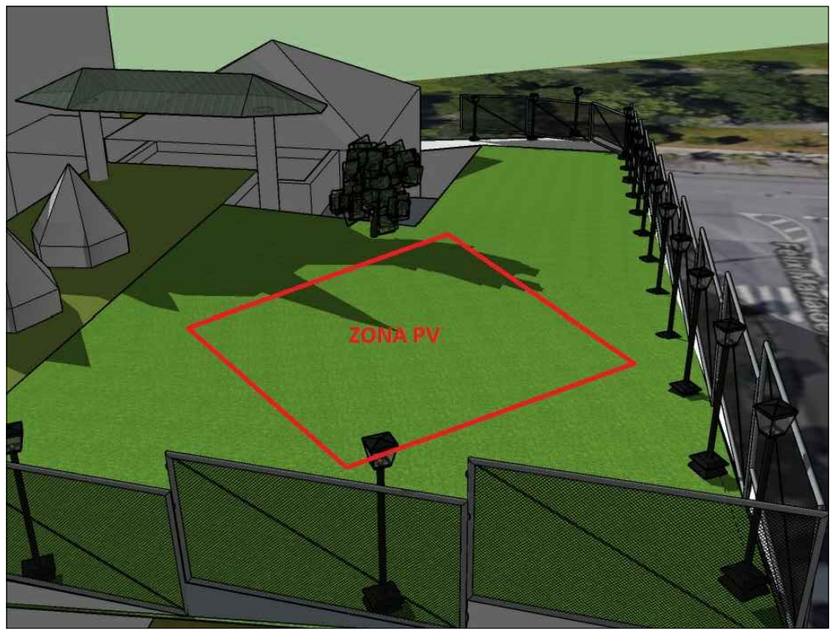
PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO
6




21-06-2019 12:00




20-03-2019 12:00




21-12-2019 12:00

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| BERRIK REV | MARRAZTUTA DIBUJADO | EGIAZTATUTA COMPROBADO | ONETSIA APROBADO | EGUNA FECHA | ALDAKETA MODIFICACIÓN |
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA
DENOMINACION

SOMBRAS SOBRE PANELES

ESKALA
ESCALA -

PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO

7

LINEA DE IBERDROLA

C.G.P

CONTADORES

CUD 10490

CUD 10491

CUD 10492

3.5 x 185 mm2 + TT

ABB SACE
SN 400 A
35 KA
CAT.B

Trafos de Intensidad "SACI"
KN/A 250/5

Descargador de rayos o sobretensiones.

OVE

ABB
S 274
C63 A
6 KA

FUSIBLE
SIMON 250A
120 KA

FUSIBLE
SIMON 250A
120 KA

Trafos de Intensidad "SACI"
KN/A 125/5

ANALIZADORES
KAINOS

CUD 10499

CUD 10514

SGI.BEMS

3x25+0,5x6mm2

3,5x150 mm2

3x240+0,5x185mm2

CUD 10493

BATERÍA DE
CONDENSADORES

MOTOR GENERADOR CATERPILLAR
125 KVA

CUD 10494

Cgrupo
C1

Cred
C2

CUADRO DE TRANSFERENCIA

A CUD 10494

Climatización y ACS CUD10495

3x240+0.5x185mm2

CUD 10496 CUADRO GNRAL

4x250 A

C.A.

A

Fus.3x2 A

C.V.

V

ABB
SACE
4x160 A

ABB
SACE
4x125 A

3,5x50mm2

3,5x50mm2

Distribución fuerza CUD 10497

Distribución alumbrado CUD 10498

KIT ANTIVERTIDO

PUNTO DE CONEXIÓN

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| BERRIK REV | MARRAZTUTA DIBUJADO | EGIAZTATUTA COMPROBADO | ONETSIA APROBADO | EGUNA FECHA | ALDAKETA MODIFICACIÓN |
| | ERREFERENTZIA BERRIKUSPENA REVISION REFERENCIA | | | | |

