



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Proyecto de instalación eléctrica en baja tensión de una  
instalación generadora  
fotovoltaica próxima a través de red interior de una nave  
industrial

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: López Seguí, Josep

Tutor/a: Abellán García, Antonio

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

### **Resumen del TFG:**

Castellano: El proyecto tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y económicas de la nueva instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima en red interior, prevista para funcionar en régimen de autoconsumo con excedentes y acogida a compensación con el fin de:

- Servir de base para su ejecución.
- Servir de base para su verificación y futura puesta en servicio.
- Obtener aprobación de los Organismos competentes.

Ingles: The purpose of the project is to establish the technical and economic conditions of the new low-voltage electrical installation of a nearby photovoltaic generating installation in the internal network, planned to operate in a self-consumption basis with surpluses and receive compensation in order to:

- Serve as a basis for its implementation.
- Serve as a basis for its verification and future commissioning.
- Obtain approval from the competent bodies.

### **Palabras clave:**

- 1- Renovables
- 2- Autoconsumo
- 3- Ahorro
- 4- Fotovoltaico
- 5- Energía

### **Keywords:**

- 1- Renewable
- 2- Self-supply
- 3- Savings
- 4- Photovoltaic
- 5- Energy

*A mis padres que me han hecho ser quien soy.  
En especial, va por ti, papá. Ingeniería era un paso más  
para acercarme a ti. Gracias por enseñarme que las cosas  
solo se consiguen con trabajo, esfuerzo y dedicación.  
Confiabas mucho en mí. Espero que estés orgulloso.*

# ÍNDICE GENERAL

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>MEMORIA.....</b>   | <b>1</b> |
| 1.1      | RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS .....  | 1        |
| 1.1.1    | TITULAR.....  | 1        |
| 1.1.2    | EMPLAZAMIENTO .....   | 1        |
| 1.1.3    | LOCALIDAD .....   | 1        |
| 1.1.4    | POTENCIA INSTALADA EN KW.....   | 1        |
| 1.1.5    | POTENCIA DE CÁLCULO EN KW.....  | 1        |
| 1.1.6    | DERIVACIÓN INDIVIDUAL .....   | 1        |
| 1.1.7    | DESTINO DEL LOCAL Y SU CLASIFICACIÓN .....  | 2        |
| 1.1.8    | AFORO EN LOCALES PÚBLICOS: NÚMERO DE PERSONAS.....  | 2        |
| 1.1.9    | CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....  | 2        |
| 1.1.10   | RELACIÓN DE INSTALACIONES ESPECÍFICAS .....   | 2        |
| 1.1.11   | PRESUPUESTO TOTAL .....   | 2        |
| 1.2      | OBJETO DEL PROYECTO.....  | 3        |
| 1.3      | NOMBRE, DOMICILIO SOCIAL .....  | 3        |
| 1.4      | REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS .....   | 3        |
| 1.5      | EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....  | 3        |
| 1.6      | POTENCIA PREVISTA (DESCRIPCIÓN DE SUS ELEMENTOS) .....  | 3        |
| 1.6.1    | POTENCIA TOTAL MÁXIMA ADMISIBLE.....  | 3        |
| 1.6.2    | POTENCIA TOTAL INSTALADA.....   | 3        |
| 1.7      | DESCRIPCIÓN DEL LOCAL .....   | 4        |
| 1.7.1    | CARACTERÍSTICAS .....   | 4        |
| 1.8      | DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE .....  | 5        |
| 1.8.1    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....   | 5        |
| 1.8.2    | CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.....   | 5        |
| 1.8.3    | EQUIPO DE MEDIDA.....   | 5        |
| 1.8.4    | LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN / DERIVACIÓN INDIVIDUAL .....   | 7        |
| 1.9      | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR .....  | 7        |
| 1.9.1    | CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LOS LOCALES..... | 7        |
| 1.9.2    | CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....   | 7        |
| a)       | CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN.....  | 7        |
| 1.9.3    | LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.....  | 9        |
| 1.10     | SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.....  | 17       |
| 1.10.1   | SOCORRO .....   | 17       |
| 1.10.2   | RESERVA.....  | 17       |
| 1.10.3   | DUPLICADO .....   | 17       |
| 1.11     | ALUMBRADO DE EMERGENCIA .....   | 17       |
| 1.11.1   | SEGURIDAD .....   | 17       |
| 1.11.2   | REEMPLAZAMIENTO .....   | 18       |
| 1.12     | LÍNEA DE PUESTA A TIERRA .....  | 18       |
| 1.12.1   | TOMAS DE TIERRA (ELECTRODOS).....   | 18       |
| 1.12.2   | LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA .....  | 18       |
| 1.12.3   | DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA .....  | 18       |
| 1.12.4   | CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....  | 18       |
| 1.13     | RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.....   | 19       |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 1.14     | INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES.....  | 19        |
| <b>2</b> | <b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>   | <b>20</b> |
| 2.1      | CÁLCULO DEL NUMERO DE PANELES Y SU CONEXIÓN .....  | 20        |
| 2.2      | CÁLCULO DE SECCIONES.....  | 23        |
| 2.3      | DIMENSIONADO DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS<br>.....                | 26        |
| 2.4      | PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....                                 | 33        |
| 2.5      | POTENCIAS.....   | 35        |
| 2.5.1    | RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA<br>ELÉCTRICA.....      | 35        |
| 2.5.2    | RELACIÓN DE RECEPTORES DE FUERZA MOTRIZ CON INDICACIÓN DE SU<br>POTENCIA ELÉCTRICA ..... | 35        |
| 2.5.3    | RELACIÓN DE RECEPTORES DE OTROS USOS CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA<br>ELÉCTRICA.....     | 35        |
| 2.5.4    | POTENCIA TOTAL INSTALADA.....  | 36        |
| 2.5.5    | COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.....  | 37        |
| 2.5.6    | POTENCIA DE CÁLCULO.....   | 37        |
| 2.5.7    | POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE .....  | 38        |
| 2.6      | CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....   | 38        |
| 2.7      | CÁLCULOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....                      | 38        |
| 2.7.1    | CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA .....   | 39        |
| <b>3</b> | <b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>   | <b>40</b> |
| 3.1      | CONDICIONES DE LOS MATERIALES .....  | 40        |
| 3.1.1    | CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....  | 40        |
| 3.1.2    | CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....   | 40        |
| 3.1.3    | IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....   | 41        |
| 3.1.4    | TUBOS PROTECTORES .....  | 41        |
| 3.1.5    | CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN .....  | 41        |
| 3.1.6    | APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA .....   | 41        |
| 3.1.7    | APARATOS DE PROTECCIÓN .....   | 42        |
| 3.2      | NORMA DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....  | 43        |
| 3.3      | PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....  | 45        |
| 3.4      | CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD .....                                      | 48        |
| 3.4.1    | OBLIGACIONES DEL USUARIO .....   | 48        |
| 3.4.2    | OBLIGACIONES DE LA EMPRESA MANTENEDORA.....  | 48        |
| 3.5      | LIBRO DE ÓRDENES .....   | 48        |
| <b>4</b> | <b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....</b>   | <b>49</b> |
| 4.1      | DATOS DEL PROYECTO.....  | 49        |
| 4.1.1    | TÍTULO DEL PROYECTO.....   | 49        |
| 4.1.2    | PROMOTOR.....  | 49        |
| 4.1.3    | OBRAS A REALIZAR .....   | 49        |
| 4.1.4    | OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....                                    | 49        |
| 4.1.5    | PREVISIÓN DE LA MANO DE OBRA .....   | 49        |
| 4.1.6    | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LAS OBRAS .....                                     | 50        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 4.2       | DATOS DEL PROYECTO.....  | 50        |
| 4.3       | PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....                            | 50        |
| 4.4       | MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN .....   | 50        |
| 4.4.1     | MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA .....  | 51        |
| 4.4.2     | MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....   | 51        |
| 4.4.3     | MEDIDAS DE PROTECCIÓN A TERCEROS .....   | 53        |
| 4.5       | PRIMEROS AUXILIOS .....  | 53        |
| <b>5</b>  | <b>PRESUPUESTO .....</b>   | <b>54</b> |
| <b>6</b>  | <b>PLANOS .....</b>  | <b>56</b> |
| 6.1       | PLANO DE SITUACIÓN REFERENCIADO AL CATASTRO .....  | 56        |
| 6.2       | FICHA CATASTRAL.....   | 56        |
| 6.3       | PLANO DE EMPLAZAMIENTO REFERENCIADO AL CATASTRO.....   | 56        |
| 6.4       | PLANTA DE LAS INSTALACIONES .....  | 56        |
| 6.5       | PLANTA PUESTA A TIERRA .....   | 56        |
| 6.6       | ESQUEMA UNIFILAR .....   | 56        |
| <b>7</b>  | <b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>   | <b>63</b> |
| 7.1       | NORMATIVA .....  | 63        |
| 7.2       | ÁMBITO DE APLICACIÓN.....  | 63        |
| 7.3       | PREVISIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE<br>VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN..... | 63        |
| 7.3.1     | OPERACIONES DE ELIMINACIÓN .....   | 63        |
| 7.3.2     | OPERACIONES DE VALORACIÓN.....   | 64        |
| 7.4       | MEDIDAS A ADOPTAR PARA CONSEGUIR LOS OBJETIVOS .....   | 64        |
| 7.5       | LUGARES E INSTALACIONES .....  | 64        |
| 7.6       | ESTIMACIÓN DE COSTES.....  | 64        |
| <b>8</b>  | <b>ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....</b>  | <b>65</b> |
| <b>9</b>  | <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>68</b> |
| <b>10</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>69</b> |

# 1 MEMORIA

## 1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

### 1.1.1 TITULAR

El titular de las instalaciones es el siguiente:

IMPRESIONES PLASTICAS 2008, S.L.  
C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2, BAJO  
46892 MONTAVERNER (VALENCIA)  
CIF: B-010010010

### 1.1.2 EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la instalación es C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2, BAJO.

### 1.1.3 LOCALIDAD

Las instalaciones se hallan en la localidad de MONTAVERNER (Valencia).

### 1.1.4 POTENCIA INSTALADA EN KW

La potencia pico total de los paneles solares instalados será de 65,52 kW.

### 1.1.5 POTENCIA DE CÁLCULO EN KW

La potencia nominal de la instalación será 60 kW. La tensión en el lado de corriente altera será trifásica a 3x400/230 V.

### 1.1.6 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

La Derivación Individual es existente y no sufrirá modificaciones. Los conductores son de cobre unipolares y aislados, para red trifásica a 3x400/230 V, con las siguientes características:

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| Sección del conductor de fase:       | 1 x 95 mm <sup>2</sup> |
| Sección del conductor de neutro:     | 1 x 95 mm <sup>2</sup> |
| Sección del conductor de protección: | 1 x 25 mm <sup>2</sup> |
| Aislamiento                          | RZ1-K (AS)             |
| Tensión nominal:                     | 0,6/1 kV               |

La derivación discurre enterrada por el interior de un tubo de diámetro 110 mm.

### 1.1.7 DESTINO DEL LOCAL Y SU CLASIFICACIÓN

El local se destina a INSTALACIÓN GENERADORA FOTOVOLTAICA.

Le aplica el punto 2 de la ITC-BT-30, INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS, a la parte de corriente continua por tratarse de una instalación a la intemperie.

Según la ITC-BT-40 se califica la instalación proyectada como Instalación Generadora de Baja Tensión.

### 1.1.8 AFORO EN LOCALES PÚBLICOS: NÚMERO DE PERSONAS

No procede de aplicación de este apartado por no tratarse de una instalación en local público.

### 1.1.9 CONTRATO DE MANTENIMIENTO

Por ser la potencia instalada menor a 100 kW, las instalaciones proyectadas no precisan de contrato de mantenimiento.

Sí precisa de inspección inicial efectuada por un Organismo de Control por ser un Local Mojado con potencia instalada mayor a 25 kW, según ITC-BT-05.

Permiso de acceso y permiso de conexión a la red otorgados por el gestor de la red y la empresa distribuidora o transportista, en su caso. Tal como se indica en el *Real Decreto 244/2016 de 5 de abril por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*: en las modalidades de autoconsumo con excedentes, las instalaciones de producción de potencia igual o inferior a 15 kW que se ubiquen en suelo urbanizado que cuente con las dotaciones y servicios requeridos por la legislación urbanística, estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión. En base a dichas condiciones, en la siguiente tabla se justifica que la instalación proyectada no está exenta y deberá solicitar los permisos de acceso y conexión a la red:

| Autoconsumo | ¿Hay excedentes? | Potencia ≤ 15 kW | Suelo Urbanizado | Dotaciones y servicios | Permisos de acceso y conexión |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|
| SI          | SI               | 60               | SI               | SI                     | NO EXENTA                     |

Tabla 1.1.9.1: Descripción de las características de la instalación

### 1.1.10 RELACIÓN DE INSTALACIONES ESPECÍFICAS

No existirá instalaciones específicas con fines especiales.

### 1.1.11 PRESUPUESTO TOTAL

El Presupuesto de Ejecución Material de las instalaciones es de 48.000,00 euros.

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y económicas de la nueva instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima en red interior, prevista para funcionar en régimen de autoconsumo con excedentes y acogida a compensación con el fin de:

- Servir de base para su ejecución.
- Servir de base para su verificación y futura puesta en servicio.
- Obtener aprobación de los Organismos competentes.

## 1.3 NOMBRE, DOMICILIO SOCIAL

El titular de las instalaciones es el siguiente:

IMPRESIONES PLASTICAS 2008, S.L.  
C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2, BAJO  
46892 MONTAVERNER (VALENCIA)  
CIF: B-010010010

## 1.4 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS

- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01, 02, 03, 04, 05, 08, 11, 12 a 17, 18 y 40 Real decreto 842/202, de 2 de agosto.
- Normas Particulares de la Empresa I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. para instalaciones de enlace en los suministros de energía eléctrica en baja tensión.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

## 1.5 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El emplazamiento del suministro eléctrico es C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2, BAJO, en la localidad de MONTAVERNER, provincia de VALENCIA.

## 1.6 POTENCIA PREVISTA (DESCRIPCIÓN DE SUS ELEMENTOS)

### 1.6.1 POTENCIA TOTAL MÁXIMA ADMISIBLE

La potencia total máxima admisible es de 60 kW (es la potencia nominal del inversor).

### 1.6.2 POTENCIA TOTAL INSTALADA

La potencia total instalada en paneles solares es de 65,52 kW. La potencia nominal de la instalación es de 60 kW por ser la potencia nominal del inversor.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DEL LOCAL

### 1.7.1 CARACTERÍSTICAS

Se pretende ejecutar una nueva instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima a través de red interior, prevista para funcionar en régimen de autoconsumo con excedentes y acogida a compensación, sobre la cubierta de un edificio sito en C/ Ollería (PG Montaverner) 2, bajo, en Montaverner (Valencia).

Los datos del punto de suministro asociado son los siguientes:

| <b>DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO ASOCIADO</b> |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Emplazamiento                                 | C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2, BAJO |
| Código postal:                                | 46892                               |
| Localidad:                                    | MONTAVERNER                         |
| Municipio:                                    | MONTAVERNER                         |
| Provincia                                     | VALENCIA                            |
| Referencia Catastro:                          | 7977501YJ1077N0003OJ                |
| CUPS:   | ES 0021 0000 0101 8597 UR           |

*Tabla 1.7.1.1: Datos relativos al punto de suministro asociado*

Los datos de la instalación de generación son los siguientes:

| <b>DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN</b> |  |
|--|--|
| Emplazamiento                                | C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2, BAJO        |
| Código postal:                               | 46892                                      |
| Localidad:                                   | MONTAVERNER                                |
| Municipio:                                   | MONTAVERNER                                |
| Provincia                                    | VALENCIA                                   |
| Potencia instalada total (kW):               | 60   |
| Tensión:                                     | 3 x 400/230 V                              |
| Empresa Distribuidora:                       | I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. |
| Tipo de conexión:                            | Red Interior                               |
| Modalidad:                                   | Con excedentes                             |
| Colectiva:                                   | No   |
| Número de consumidores:                      | Un único consumidor                        |
| CAU:   | ES 0021 0000 0101 8597 UR 5GE555           |

*Tabla 1.7.1.2: Datos relativos al punto a la instalación de generación*

## **1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE**

### **1.8.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Las instalaciones proyectadas no precisan reserva de local para un centro de transformación.

### **1.8.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN**

Actualmente existe una CGP esquema 10. Por lo que este apartado no es de aplicación al no sufrir variación.

### **1.8.3 EQUIPO DE MEDIDA**

#### **a) SITUACIÓN**

El alojamiento del equipo de medida se encuentra dentro de un armario de hormigón prefabricado, el cual está ubicado en el linde de la parcela. No se modificará la situación de este armario.

#### **b) CARACTERÍSTICAS**

Se instalará un EQUIPO DE MEDIDA BIDIRECCIÓN EN EL PUNTO FRONTERA (PF), según el artículo 10 del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, en el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Actualmente existe un equipo de medida indirecta dimensionado para el consumo de 99 kW. Esto es debido a que, aunque el nuevo REBT (no publicado en el BOE) hará obligatorio un elemento de corte (para las instalaciones de generación, preferentemente próximo al contador de frontera y visible desde este), para todos los suministros tengan o no generación instalada, el criterio de la distribuidora ha cambiado de exigir este elemento de corte necesario y recomendable.

En la Figura 1.8.3.b.1 se muestra el esquema del equipo de medida solicitado por la Distribuidora.

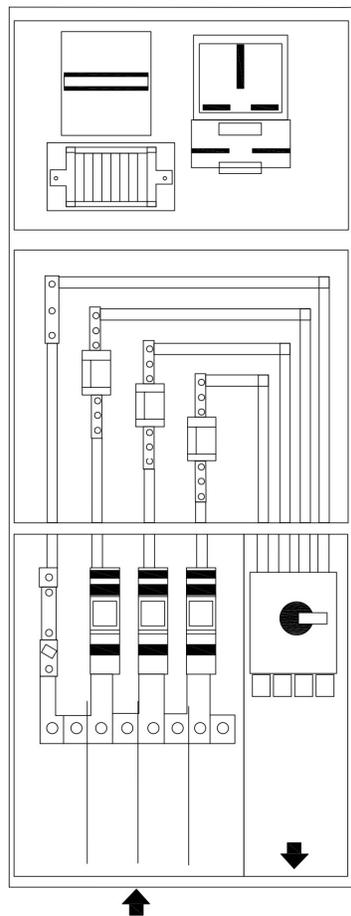


Figura 1.8.3.b.1: Equipo de medida indirecta a instalar exigido por la distribuidora

Las características de la configuración de la medida son las siguientes.

| <b>DATOS DE LA CONNFIGURACIÓN DE LA MEDIDA</b> |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Tipo (Según art. 10 RD 244/19):                | PF (Bidireccional en punto frontera) |
| Ubicación:                                     | En armario existente                 |
| Modelo:  | Medida indirecta                     |
| Relación de los TI:                            | 250/5                                |
| Tensión de alimentación (V):                   | 3 x 400/230                          |
| Corriente nominal interruptor de corte (A):    | 250                                  |
| Intensidad nominal base portafusibles (A):     | 250                                  |
| Tipo de fusible:                               | NH1/GG                               |

Tabla b.1: Datos de los elementos que conforman el equipo de medida indirecta

#### 1.8.4 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN / DERIVACIÓN INDIVIDUAL

- a) DESCRIPCIÓN: LONGITUD, SECCIÓN, DIÁMETRO DEL TUBO. CANALIZACIONES. CONDUCTORES. TUBOS PROTECTORES. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.