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

**SEGURTASUN SAILA**
Administrazio eta Zerbitzuen Sailburuordetza
Kudeaketa Ekonomikoaren eta Baliabide Orokorren Zuzendaritza

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**
Viceconsejería de Administración y Servicios
Dirección de Gestión Económica y Recursos Generales

ZENTROA
CENTRO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA COMISARÍA DE SESTAO

ERAIKINA / URBANIZAZIOA
EDIFICO / URBANIZACION

IZENDAPENA
DENOMINACION

PUNTO DE CONEXIÓN

ESKALA
ESCALA S/E

PLANO ZENBAKIA
NUMERO PLANO

8

# 7. ESTUDIO BÁSICO GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD.

## 7.1 OBJETO

En el presente estudio se establecen las principales directrices que el contratista tiene que cumplir para llevar a cabo las obras respetando las obligaciones mínimas referentes en la prevención de riesgos, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 6 del Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud a las obras de construcción.

Además pretende especificar los siguientes aspectos:

- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas necesarias.
- Relación de los riesgos labora les que no se puedan eliminar de acuerdo con el señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas a controlar y reducir los riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se protejan medidas alternativas (se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se realice y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día y en las condiciones de seguridad y salud adecuadas, los previsibles trabajos posteriores.

## 7.2 MEMORIA DESCRIPTIVA

### 7.2.1 Oficios, materiales y equipos implicados.

El proceso de ejecución de la instalación implica los siguientes oficios y materiales:

- Oficios y actividades que intervendrán en la obra: capataz, oficial 1ª electricista, ayudante electricista, estructuristas, constructores y transportistas.
- Materiales a utilizar en la obra: paneles solares fotovoltaicos, inversores, material eléctrico en general (cables, cajas, interruptores...), estructuras metálicas (carriles, tornillos, piezas de anclaje...) y material de peletería (mortero, cemento...).

- Maquinaria prevista: camión transporte, camión desea, equipo para perforar, taladro, sierra circular, herramientas manuales y plataforma telescópica articulada.

### 7.2.2 Fases de ejecución.

Las fases en que se puede dividir la ejecución de la obra son: replanteo, acopio de materiales, montaje de la estructura, montaje de los paneles fotovoltaicos y cableados, instalación de equipos, inter -conexionado, pruebas sistema fotovoltaico, conexión a la red provisional y definitiva.

### 7.2.3 Señalización en obra.

Previo al inicio de las obras, dado que existirá un tránsito más o menos continuo de personal se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizándolos adecuadamente y protegiendo el entorno de actuación con señalizaciones del tipo: • Prohibido el paso de toda persona ajena a la obra

- Uso obligatorio del casco de seguridad
- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos
- Carteles anunciadores de riesgo eléctrico y de incendio

Se habilitará una zona de viabilidad para que las obras no interrumpan el desarrollo normal de las actividades del promotor garantizando la seguridad de todos los agentes que puedan resultar afectados.

Se emplearán las señalizaciones homologadas de obligatoriedad, información y

Prohibición.

Habrá que coordinar los trabajos de la instalación solar con el resto de actividades constructivas que se desarrollarán. El objetivo será el de informar y advertir de la simultaneidad de las actividades y riesgos de las diversas actividades.

## 7.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS.

En el siguiente apartado se establecen los riesgos derivados de las fases de ejecución, actividades y oficios que se prevé que intervendrán en la obra.

A continuación se realiza una descripción de las actividades y después se definirán los riesgos en general, puesto que muchos son comunes por diferentes tipos de actividades.

### 7.3.1 Riesgos derivados del montaje de las estructuras.

El montaje de la estructura es un trabajo en altura. En una primera inspección se comprueba que la estructura soporta el peso del paso de las personas, y se aconseja desplazarse por encima de los perfiles que quedan definidos por agujeros ya hechos al panel.

Más adelante se remarcan los riesgos derivados de la utilización de la plataforma elevadora vertical necesaria para acceder al tejado.