El suministro en la parte de corriente alterna será trifásica a 3x400/230 V.

La Derivación Individual es existente y no sufrirá modificaciones. Los conductores son de cobre unipolares y aislados, para red trifásica a 3x400/230 V. La Derivación Individual existente está suficientemente dimensionada para soportar la nueva instalación generadora fotovoltaica y además cumple con el vigente R.E.B.T.

La derivación individual está protegida por los fusibles de la CGP. Tiene una longitud aproximada de 6 metros, contados desde la CGP hasta el Cuadro General Distribución.

La derivación individual discurre enterrada por el interior de un tubo de diámetro 110 mm. Los conductores son unipolares de cobre. La sección de la fase es 1x95 mm<sup>2</sup>, el neutro 1x95 mm<sup>2</sup> y el conductor de protección 1x25 mm<sup>2</sup>. El aislamiento es no propagador de la llama RZ1-K (AS), y la tensión nominal de aislamiento es 0,6/1 kV.

### 1.9 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

#### 1.9.1 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LOS LOCALES.

El local se destina a una INSTALACIÓN GENERADORA FOTOVOLTAICA.

Según la ITC-BT-40 califica la instalación proyectada como una Instalación Generadora de Baja Tensión.

#### 1.9.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

El cuadro general de distribución del edificio NO sufrirá modificación ni ampliación de sus elementos ni de su envolvente. El cuadro general es existente y (ver planos) está situado en el interior del edificio sobre el cual se colocará la instalación generadora fotovoltaica.

Los nuevos dispositivos de protección de la instalación generadora fotovoltaica se ubicarán en cajas nuevas a instalar próximas al cuadro general.

- a) CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN

Seguidamente se detallan las nuevas líneas a instalar que forman la instalación generadora fotovoltaica y sus protecciones correspondientes.

#### ***PROTECCIONES EN EL LADO DE CORRIENTE CONTINUA***

Estas protecciones se instalarán en una caja modular estanca IP65 de 3 filas, con capacidad para 18 módulos por fila. Consistirán en 24 Ud. de fusible tipo DC 1000V 10x38 mm 12 A, los cuales irán alojados respectivamente en 24 Ud. de base carril seccionadora unipolar cerrada 10x38 mm Fotovoltaica 1000 VCC.

| Líneas de placas fotovoltaicas | Dispositivos de protección                                    |
|--------------------------------|---|
| CADENA 1                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 2                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 3                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 4                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 5                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 6                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 7                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 8                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 9                       | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 10                      | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 11                      | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |
| CADENA 12                      | 2 Ud. Fusible de intensidad nominal 12 A, poder de corte 50kA |

*Tabla 1.9.2.1: Protecciones a instalar en el lado de continua por cada una de las cadenas del sistema*

### **PROTECCIONES EN EL LADO DE CORRIENTE ALTERNA**

Estas protecciones se instalarán en el armario destinado a la instalación generadora. Los dispositivos de protección a instalar son los siguientes:

- 1 Ud. Interruptor automático de intensidad nominal 100 A, tetrapolar, 400 V y poder de corte 16 kA. Curva C. 6 módulos.
- 1 Ud. Relé diferencial para transformador WGC, tipo A. Programado a 0,3 A y 100 ms y conectado con una bobina de disparo.
- 1 Ud. Fusible intensidad nominal 10 A 10 x 38 mm. Poder de corte 60 kA.
- 1 Ud. Tubo de neutro 10 x 38 mm.
- 2 Ud. Base portafusible DIN 10 x 38 mm Unipolar. Intensidad nominal 32 A. 1 módulo.
- 1 Ud. Interruptor automático de intensidad nominal 10 A, tetrapolar, 400 V y poder de corte 16 kA. Curva C. 4 módulos.

### 1.9.3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN

#### a) SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.

#### **INSTALACIÓN GENERADORA**

La instalación generadora tendrá las siguientes características:

| <b>DATOS DE LA INSTALACIÓN GENERADORA</b>                     |   |
|---|---|
| Tecnología:   | Fotovoltaica                              |
| Combustible:  | N/A                                       |
| Tipos distintos de placas:                                    | 1   |
| Fabricante:   | Longi                                     |
| Modelo:   | LR4-72HPH-455M                            |
| Número de placas:   | 144                                       |
| Potencia máxima unitaria (Wp):                                | 455                                       |
| Corriente máxima potencia (A):                                | 10,92                                     |
| Tensión en circuito abierto (V):                              | 49,5                                      |
| Corriente de cortocircuito $I_{cc}$ (A):                      | 11,66                                     |
| Tensión máxima potencia (V):                                  | 41,7                                      |
| Dimensiones de un panel (mm):                                 | Longitud 2094 ; Anchura 1038 ; Altura: 35 |
| Peso de un panel (kg):  | 23,3                                      |
| Superficie total de paneles (m <sup>2</sup> ):                | 312,99                                    |
| Peso total de los paneles (kg):                               | 3.355,2                                   |
| Peso total de placas por m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> ): | 10,72                                     |
| Potencia pico instalada (kW):                                 | 65,52                                     |
| Orientación:  | Sur-Este y Sur-Oeste                      |
| Disposición respecto a la cubierta:                           | Coplanar con la misma inclinación.        |

*Tabla 1.9.3.1: Características del campo generador*

El conjunto formado por la estructura soporte y los paneles solares ocupará una superficie en la cubierta de 312,99 m<sup>2</sup>, lo que supondrá una carga adicional máxima de 20 kg/m<sup>2</sup> aproximadamente sobre la cubierta del edificio. La estructura del edificio está suficientemente dimensionada para soportar una carga gravitatoria permanente de 20 kg/m<sup>2</sup> uniformemente repartida sobre la cubierta.

#### **OTRAS INSTALACIONES GENERADORAS**

No existirán otras instalaciones generadoras.

### ***DISTRIBUCIÓN Y CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA AL INVERSOR***

En la siguiente tabla se describe la distribución de las placas fotovoltaicas en líneas y su conexión al inversor.

| <b>MPPT</b>  | <b>Distribución y conexión de las placas fotovoltaicas al inversor</b>   |
|--------------|--|
| <b>MPPT1</b> | CADENA 1: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1.<br><br>CADENA 2: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1.   |
| <b>MPPT2</b> | CADENA 3: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1.<br><br>CADENA 4: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1.   |
| <b>MPPT3</b> | CADENA 5: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1.<br><br>CADENA 6: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1.   |
| <b>MPPT4</b> | CADENA 7: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1.<br><br>CADENA 8: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1.   |
| <b>MPPT5</b> | CADENA 9: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1.<br><br>CADENA 10: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1.  |
| <b>MPPT6</b> | CADENA 11: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1.<br><br>CADENA 12: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1. |

*Tabla 1.9.3.2: Distribución de conexión de cada una de las cadenas a su correspondiente MPPT.*

La instalación del inversor tendrá las siguientes características:

| <b>DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL INVERSOR</b> |                       |
|---|-----------------------|
| Número de unidades:                         | 1                     |
| Fabricante:                                 | Huawei Technologies   |
| Modelo:                                     | SUN2000-60KTL-M0      |
| Tensión nominal AC, $V_n$ (V):              | 230/400               |
| Potencia AC, PN (kW):                       | 60                    |
| $V_{cc}$ máxima (V):                        | 1.100                 |
| $V_{cc}$ mínima (V):                        | 200                   |
| Conexión RN, SN, TN o trifásico:            | Trifásico 3W + N + PE |
| Protección contra Vac baja:                 | SI                    |
| Protección contra Vac alta:                 | SI                    |
| Protección contra frecuencia alta:          | SI                    |
| Protección contra frecuencia baja:          | SI                    |
| Protección contra funcionamiento en isla:   | SI                    |

*Tabla 1.9.3.3: Características del inversor/es a instalar*

### **CANALIZACIÓN**

Las canalizaciones de las nuevas líneas a instalar deberán realizarse según o dispuesto en las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21.

En la siguiente tabla se especifican los sistemas elegidos para las canalizaciones:

| <b>Lado</b>               | <b>Características de las canalizaciones</b>   |
|---------------------------|--|
| <b>Corriente Continua</b> | Cables de conexión entre las placas solares y conexión de éstas con el inversor. Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de rejilla de sección rectangular 65 mm x 100 mm, con tapa de 100 mm, fijada al propio tejado del edificio.<br>RZ1-K(AS) 0,6/1 kV XLPE + Pol Cca-s1b-, d1, a1 2 x 6 mm <sup>2</sup> Cu |
| <b>Corriente Alterna</b>  | Cables de conexión entre el invero y los elementos de protección y conexión de éstos con el embarrado del cuadro general de distribución del edificio. Conductores unipolares dispuestos dentro de armario de la instalación eléctrica.<br>RZ1-K(AS) 0,6/1 kV XLPE + Pol Cca-s1b-, d1, a1 4 x 25 mm <sup>2</sup> Cu                |

*Tabla 1.9.3.4: Características de las canalizaciones y de los conductores de la instalación*

### **INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS**

No existirán instalaciones de sistemas antivertido. No obstante, se debe considerar que, uno de los elementos que se instalarán en concreto el Smart Power Sensor juntamente con el Smart Logger 3000 A, permite que la instalación trabaje con vertido 0. Lo cual permite realizar la puesta en marcha del sistema sin verter excedentes a la red, si, por cualquier motivo eso fuese necesario.

No existirán instalaciones de sistemas de acumulación.

### ***PREVISIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA***

En la siguiente tabla se muestra la previsión total de la generación de energía:

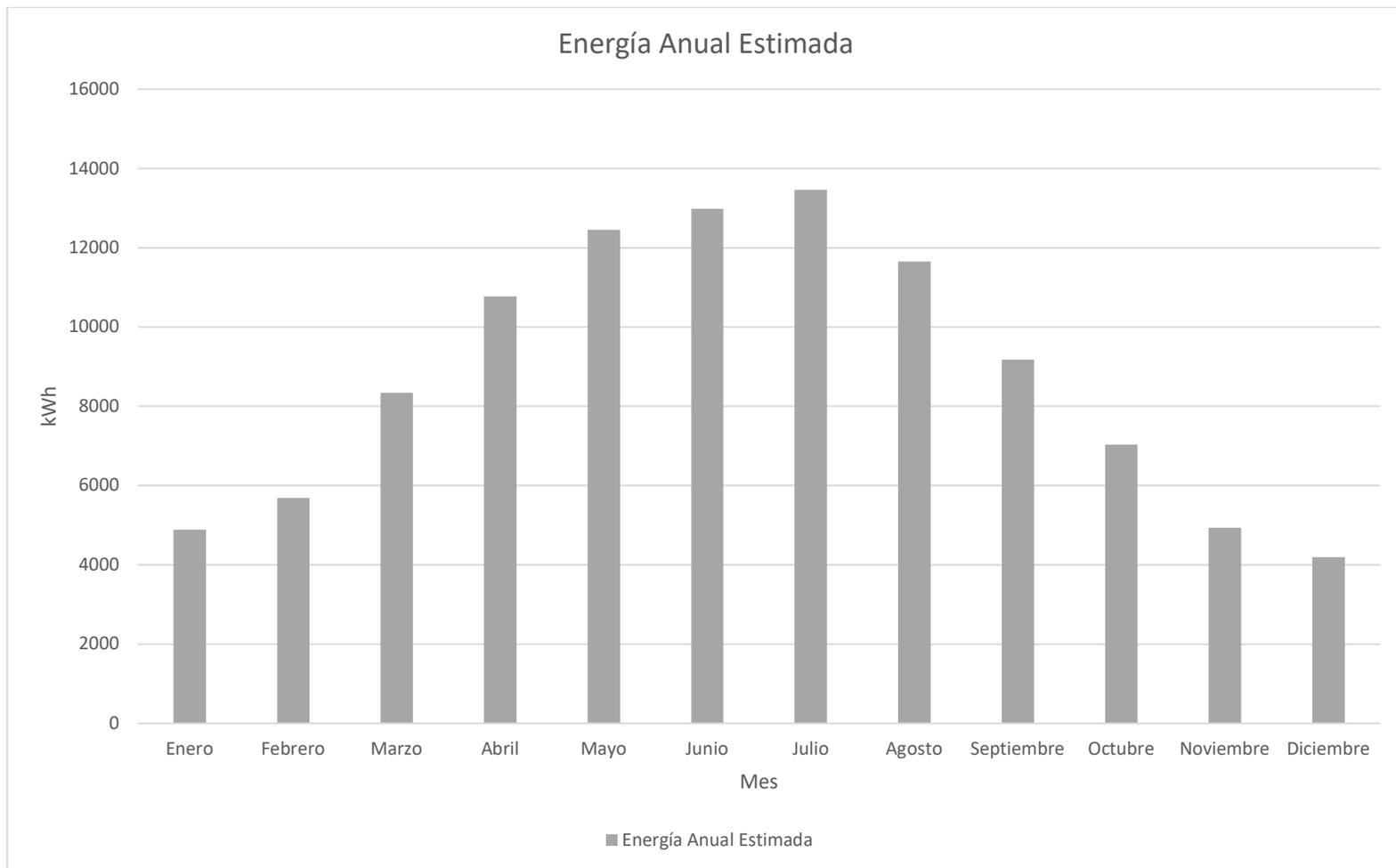
| <b>PREVISIÓN DE PROMEDIO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA</b> |         |
|---|---------|
| Energía Generada Anual (estimada) (kWh)               | 105.596 |
| Energía Consumida Anual (kWh)                         | 308.796 |
| Energía Vertida Anual (estimada) (kWh)                | ± 0,00  |

*Tabla 1.9.3.5: Balance de energía generada según simulación y consumida según estudio de consumo*

La simulación se ha realizado mediante el software Solaredge Designer.

En la simulación se han considerado la instalación de 72 paneles con una orientación Sur-Este y una inclinación de 9° y los 72 paneles restantes con una orientación Sur-Oeste y una inclinación de 9°.

En la página siguiente se muestra una tabla con la previsión de generación de energía durante un año.



*Figura 1.9.3.1: Gráfica de producción anual por periodos mensuales*

## **ESTRUCTURA SOPORTE DE LA INSTALACIÓN GENERADORA FOTVOLTAICA.**

La estructura soporte de las placas fotovoltaicas resistirá, con las placas instaladas, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos.

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

Las estructuras de soporte serán del siguiente Fabricate:

SUNFER ESTRUCTURAS, S.L.  
Camino de la Dula, S/N  
46687 Albalat de la Ribera (Valencia)  
Teléfono: 96 249 23 22  
Fax: 96 249 23 05

Email: [info@sunferenergy.com](mailto:info@sunferenergy.com)

Web: <https://sunferenergy.com>

Según el catálogo de estructuras del fabricante las estructuras a instalar serán las siguientes:

| Vertiente del tejado | Número de cadena | Inclinación  | Número de placas por fila | Tipo de estructura soporte |
|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| Sur-Oeste            | 1                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 2                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 3                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 4                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 5                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 6                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
| Sur-Este             | 7                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 8                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 9                | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 10               | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 11               | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      | 12               | 9°           | 12                        | Coplanar                   |
|                      |                  | <b>TOTAL</b> | <b>144</b>                |                            |

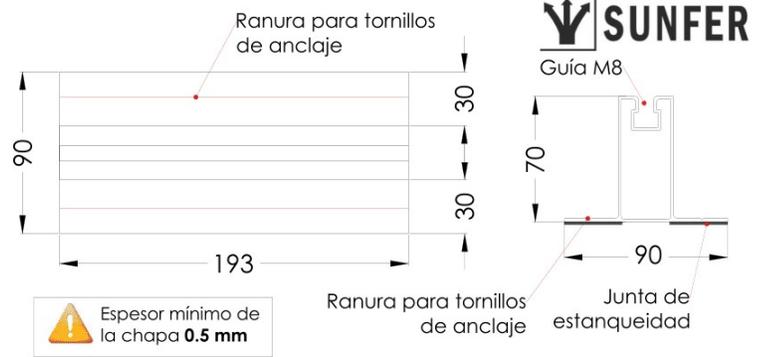
*Tabla 1.9.3.6: Distribución de los paneles por filas indicando su inclinación y tipo de montaje*

En las siguientes páginas se muestra la ficha de características y las instrucciones de montaje de la estructura a realizar.

# Ficha técnica

## Soporte coplanar microrail fijación a chapa para cubierta sándwich

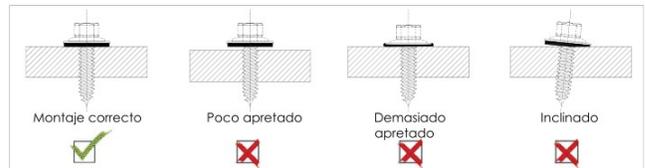
# 07H



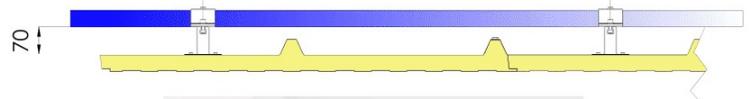
- Soporte para cubiertas de chapa sándwich.
- Soporte coplanar para anclaje a chapa.
- La fijación incluye junta de estanqueidad y tornillos de anclaje autotaladrante con arandela de sellado sin necesidad de pretaladro.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- Kits diponibles de 1 a 8 módulos.

Viento: Hasta 250 Km/h  
 Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6  
 Tornillería presores: Acero inoxidable A2-70  
 Tornillería fijación: S42 Cincado autotaladrante

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.



Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo



El perfil se fija a la chapa sandwich mediante 4 tornillos S42 (2 a cada lado).