Una vez en el tejado, se define el máximo riesgo como puede ser el de caída a diferente nivel, este se presenta sobre todo en las claraboyas existentes en las cubiertas de las naves.

Además, en todo el perímetro exterior de la cubierta, hay el riesgo de caer por la parte exterior de la nave. Se instalará una protección específica para las claraboyas en forma de pasarelas de resistencia similar a la de la propia cubierta.

También se montará una línea de vida para que los trabajadores y toda persona que circule por la cubierta, que estarán obligados a llevar arnés o como mínimo el cinturón de seguridad, se puedan atar en todas las zonas de trabajo, por último se dispondrá una red en todo el perímetro de la nave con riesgo de caída, que montará una empresa especializada en sistemas de seguridad para la construcción. Por otro lado, se plantea la opción de colocar una valla perimetral por una empresa especialista en sistemas de seguridad para la construcción.

### 7.3.2 Riesgos derivados del montaje eléctrico.

El montaje eléctrico consistirá en la colocación de los tubos, cables y protecciones así como la conexión a red de la misma. Incluye pues todas las actividades de empalmes, tendido de cable, conexiones...

Dado que los paneles los instalarán los estructuristas, los instaladores eléctricos tendrán que acceder a la cubierta para realizar los empalmes de las series y hacer las canalizaciones hasta donde se encuentran los inversores, serán de igual aplicación las medidas de protección ante el riesgo derivado de la estatura.

Dado que la cubierta se encuentra situada a unos metros del suelo, las canalizaciones que tienen que bajar desde la cubierta se tendrán que realizar en altura con la ayuda de una plataforma elevadora que estará disponible durante toda la obra. Por estos motivos se mantendrá la red en el perímetro de trabajo. Además, los electricistas tendrán que realizar trabajos sobre la escalera por encima de los 3,5 metros, por lo tanto tendrán que ir sujetados por un arnés que se atará a un punto de anclaje fijo, puesto que cualquier desequilibrio puede provocar una caída de consecuencias graves. (Atarse a partir de los 2 metros).

Cabe destacar que los paneles fotovoltaicos generan tensión a partir del momento que el sol irradia sobre las placas, por este motivo se tendrá que ir con cuidado de no tocar directamente un cable positivo y negativo de una misma serie, puesto que este hecho provocaría un cortocircuito sin protección. En caso de que esto sucediera, el riesgo es bajo puesto que las uniones se realizan con conectores macho-hembra recubiertos de plástico y los paneles tienen un grado de protección 2 contra contactos eléctricos indirectos. Se informará de este fenómeno a los trabajadores pero además, será necesario el uso de guantes de protección contra contactos eléctricos.

### 7.3.3 Riesgo derivado de las obras de fábrica en parámetros interiores.

Entenderemos por obras de fábrica cualquiera de las actividades (peletería, pintado...) que habrá que realizar en el edificio derivado de la instalación del generador solar ya sea por la colocación de la estructura y de las placas como por la instalación de las canalizaciones, cableado y equipos eléctricos. Los riesgos serán los que se detallan a continuación puesto que por este tipo de actividad se pueden englobar muchos.

### 7.3.4 Riesgos derivados de los trabajos en altura.

Estas instalaciones se caracterizan por efectuarse sobre tejados de casas, naves y hoteles, a pesar de que también se pueden desarrollar al mismo nivel o sobre unas estructuras elevadas.

Es por este motivo que se adjunta el presente apartado, con el fin de establecer cómo se realizarán o pueden realizarse los diferentes trabajos en altura y sus elementos.

Consideramos trabajo en altura todas aquellas operaciones que se realicen por encima del nivel del suelo.

La mayor parte de los accidentes se deben a causas humanas o bien a causas materiales.

El principal riesgo es el de caída a diferente nivel; los equipos empleados en este tipo de trabajos son los siguientes: escaleras, andamios de borriquetes, andamios sobre ruedas, andamios colgados y exteriores y andamios tubulares.

### 7.3.5 Riesgos derivados de la maquinaria.

Los riesgos a terceros se refieren a la probabilidad y posibilidad de la existencia de un peligro para personas ajenas a la ejecución de las obras.

En el caso del proyecto estas serían el promotor de la obra, así como posibles personas que tengan que acceder al edificio o alrededores.

RIESGOS GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES MENCIONADAS SON:

- Golpes: a personas por el transporte o disposición de piezas, por objetos, (maniobras de carga y descarga), por el transporte en suspensión de grandes piezas, por la carga a menajes verticales u horizontales durante las maniobras de servicio o golpes por herramientas manuales.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir piezas.
- Caída de personas y objetos al mismo nivel o diferente nivel, desde la caja al suelo (andar sobre la carga; subir y bajar por lugares no previstos para tal efecto) y caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.
- Trabas y torcidas.
- Vuelco de piezas.
- Contacto con la energía eléctrica, (sobrepasar los gálibos de seguridad bajo líneas eléctricas aéreas).
- Desprendimiento de la carga por deslizamiento peligroso.
- Ruido.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cortes y heridas a manos y pies por manejo de piezas de hierro o de herramientas manuales o maquinaria.

- Quemaduras.
- Sobresfuerzos en general y por posturas forzadas.
- Incendio por instalación incorrecta de la red eléctrica.
- Electrocución o quemaduras por la mala protección de los cuadros eléctricos o por falta de precaución.
- Explosión de los grupos de transformación.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Riesgos inherentes a los trabajos realizados en su proximidad.
- Atropello de personas por: maniobras en retroceso; ausencia de señales; errores de planificación; carencia de señalización o ausencia de semáforos.
- Vuelco del camión al intentar superar obstáculos del terreno; errores de planificación.
- Atropello de personas por maniobras en retroceso, ausencia de señales o espacio angosto.
- Atrapamientos maniobres de carga - descarga y durante maniobras de ubicación.
- Choques al entrar y salir de la obra por maniobras en retroceso, falta de visibilidad, ausencia de señalización o ausencia de semáforos.
- Vuelco del camión al: superar obstáculos, fuertes pendientes, medias vertientes o desplazamiento de la carga.
- Proyección de partículas por: viento o movimiento de la carga.
- Atrapamiento entre objeto, permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión.
- Contacto con la corriente eléctrica, caja izada bajo líneas eléctricas.

## 7.4 MEDIDAS PREVENTIVAS.

- Se realizará una limpieza diaria de los elementos sobrantes, alambres, recortes...
- La circulación, carga y descarga de material se realizará en las zonas señalizadas.
- Las superficies estarán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de instalación.
- Señalización de la zona de obras, impidiendo el acceso a personas ajenas a las obras.
- Señal acústica marcha atrás.

- El montaje de aparatos eléctricos se hará siempre por personal especializado, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Se prohíbe la conexión de cables a los cuadros de suministro eléctrico de la obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica sobre escaleras de mano se hará una vez instalada una red de seguridad entre la planta techo y de apoyo en la que se realizan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- Las herramientas a utilizar para electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las herramientas de los instaladores eléctricos con aislamiento deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano o de borriquetes, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se hará será el que va del cuadro general al de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de empezar, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo tijera, con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas. Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de caballetes, para evitar riesgos para trabajos sobre superficies inseguras y estrechas. Se realizará una limpieza diaria de los elementos sobrantes, alambres, recortes...
- Se revisarán periódicamente los elementos de elevación y sujeción.

- La circulación, carga y descarga de material se realizará en las zonas y por las zonas señalizadas.

Cada equipo se sujetará de la manera más fija posible.

- Se dispondrá de una plataforma de trabajo en la altura adecuada.
- Se tenderán cables de seguridad ligados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón de seguridad de los trabajadores.
- La circulación, carga y descarga de material se realizará en las zonas y por las zonas señalizadas.
- En caso de presencia de un fuerte viento o condiciones climatológicas adversas, se paralizarán los trabajos hasta que las condiciones ambientales hayan mejorado.
- Las superficies estarán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de instalación. En ningún caso se accederá a la cubierta o en cualquier lugar elevado sin los correspondientes medios de seguridad: arnés, cuerdas, andamios, etc...