Perfiles perpendiculares a la cumbrera

Para todos los módulos - Sistema Kit

Carga de nieve: 40 kg/m<sup>2</sup>



Comprobar greca ancho



Par de apriete:  
 Tornillo Presor 7 Nm  
 Tornillo M6,3 Hexagonal 10 Nm



Junta de estanqueidad

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



Marcado ES19/86524 CE

# Velocidades de viento

Soporte coplanar microrail fijación a chapa para cubierta sándwich

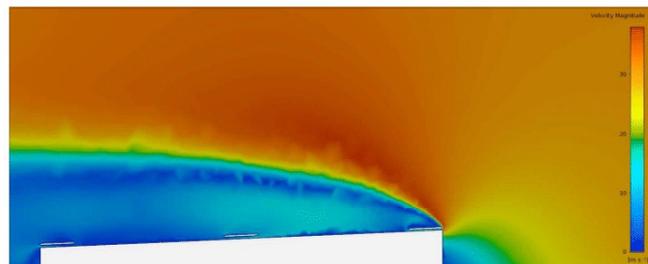
**07H**  
Sistema kit



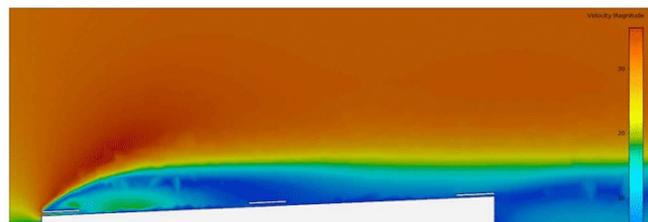
- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

| Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento |                        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | nº de módulos            |
|---|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|   | Para todos los módulos | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | Velocidad de viento km/h |

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

## **1.10 SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS**

### **1.10.1 SOCORRO**

No procede que la instalación generadora disponga de suministro de socorro.

### **1.10.2 RESERVA**

No procede que la instalación generadora disponga de suministro de reserva.

### **1.10.3 DUPLICADO**

No procede que la instalación generadora disponga de suministro de duplicado.

## **1.11 ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

### **1.11.1 SEGURIDAD**

El edificio que albergará las instalaciones proyectadas estará equipado con alumbrado de emergencia, cuyo objeto es asegurar en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Se deberán cumplir las siguientes condiciones de servicio durante 1 hora como mínimo a partir del instante en el que se produce el fallo:

- En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.
- En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.
- La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El edificio deberá disponer de alumbrado de seguridad en las siguientes zonas:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- En los cuadros de distribución de la instalación.

### 1.11.2 REEMPLAZAMIENTO

No procede que la instalación generadora disponga de alumbrado de reemplazamiento.

## 1.12 LÍNEA DE PUESTA A TIERRA

### 1.12.1 TOMAS DE TIERRA (ELECTRODOS)

El edificio donde se halla la instalación generadora fotovoltaica ya cuenta con instalación de puesta a tierra y no es objeto de este proyecto modificar la instalación existente.

La toma de tierra instalada en su día está constituida por los siguientes electrodos, los cuales están enterrados en la cimentación del edificio, a una profundidad no inferior a 0,50 metros:

- Conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado en la cimentación.
- Picas verticales de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

### 1.12.2 LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA

La línea principal de puesta a tierra está instalada con conductor de cobre desnudo de 16 mm<sup>2</sup> de sección, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de diámetro 25 mm.

### 1.12.3 DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA

No existen derivaciones de la línea principal de tierra.

### 1.12.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Según la ITC-BT-18, la sección de los conductores de protección será:

| Sección de los conductores de fase de la instalación<br>$S$ (mm <sup>2</sup> ) | Sección mínima de los conductores de protección<br>$S_p$ (mm <sup>2</sup> ) |
|--|---|
| $S \leq 16$  | $S_p = S$   |
| $16 < S \leq 35$   | $S_p = 16$  |
| $S > 35$   | $S_p = S/2$   |

Tabla 1.12.4.1: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase [\(1\)](#)

### **1.13 RED DE EQUIPOTENCIALIDAD**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de  $6 \text{ mm}^2$ . Sin embargo, su sección puede ser reducida a  $2,5 \text{ mm}^2$ , si es de cobre.

### **1.14 INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES**

No se instalarán instalaciones con fines especiales.

## 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1 CÁLCULO DEL NUMERO DE PANELES Y SU CONEXIÓN

Para la configuración de los paneles se deben considerar las características del panel:

| CARACTERÍSTICAS DEL PANEL                |                                    |
|--|------------------------------------|
| Tipos distintos de placas:               | 1                                  |
| Fabricante:                              | Longi                              |
| Modelo:                                  | LR4-72HPH-455M                     |
| Número de placas:                        | 144                                |
| Potencia máxima unitaria (Wp):           | 455                                |
| Corriente máxima potencia (A):           | 10,92                              |
| Tensión en circuito abierto (V):         | 49,5                               |
| Corriente de cortocircuito $I_{cc}$ (A): | 11,66                              |
| Tensión máxima potencia ( $V_{mp}$ ):    | 41,7                               |
| Orientación:                             | Sur-Este y Sur-Oeste               |
| Disposición respecto a la cubierta:      | Coplanar con la misma inclinación. |

Tabla 2.1.1: Características de los paneles solares a instalar

Tras realizar una búsqueda de información en los registros históricos de temperatura de la localidad de la instalación se sabe que la  $T_{min} = -4,6\text{ °C}$  y la  $T_{max} = 42,0\text{ °C}$ , por lo que las tensiones de trabajo mínimas y máximas serán:

Se procede a calcular la temperatura a la que operarán las celdas:

$$T_c = T_a + \left( \frac{NOCT - 20}{0,8} \right) G$$

Siendo:

- $T_c$  : Temperatura de la celda en °C
- $T_a$  : Temperatura ambiente máxima o mínima en °C
- $T_a$  : Temperatura ambiente máxima o mínima en °C
- $NOCT$  : Por sus siglas en inglés: Nominal Operating Cell Temperature en °C
- $G$  : radiación solar sobre el panel con un valor entre 0 y 1

$$T_{c\ min} = -4,6 + \left( \frac{45 - 20}{0,8} \right) 0$$

$$T_{c\ max} = 42,0 + \left( \frac{45 - 20}{0,8} \right) 1$$

$$T_{c\ min} = -4,6\text{ °C}$$

$$T_{c\ max} = 73,25\text{ °C}$$

Ahora se calculará la tensión máxima y mínima que suministrará el panel. Conociendo los coeficientes de temperatura se pueden obtener las tensiones de salida máxima en vacío y mínima a plena potencia.

$$V_{oc\ max} = V_{oc\ (25\ ^\circ C)} \cdot \left[ 1 + (T_{c\ min} - 25^\circ) \cdot \frac{\Delta V_{oc}}{\Delta T} \right]$$

$$V_{oc\ max} = 49,5 \cdot \left[ 1 + (-4,6 - 25) \cdot \frac{-0,270}{100} \right]$$

$$V_{oc\ max} = 53,46\ V$$

$$V_{mp\ min} = V_{mp\ (25\ ^\circ C)} \cdot \left[ 1 + (T_{c\ max} - 25^\circ) \cdot \frac{\Delta V_{mp}}{\Delta T} \right]$$

$$V_{mp\ min} = 41,7 \cdot \left[ 1 + (73,25 - 25^\circ) \cdot \frac{-0,270}{100} \right]$$

$$V_{mp\ min} = 36,27\ V$$

Se conectan 12 paneles en serie por lo que las tensiones máximas y mínimas por MPPT resultan las siguientes:

Tensión máxima de entrada a cada MPPT:

Tensión mínima de entrada a cada MPPT:

$$V_{max} = N^\circ \text{ Paneles en serie} \cdot V_{oc\ max}$$

$$V_{min} = N^\circ \text{ Paneles en serie} \cdot V_{mp\ min}$$

$$V_{max} = 12\ uds \cdot 53,46\ V$$

$$V_{min} = 12\ uds \cdot 36,27\ V$$

$$V_{max} = 641,52\ V$$

$$V_{min} = 435,24\ V$$

Mediante esta conexión la tensión se mantendrá entre los valores límites recientemente calculados:

- Tensión máxima de entrada del inversor  $\rightarrow V_{\max\ inv} = 1100\ V$
- Tensión de funcionamiento del MPPT  $\rightarrow 200 \leq V_{MPPT} \leq 1000\ V$

Se conectarán dos ramas a cada MPPT por lo que se sumarán las intensidades de cada cadena al conectarse en paralelo:

Corriente máxima de cortocircuito de cada MPPT:

$$I_{max\ cc} = N^{\circ} \text{ Cadenas en paralelo} \cdot I_{cc}$$

$$I_{max\ cc} = 2 \text{ uds} \cdot 11,66 \text{ A}$$

$$I_{max\ cc} = 23,32 \text{ A}$$

Corriente de máxima potencia de cada MPPT:

$$I_{mp} = N^{\circ} \text{ Cadenas en paralelo} \cdot I_{mp}$$

$$I_{mp} = 2 \text{ uds} \cdot 10,92 \text{ A}$$

$$I_{mp} = 21,84 \text{ A}$$

Mediante esta conexión la corriente se mantendrá entre los valores límites recientemente calculados:

- Corriente máxima de corto circuito de cada MPPT  $\rightarrow I_{max\ cc\ MPPT} = 30 \text{ A}$
- Corriente de máxima potencia de cada MPPT  $\rightarrow I_{mp} = 22 \text{ A}$

La conexión de los paneles es viable.