## 7.5 PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS.

A continuación, se mencionan las protecciones individuales y colectivas necesarias:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Casco de seguridad para uso normal, contra golpes, de polietileno, con un peso máximo de 400g (UNE EN 812:98).
- Ropa de trabajo adecuada al tipo de actividad.
- Gafas de seguridad anti impactos estándar, con montura universal, con visor transparente y tratamiento contra el empañamiento.
- Par de guantes de material aislante para trabajos eléctricos. Clase 00. Logotipo color beige, tensión máxima 500V (UNE EN 420:95).
- Par de botas dieléctricas resistentes a la humedad, de piel rectificada, con envolvente del tobillo acolchado, suela antideslizante y antiestática, cuña amortiguadora para el talón, lengüeta de fuelle, de desprendimiento rápido, sin herramienta metálica, con puntera reforzada, homologadas según DIN 4843 Sistema anti caída compuesto por un arnés anti caída (marcado en 361) con tirantes, bandas secundarias, bandas para

glúteo, bandas de muslo, apoyo dorsal para sujeción, elementos de ajuste, elemento dorsal para sujeción, elementos de ajuste, elemento dorsal de enganche de arnés anti caída y hebilla, incorporado a un subsistema anti caída de tipo deslizante sobre línea de anclaje flexible de longitud 10m (marcado en 353-2) (UNEEN 361:93, UNE en 362:93, UNE EN 364 : 93 + erratum 94, UNE EN 365:93 y UNE EN 353-2:93).

- Sistema de sujeción en posición de trabajo y prevención de pérdida de equilibrio, compuesto por una parte de cintura, hebilla, apoyo dorsal elementos de enganche, conector, elemento de amarre del sistema de ajuste de longitud (marcado en 362) (UNE EN 358:93, UNE EN 362:93, UNE EN 354:93, UNE EN).
- Aparato de anclaje para equipo de protección individual contra caída de altura (UNE 1 EN 795:97).
- Arnés de asiento solidario a equipo de protección individual contra caída de altura (UNE 1 EN 795:97).
- Faja de protección dorso - lumbar.
- Chaleco, para señalita, con tiras reflectantes en la cintura, el pecho y la espalda (UNE EN 471:95 + erratum: 96).
- Traje impermeable para trabajos de edificación con chaqueta, capucha y pantalones para edificación, de PVC soldado de 0,3 mm de espesor (UNEEN 340:94).
- Alfombra aislante
- Comprobantes de tensión
- Herramientas aislantes
- Lanzas aislantes.
- En todos los trabajos en altura en que no se disponga de protección de barandillas o dispositivos equivalentes, se empleará cinturón de seguridad para el que obligatoriamente se han previsto puntos fijos de amarre.

PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Protección colectiva vertical del perímetro de los tejados mediante una barandilla.
- Cable fiador para el cinturón de seguridad fijado en anclajes de servicio y con el desmontaje incluido. Disposición de una línea de vida. Pantalla de protección para trabajos expuestos al viento, de altura 2,5 m de plancha nervada de acero galvanizada, tornapuntas de perfiles de acero cada 1,5 m anclados con hormigón y con el desmontaje incluido.

- Escala portátil dieléctrica de poliéster y fibra de vidrio de altura 2,5 m y de largo 3,5 m.
- Cinta de balizamiento.
- Señalización de las obras, indicando las actividades que se desarrollan, los riesgos existentes y la localización de los diferentes puntos de acceso, zonas de paso, acopio de materiales... Para lograrlo se utilizarán carteles informativos, señales, placas, rótulos, marcas pintadas...

## 7.6 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.

En base a la aplicación de este estudio y del artículo 7º, el contratista ha de elaborar un Plan de Seguridad y Salud específico para la obra considerando las disposiciones establecidas.