## 2.2 CÁLCULO DE SECCIONES

Las fórmulas utilizadas han sido las siguientes:

- Para cálculo de intensidades:
  - Circuitos monofásicos

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

- Circuitos trifásicos

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

Siendo:

$P$ : Potencia en W

$V$ : Tensión en V

$\cos\varphi$ : Factor de potencia previsto. En CC el  $\cos\varphi = 1$

- Para cálculo de caídas de tensión:
  - Circuitos monofásicos

$$u\% = \frac{100 \cdot \sum(P \cdot L)}{C \cdot S \cdot V^2}$$

- Circuitos trifásicos

$$u\% = \frac{200 \cdot \sum(P \cdot L)}{C \cdot S \cdot V^2}$$

Siendo:

$P$ : Potencia en W

$V$ : Tensión en V

$L$ : Longitud en m

$S$ : Sección del conductor en  $mm^2$

$C$ : Conductividad del conductor para temperatura de trabajo 60 °C

$$C = 50,12 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$$

Conductividad calculada mediante el siguiente procedimiento:

Resistividad del cobre-tipo reconocido a 20 °C (según norma UNE 20003 IEC28):

$$\rho_{Cu20} = \frac{1}{58} \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

Coefficiente de variación con la temperatura de la resistencia a 20 °C:

$$\alpha_{Cu} = 0,00393 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Por lo que la fórmula para el cálculo de la resistividad de un conductor para cualquier temperatura T quedaría:

$$\rho_{CuT} = \rho_{Cu20}(1 + \alpha_{Cu}(T - 20))$$

Para la aplicación concreta de este proyecto, la resistividad sería:

$$\rho_{CuT} = \frac{1}{58}(1 + 0,00393(60 - 20))$$

$$\rho_{Cu60} = 0,01995 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

Mediante el cálculo de la inversa de la resistividad se obtiene el valor de la conductividad indicado.

**LADO DE CORRIENTE CONTINUA**

| Cadena | Sección         | Longitud | Potencia | Tensión | Corriente | Caída de tensión |
|--------|-----------------|----------|----------|---------|-----------|------------------|
|        | mm <sup>2</sup> | m        | W        | V       | A         | %                |
| 1      | 6               | 15       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,22             |
| 2      | 6               | 18       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,26             |
| 3      | 6               | 25       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,36             |
| 4      | 6               | 31       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,45             |
| 5      | 6               | 35       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,51             |
| 6      | 6               | 41       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,60             |
| 7      | 6               | 16       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,23             |
| 8      | 6               | 19       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,28             |
| 9      | 6               | 26       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,38             |
| 10     | 6               | 32       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,46             |
| 11     | 6               | 36       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,52             |
| 12     | 6               | 42       | 5460     | 500     | 10,92     | 0,61             |

*Tabla 2.2.1: Relación de las caídas de tensión por cadena en el lado de continua*

Como se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, los conductores deberán tener una sección suficiente para que en cualquier condición de trabajo la caída de tensión debe ser inferior al 1,5 %, por lo que se en el tramo más desfavorable se puede comprobar:

$$0,61 \% < 1,5 \%$$

Se utilizará cable Prysmian Prysolar – H1Z2Z2-K:

- Tensión asignada: 1,0 kV (1,2 kV ac máx.) (1,8 Kv dc máx.)
- Norma de diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930
- Designación genérica: H1Z2Z2-K
- Intensidad máxima admisible para la sección 1 x 6 mm<sup>2</sup> es de 47,2 A <sup>(2)</sup>.

**LADO DE CORRIENTE ALTERNA**

| Tramo                | Sección         | Longitud | Potencia | Tensión | Corriente | Caída de tensión |
|----------------------|-----------------|----------|----------|---------|-----------|------------------|
|                      | mm <sup>2</sup> | m        | W        | V       | A         | %                |
| Inv. - Gen. FV       | 25              | 2        | 60000    | 400     | 86,6      | 0,06             |
| Gen. FV - Gen. Inst. | 25              | 6        | 60000    | 400     | 86,6      | 0,18             |

Tabla 2.2.2: Relación de las caídas de tensión por en los conductores del lado de alterna

Como se indica en la ITC-BT-40 punto 5 referente a los cables de conexión:

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal. Por lo que se puede comprobar:

$$0,18 \% < 1,5 \%$$

Se instalará una línea de 4 x 25 mm<sup>2</sup> de Cu:

- Tensión asignada: 0,6 / 1 kV
- Norma de diseño: UNE 21123-4
- Designación genérica: RZ1-K (AS)
- Intensidad máxima admisible para la sección 1 x 25 mm<sup>2</sup> es de 122 A [\(3\)](#).

## 2.3 DIMENSIONADO DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

### *LADO DE CORRIENTE CONTINUA*

En el lado de continua se instalarán fusibles para proteger los conductores, así como el propio inversor. Se procede a dimensionar los fusibles de la instalación:

- Condición 1:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Siendo:

$I_B$ : Intensidad de cálculo del circuito (A)

$I_N$ : Intensidad nominal o calibre del fusible (A)

$I_Z$ : Intensidad máxima admisible por el conductor según fabricante (A)

$$10,92 \leq 12 \leq 47,2$$

- Condición 2:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_N$$

Siendo:

$I_f$ : Intensidad para el funcionamiento efectivo de la protección (A) ( $1,35 \cdot I_N$ )

$I_N$ : Intensidad nominal o calibre del fusible (A)

$$1,35 \cdot 12 \leq 1,45 \cdot 47,2$$

Considerando lo indicado en este apartado y en el Apartado 2.2 se puede concluir que no es necesaria la instalación de los fusibles, no obstante, si se va a proceder a su instalación considerando las facilidades que aporta para el mantenimiento de la instalación pudiendo seccionar cadenas que estén en mantenimiento o revisión. El inversor cuenta con dos seccionadores de corte con carga, uno de ellos por cada 3 MPPT, esto juntamente con las bases portafusibles permite la realización de labores de mantenimiento minimizando los cortes en la producción de energía de dicha instalación. Por esto se instalarán los siguientes fusibles:

- Tensión asignada: 1000 V dc
- Corriente asignada: 12A
- Poder de corte asignado: 30 kA
- Corriente mínima de interrupción:  $1,35 \cdot I_N$

### LADO DE CORRIENTE ALTERNA

En el lado de alterna un magnetotérmico para proteger los conductores que comunican el inversor con el cuadro general de distribución del edificio. Se procede a dimensionar el magnetotérmico de la instalación:

- Condición 1:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Siendo:

$I_B$ : Intensidad de máxima de salida del inversor (A)

$I_N$ : Intensidad nominal del magnetotérmico (A)

$I_Z$ : Intensidad máxima admisible por el conductor según fabricante (A)

$$95,3 \leq 100 \leq 122$$

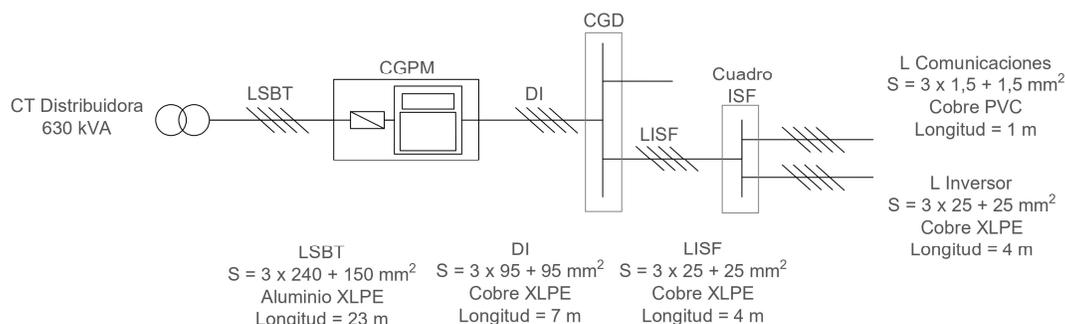


Figura 2.3: Esquema unifilar de las instalaciones de enlace

Se procede a realizar el cálculo de las corrientes de corto circuito en cada punto de la línea:

#### **LSBT:**

Sabiendo que el CT de la distribuidora es de 630 kVA se tiene una impedancia:

$$Z_{CT} = 2,62 + 9,82j \Omega$$

Una línea de 240 mm<sup>2</sup> de Al tiene una impedancia:

$$Z_{LLSBT} = 0,16 + 0,03j \Omega$$

Una línea de 150 mm<sup>2</sup> de Al tiene una impedancia:

$$Z_{NLSBT} = 0,25 + 0,03j \Omega$$

Ahora se pueden calcular la  $I_{ccmax}$  y la  $I_{ccmin}$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |Z_{CT}|}$$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |2,62 + 9,82j|}$$

$$I_{ccmax} = 22,72 \text{ kA}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|Z_{CT} + Z_F + Z_N|}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 23(0,25 + 0,03j)|}$$

$$I_{ccmin} = 13,98 \text{ kA}$$

### DI:

Una línea de 95 mm<sup>2</sup> de Cu tiene una impedancia:

$$Z_{LDI} = 0,25 + 0j \Omega$$

Ahora se pueden calcular la  $I_{ccmax}$  y la  $I_{ccmin}$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |Z_{CT} + Z_{LSBT}|}$$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |(2,62 + 9,82j) + 7(0,25 + 0j)|}$$

$$I_{ccmax} = 21,49 \text{ kA}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|Z_{CT} + Z_F + Z_N|}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 23(0,25 + 0,03j) + 7 \cdot 2(0,25 + 0j)|}$$

$$I_{ccmin} = 12,00 \text{ kA}$$

**LISF:**

Una línea de 25 mm<sup>2</sup> de Cu tiene una impedancia:

$$Z_{LDI} = 0,95 + 0j \Omega$$

Ahora se pueden calcular la  $I_{ccmax}$  y la  $I_{ccmin}$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |Z_{CT} + Z_{LSBT} + Z_{LDI}|}$$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 7(0,25 + 0j)|}$$