El promotor deberá de efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará de acuerdo a lo que se detalla en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, habiendo de exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuese necesario.

## 7.7 COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones: Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

1. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y el personal participante apliquen de forma coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, durante la ejecución de la obra y en particular, en les actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D.1627/1997.
2. Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

3. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
4. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
5. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuese necesaria la designación de un coordinador.

## 7.8 SEÑALIZACIÓN.

### 7.8.1 Señales de obligación.




**Imagen 27.** Señalización de obligación

### 7.8.2 Señales de advertencia.




**Imagen 28.** Señalización de advertencia.

# 8. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN OBRA.

Los residuos generados en esta obra serán:

- Restos de material construcción.
- Restos de tierra de material por zanja.
- Papel y cartón, procedente de los envoltorios de los paneles y inversor.
- Palés de madera para transporte de material.
- Restos de acero procedente de la tornillería.
- Restos aluminio perfiles estructura soporte.
- Cobre y restos de cableado procedentes de los trabajos de la instalación eléctrica.

El volumen de residuo será pequeño debido a que no se producirán grandes movimientos de tierra, demoliciones o actividades susceptibles de generar contaminación.

El volumen aproximado de cada residuo total por las nueve centros será:

- Restos de material construcción: 0,1 $m^3$ o inferior
- Restos de tierra de material por zanja: 2$m^3$ o inferior (para arqueta de toma tierra)
- Papel y cartón, procedente de los envoltorios de los paneles e inversores:3$m^3$ o inferior
- Palés madera para transporte de material: 2$m_3$ o inferior
- Restos de acero procedente de la tornillería:0,3 $m_3$ o inferior
- Restos aluminio perfiles estructura soporte:0,3 $m_3$ o inferior
- Cobre y restos cableado procedentes de los trabajos de la instalación eléctrica: 0,3$m_3$ o inferior

En todo caso, todos los residuos generados en la obra serán recogidos y transportados por un Gestor de Residuos Autorizado.

# 9. PLIEGO DE CONDICIONES.

## 9.1 OBJETO.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, forma parte de la documentación del presente proyecto de referencia y regirá las obras para la realización del mismo, determinando las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de la Instalación Fotovoltaica conectada a la red, acorde a lo estipulado por la legislación vigente.

## 9.2 CONDICIONES GENERALES.

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma. Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos, así como de la conservación y buen uso de los materiales acopiados, bien sea por el propio contratista, como por parte de la propiedad. En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc.

## 9.3 RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS.

Antes de la recepción de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por el proyecto de ejecución. Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas y mecánicas han sido ejecutadas de modo correcto y terminadas y rematadas completamente.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos que se indican en los artículos siguientes.

## 9.4 MEDICIÓN DE LA OBRAS

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el presupuesto, y se abonarán a los precios señalados en el mismo.

En los precios del Presupuesto se consideran incluidos:

- Los materiales con todos sus accesorios a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- La mano de obra, con sus pluses y cargas más seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc., de la maquinaria que se prevé utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes y talleres; los del personal técnico y administrativo adscrito e exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos, que al ejecutar las obras deban ser utilizados o realizados.

## 9.5 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

### 9.5.1 Componentes y materiales

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas 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.

#### *9.5.1.1 Módulos fotovoltaicos.*

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito l cliente, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

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 a continuación.

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del 0/+5W del correspondiente valore nominal 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. Será deseable una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra. 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 ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador. Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

#### *9.5.1.2 Estructuras y soportes.*

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos sobre superficie plana (o cubierta), cumpliendo lo especificado sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

#### *9.5.1.3 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.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility
- Interactive photovoltaic inverters.

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.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

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 controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

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 de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

#### *9.5.1.4 Cableado.*

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a 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 deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable 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 tendrá un aislamiento adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

### 9.5.2 Condiciones de ejecución y montaje.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos, así como de la conservación y buen uso de los materiales que se aporten.