$$I_{ccmax} = 17,44 \text{ kA}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|Z_{CT} + Z_F + Z_N|}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 23(0,25 + 0,03j) + 7 \cdot 2(0,25 + 0j) + 4 \cdot 2(0,95 + 0j)|}$$

$$I_{ccmin} = 8,94 \text{ kA}$$

**L Comunicaciones:**

Una línea de 1,5 mm<sup>2</sup> de Cu tiene una impedancia:

$$Z_{LComunicaciones} = 14,81 + 0j \Omega$$

Ahora se pueden calcular la  $I_{ccmax}$  y la  $I_{ccmin}$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |Z_{CT} + Z_{LSBT} + Z_{LDI} + Z_{LISF}|}$$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 7(0,25 + 0j) + 4(0,95 + 0j)|}$$

$$I_{ccmax} = 14,58 \text{ kA}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|Z_{CT} + Z_F + Z_N|}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 23(0,25 + 0,03j) + 7 \cdot 2(0,25 + 0j) + 4 \cdot 2(0,95 + 0j) + 1 \cdot 2(14,81 + 0j)|}$$

$$I_{ccmin} = 4,26 \text{ kA}$$

**L Inversor:**

Una línea de 25 mm<sup>2</sup> de Cu tiene una impedancia:

$$Z_{LInversor} = 0,95 + 0j \Omega$$

Ahora se pueden calcular la  $I_{ccmax}$  y la  $I_{ccmin}$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |Z_{CT} + Z_{LSBT} + Z_{LDI} + Z_{LISF}|}$$

$$I_{ccmax} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 7(0,25 + 0j) + 4(0,95 + 0j)|}$$

$$I_{ccmax} = 14,58 \text{ kA}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|Z_{CT} + Z_F + Z_N|}$$

$$I_{ccmin} = \frac{230}{|(2,62 + 9,82j) + 23(0,16 + 0,03j) + 23(0,25 + 0,03j) + |$$

$$\left. \begin{array}{l} 7 \cdot 2(0,25 + 0j) + 4 \cdot 2(0,95 + 0j) + 1 \cdot 2(0,95 + 0j) \end{array} \right|}$$

$$I_{ccmin} = 7,03 \text{ kA}$$

Pese a que se ha calculado las intensidades de cortocircuito que se verán afectadas por la instalación solar fotovoltaica, solo se tendrán en cuenta los correspondientes a **L Inversor** y a **L Comunicaciones** puesto que es para estas mismas para las que se va a dimensionar las protecciones.

Como general de la instalación se encuentra un Interruptor Automático Schneider Electric de caja moldeada, 250 A, regulable, 4 P y 36 kA de poder de corte. Se considerará apto y formará parte de este proyecto su sustitución.

Se instalará un interruptor automático de intensidad nominal 100 A, tetrapolar, 400 V y poder de corte 16 kA. Curva C. 6 módulos. Este se utilizará como general del cuadro de la instalación solar fotovoltaica (CISF).

Protección contra cortocircuitos:

- Condición 1

$$I_{rm} \leq I_{cc \text{ mín}}$$

$$\text{Curva C } (10 I_n) \leq I_{cc \text{ mín}}$$

$$10 \times 100 \text{ A} \leq 4,26 \text{ kA}$$

- Condición 2

$$I_{cc \text{ máx}} \leq PdC$$

$$14,58 \text{ kA} \leq 16 \text{ kA}$$

Comprobación de la sección del conductor por cortocircuito

$$I_{cc}^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

$$t \geq \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2} \geq \frac{135^2 \cdot 25^2}{14580^2} \geq 0,0536 \text{ s}$$

A  $t$  ser mayor a 0,01 s no es necesario recurrir a la curva de limitación térmica.

Para la protección de los equipos de medida y de comunicación del inversor se instalará un interruptor automático de intensidad nominal 10 A, tetrapolar, 400 V y poder de corte 16 kA. Curva C. 4 módulos.

Protección contra cortocircuitos:

- Condición 1

$$I_{rm} \leq I_{cc \text{ mín}}$$

$$\text{Curva C } (10 I_n) \leq I_{cc \text{ mín}}$$

$$10 \times 16 \text{ A} \leq 4,26 \text{ kA}$$

- Condición 2

$$I_{cc \text{ máx}} \leq PdC$$

$$14,58 \text{ kA} \leq 16 \text{ kA}$$

- Comprobación de la sección del conductor por cortocircuito

$$I_{cc}^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

$$t \geq \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2} \geq \frac{115^2 \cdot 1,5^2}{14580^2} \geq 0,00014 \text{ s}$$

A  $t$  ser mayor a 0,01 s no es necesario recurrir a la curva de limitación térmica.

La suma de los dos equipos tiene un consumo de 16 W/h el cual se puede considerar despreciable en relación a la producción de energética del inversor.

Protecciones integradas en el inversor:

- Dispositivo de desconexión del lado de alterna.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protecciones contra sobreintensidad de CA.
- Protecciones contra polaridad inversa CC.
- Monitorización a nivel de cadena.
- Descargador de sobretensiones de CC. (Tipo II)
- Descargador de sobretensiones de CA. (Tipo II)
- Detección de resistencia de aislamiento CC.
- Monitorización de corriente residual.

En el cuadro general de distribución del edificio no se instalará ninguna protección, las líneas provenientes del interruptor general automático del autoconsumo irán conectadas directamente a embarrado existente. Esto es así ya que a pesar de ser dos envolventes distintas se considerará todo integrado dentro del mismo cuadro general de distribución del edificio.

## 2.4 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

### - Contactos directos

Tal y como se indica en la ITC-BT-24, esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger contra los peligros que puedan derivarse de un contacto con las partes activas de las instalaciones eléctricas. En este caso se tomarán las siguientes medidas:

- a) Protección por aislamiento de las partes activas.
- b) Protección por medio de barreras o envolventes.
- c) Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- d) Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

### - Contactos indirectos

Según lo dispuesto en la ITC-BT-18, y considerando la instalación como instalación a la intemperie, la tensión límite convencional en corriente alterna es igual a 24 V. En este caso se tomarán las siguientes medidas:

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq V$$

Siendo:

$R_a$ : Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas en  $\Omega$ .

$I_a$ : Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada en mA.

$V$ : Tensión de contacto límite convencional en V.

Con los cálculos que se han realizado a continuación se ha comprobado que:

$$8,93 \Omega \cdot 0,3 \text{ A} \leq 24 \text{ V}$$

A continuación, se detalla la relación de elementos instalados actualmente en la nave donde se va a realizar la actuación:

| Edificio | Longitud del conductor | Picas | Número de arquetas | Resistencia total de la puesta a tierra |
|----------|------------------------|-------|--------------------|---|
| Unidades | m                      | uds   | uds                | $\Omega$                                |
| Nave     | 88                     | 6     | 1                  | 8,93                                    |

Tabla 2.4.1: Elementos y características de la instalación de puesta a tierra

Se procede a realizar los cálculos justificativos de la puesta a tierra:

Como se van a elegir interruptores diferenciales de  $I_s = 300 \text{ mA}$  se tendrá que el valor de la resistencia a tierra deberá ser menor a  $R \leq 80 \Omega$ , esta es una condición que se cumple, el valor resultante está muy por debajo de la indicado, incluso, considerando que, en un futuro la tierra empeorase.

Para calcular el valor de la resistencia de tierra, se calcula por separado el valor de la resistencia de la pica y la de cable:

$$\frac{1}{R} = N^{\circ} \text{ de picas} \cdot \frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_c}$$

La resistencia de la pica será:

$$R_p = \frac{\sigma}{L} = \frac{500 \Omega \cdot \text{m}}{2 \text{ m}} = 250 \Omega$$

Siendo:

$R_p$ : Resistencia de cada una de las picas en  $\Omega$ .

$\sigma$ : Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$ , en este caso el terreno es arcilla plástica.

$L$ : Longitud de la pica en m.

La resistencia del conductor enterrado será:

$$R_c = \frac{2 \cdot \sigma}{L} = \frac{2 \cdot 500 \Omega \cdot \text{m}}{88 \text{ m}} = 11,36 \Omega$$

Siendo:

$R_c$ : Resistencia del conductor enterrado en  $\Omega$ .

$\sigma$ : Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$ , en este caso el terreno es arena arcillosa.

$L$ : Longitud del conductor enterrado en m.

Sustituyendo en la fórmula se obtiene:

$$\frac{1}{R} = N^{\circ} \text{ de picas} \cdot \frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_c}$$

$$\frac{1}{R} = 6 \text{ uds} \cdot \frac{1}{250 \Omega} + \frac{1}{11,36 \Omega}$$

$$R = 8,93 \Omega$$

Se instalarán un relé diferencial para transformador WGC, tipo A. Programado a 0,3 A y 100 ms y conectado con una bobina de disparo, preferiblemente el modelo RGU-10 del fabricante Circutor. Ese relé diferencial permite una amplia regulación en cuanto a sensibilidad como a tiempo de disparo ya que se puede regular desde los 0,03 A hasta 30 A de fuga o en el caso del tiempo de disparo dispone de una horquilla de regulación entre 0,02 s y los 10 s, pudiendo ser también instantáneo o selectivo. Se selecciona un diferencial tipo A con el objetivo de evitar los problemas que pueden causar los armónicos y ruido introducido por el inversor a la red.