#### *9.5.2.1 Estructuras y soportes.*

En la recepción se comprobará que las estructuras tienen un aspecto uniforme y no presentarán grietas, defectos superficiales, ni desprendimientos en el recubrimiento y que las aristas carecen de melladuras.

Antes de realizar el montaje de las estructuras se realizará un control dimensional de las piezas. Se comprobará que la estructura aporta certificado con el resultado de los ensayos previstos en la norma UNE 38-010.

Las estructuras se ubicarán en el lugar determinado por los planos y se lastrara al terreno con seguridad de forma firme.

Se comprobará que los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos, superiores a las permitidas por el fabricante.

El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, mediante un gestor de residuos autorizado.

#### *9.5.2.2 Módulos fotovoltaicos.*

En la recepción, se comprobará con el amperímetro y voltímetro, que la intensidad y la tensión que producen, cada uno de los módulos fotovoltaicos, se ajusta a las especificaciones del fabricante, registrándose las medidas resultantes y entregándose las mismas a la dirección facultativa. 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 situarán junto a la estructura de cada línea.

Durante el montaje del generador fotovoltaico se mantendrán los seccionadores abiertos y se cubrirán las caras frontales de los paneles con material opaco antes de realizar las conexiones eléctricas o abrir la caja de terminales.

Se identificarán los conductores eléctricos con colores y numeración para su posterior conexión, verificando cuidadosamente antes de hacer cada conexión si la polaridad es correcta.

El conexionado eléctrico se aislará e impermeabilizará correctamente, el grado de protección resultante de las conexiones será IP 535 (Norma UNE 20-324). Las conexiones eléctricas serán siempre embornadas.

Al finalizar la interconexión de cada inversor se colocarán señales de peligro eléctrico, distribuidas adecuadamente, y a una distancia máxima de 7 metros entre ellas, en lugares visibles. Previamente se colocarán señales en las puertas de acceso a la instalación.

Los operarios que trabajen en el montaje de los módulos fotovoltaicos usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las

herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, c mediante un gestor de residuos autorizado.

#### *9.5.2.3 Inversores y cableado.*

En la recepción, los inversores se inspeccionarán para determinar si hubo daños durante el transporte.

Se identificarán los conductores eléctricos con colores y numeración para su posterior conexión, verificando cuidadosamente antes de hacer cada conexión si la polaridad es correcta. El conexionado eléctrico se aislará e impermeabilizará correctamente, el grado de protección resultante de las conexiones será IP 535 (Norma UNE 20-324). Las conexiones eléctricas serán siempre embornadas. La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

Se evitará que pudieran ponerse en contacto los conductores de c.c. con los de c.a., mediante separación de circuitos. Primero se realizará el interconexionado en c.c.

Los conductores que discurran sobre el suelo bajo tubo, fijándose estos mediante abrazaderas metálicas o plastificadas y se asegurará que su colocación imposibilita el enganche por el tránsito del personal Los equipos electrónicos y aparatos incluidos en la instalación cumplirán las condiciones de seguridad de la Norma UNE 20-5141, que le sean aplicables.

Los operarios que trabajen en el conexionado y en el montaje de los inversores, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas. En caso de lluvia se suspenderá el montaje de los inversores. El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra

de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

#### *9.5.2.4 Medidas de seguridad.*

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

## 9.6 RECEPCIÓN Y PRUEBAS.

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.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna 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 la desconexión.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la recepción de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción 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 suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Legalización de la instalación.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

## 9.7 GARANTÍAS.

### 9.7.1 Ámbitos generales de garantía.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase 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.

### 9.7.2 Ámbitos generales de garantía.

De modo particular, los siguientes elementos más característicos de la instalación, contaran como mínimo con las siguientes garantías:

- Módulos Fotovoltaicos
    - 12 años de garantía de producto.
    - 25 años de garantía de producción.
- Inversor fotovoltaico:
    - 5 años de garantía.

### 9.7.3 Plazos.

Los plazos a aplicar, serán como mínimo según la legislación vigente.