Adicionalmente, con el objetivo de proteger el circuito del relé diferencial y la bobina de disparo, se instalará un fusible con una intensidad nominal de 10 A y tamaño 10 x 38 mm. Este tendrá un poder de corte de 60 kA. Para la protección del neutro se instalará un tubo de neutro de tamaño 10 x 38 mm. Estos fusibles se instalarán en dos bases portafusibles para carril DIN, tendrán un tamaño de 10 x 38 mm de tipo unipolar. Su intensidad nominal será de 32 A.

## **2.5 POTENCIAS**

### **2.5.1 RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA**

No se instalan receptores de alumbrado.

### **2.5.2 RELACIÓN DE RECEPTORES DE FUERZA MOTRIZ CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA**

No se instalan receptores de fuerza motriz.

### **2.5.3 RELACIÓN DE RECEPTORES DE OTROS USOS CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA**

Inversor solar fotovoltaico 60 kW.

## 2.5.4 POTENCIA TOTAL INSTALADA

La instalación generadora tendrá las siguientes características:

| <b>DATOS DE LA INSTALACIÓN GENERADORA</b> |                |
|---|----------------|
| Tecnología:                               | Fotovoltaica   |
| Tipos distintos de placas:                | 1              |
| Fabricante:                               | Longi          |
| Modelo:                                   | LR4-72HPH-455M |
| Número de placas:                         | 144            |
| Potencia máxima unitaria (Wp):            | 455            |
| Corriente máxima potencia (A):            | 10,92          |
| Potencia pico instalada (kW):             | 65,52          |

Tabla 2.5.4.1: Características del campo generador

Mediante la conexión en serie de los paneles, se suma la tensión de cada placa, y la intensidad nominal de una placa será la misma para todas, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

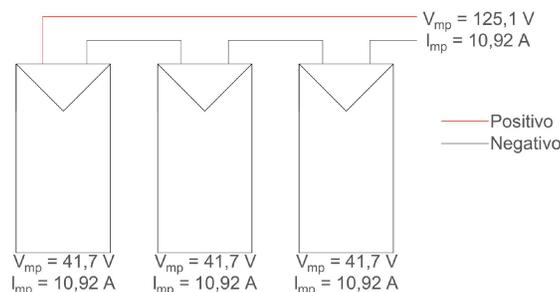


Figura 2.5.4.1: Ejemplo de conexión serie de paneles

En la siguiente tabla se muestra la distribución y la conexión de las placas fotovoltaicas al inversor:

| <b>MPPT</b>  | <b>Distribución y conexión de las placas fotovoltaicas al inversor</b>   |
|--------------|--|
| <b>MPPT1</b> | STRING 1: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT1. |
|              | STRING 2: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT1. |
| <b>MPPT2</b> | STRING 3: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT2. |
|              | STRING 4: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT2. |
| <b>MPPT3</b> | STRING 5: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT3. |
|              | STRING 6: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT3. |

|              |   |
|--------------|---|
| <b>MPPT4</b> | STRING 7: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT4.  |
|              | STRING 8: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT4.  |
| <b>MPPT5</b> | STRING 9: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT5.  |
|              | STRING 10: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT5. |
| <b>MPPT6</b> | STRING 11: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 1 del MPPT6. |
|              | STRING 12: 12 placas conectadas en serie. Tensión total 500,4 V. Intensidad 10,92 A. Se conecta a la entrada 2 del MPPT6. |

Tabla 2.5.4.2: Tensión y corriente a la entrada de cada uno de los MPPT del inversor

La potencia total instalada en placas solares es 65,52 kW según el siguiente cálculo:

$$P_p = N^{\circ} \text{ Paneles} \cdot P_u = 144 \text{ paneles} \cdot 455 \text{ W} = 65,520 \text{ W} = 65,52 \text{ kW}$$

Siendo:  $P_p$  = Potencia pico instalada (kW)  
 $N^{\circ}$  Paneles = Número de paneles de la instalación generadora  
 $P_u$  = Potencia máxima por panel (W)

### 2.5.5 COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

En lugar del coeficiente de simultaneidad que se aplica a los equipos receptores de energía, en una instalación generadora fotovoltaica se aplica un coeficiente a la potencia pico instalada para determinar la capacidad de producción del inversor y la potencia nominal de la instalación generadora.

En la instalación proyectada se ha tomado un valor de 0,9 para el coeficiente de producción del inversor.

### 2.5.6 POTENCIA DE CÁLCULO

La potencia de cálculo se obtendrá mediante los siguientes cálculos.

$$P_{ci} = P_{pp} \cdot C = 65,520 \text{ W} \cdot 0,9 = 58,968 \text{ W}$$

Siendo:  $P_{ci}$  = Potencia de cálculo inicial (W)  
 $P_{pp}$  = Potencia pico instalada (W)  
 $C$  = Coeficiente de producción del inversor

En base a la potencia de cálculo obtenida, se determinará la Potencia Nominal de la instalación mediante la elección de un inversor cuya potencia nominal sea ligeramente superior a la potencia de cálculo e inferior a la potencia pico instalada.

El inversor escogido es el siguiente:

| <b>DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL INVERSOR</b> |                       |
|---|-----------------------|
| Número de unidades:                         | 1                     |
| Fabricante:                                 | Huawei Technologies   |
| Modelo:                                     | SUN2000-60KTL-M0      |
| Tensión nominal AC, $V_n$ (V):              | 230/400               |
| Conexión RN, SN, TN o trifásico:            | Trifásico 3W + N + PE |

*Tabla 2.5.6.1: Características del inversor/es*

Por lo tanto, la potencia de cálculo de la instalación será igual a la potencia nominal de la misma, la cual será la potencia nominal del inversor escogido:

$$\begin{aligned} \text{Potencia de cálculo} &= \text{Potencia nominal del inversor} \\ &= \text{Potencia nominal de la instalación} = 60 \text{ kW} \end{aligned}$$

### 2.5.7 POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

La potencia total máxima admisible por la instalación es la potencia nominal del inversor escogido, es decir, 60 kW.

## 2.6 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

No procede efectuar cálculos de alumbrado normal ni especial.

## 2.7 CÁLCULOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante el corte automático.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deberán ser interconectadas y unidas por el conductor de protección a una misma toma de tierra.

El interruptor diferencial utilizado en el sistema de protección contra contactos indirectos tendrá una sensibilidad de 30 mA, lo cual garantiza que la tensión de contacto límite convencional no supere nunca los siguientes valores (según ITC-BT-18 e ITC-BT-24):

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Los conductores de protección se calcularon adecuadamente según la ITC-BT-19, tabla V, en el apartado de cálculo de circuitos.

### 2.7.1 CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA

El edificio donde se halla la instalación generadora fotovoltaica ya cuenta con instalación de puesta a tierra y no es objeto de este proyecto modificar la instalación existente.

La toma de tierra instalada en su día está constituida por los siguientes electrodos, los cuales están enterrados en la cimentación del edificio, a una profundidad no inferior a 0,50 metros:

- Conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado en la cimentación.
- Picas verticales de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

La línea principal de puesta a tierra está instalada con conductor de cobre desnudo de 16 mm<sup>2</sup> de sección, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de diámetro 25 mm. No existen derivaciones de la línea principal de tierra.

Según la ITC-BT-18, la sección de los conductores de protección será:

| Sección de los conductores de fase de la instalación<br>$S$ (mm <sup>2</sup> ) | Sección mínima de los conductores de protección<br>$S_p$ (mm <sup>2</sup> ) |
|--|---|
| $S \leq 16$  | $S_p = S$   |
| $16 < S \leq 35$   | $S_p = 16$  |
| $S > 35$   | $S_p = S/2$   |

Tabla 2.8.1.1: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase [\(1\)](#)

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup>, si es de cobre.

### 3 PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

##### 3.1.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - o Conductor: cobre.
  - o Formación: unipolar.
  - o Instalación: cables unipolares en contacto mutuo, en bandeja perforada (F).
  - o Normativa de aplicación: ITC-BT-19, ITC-BT-06, ITC-BT-07.
  
- De 1000 V de tensión nominal.
  - o Conductor: cobre (o aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto.).
  - o Formación: unipolar.
  - o Instalación: cables unipolares en contacto mutuo, en bandeja perforada (F).
  - o Normativa de aplicación: ITC-BT-19, ITC-BT-06, ITC-BT-07.

##### 3.1.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección de determinará de forma que represente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la siguiente tabla 2.

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

Tabla 3.1.2.1: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase [\(U\)](#)

### 3.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris.

### 3.1.4 TUBOS PROTECTORES

Los tubos empleados en la instalación cumplirán lo especificado en la ITC-BT-21.

En general, los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos.

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instalaciones o usuarios.

### 3.1.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

No se instalan cajas de empalme y derivación.

### 3.1.6 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

#### a) SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientemente de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal.

### 3.1.7 APARATOS DE PROTECCIÓN

#### a) FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura y limitadores de corriente.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

#### b) INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar.

La protección contra sobre intensidades para todos los conductores (fase y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos y automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistemas de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

#### c) INTERRUPTORES DIFERENCIALES

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

-Aislamiento de las partes activas: Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. No se considerarán pinturas, barnices, lacas o productos similares elementos de aislamiento.

-Protección por medio de obstáculos: los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

Se utiliza el esquema de conexión a tierra TT. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo. Mediante el empleo de conductores de protección y electrodos de tierra y asociar un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa, se garantiza la protección contra contactos indirectos.

## 3.2 NORMA DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### a) CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. En cumplimiento de la norma UNE-EN-50160 las variaciones máximas admitidas por los cuadros deberán ser:

- de tensión serán de  $U_n \pm 10 \%$  durante el 95% de una semana y  $U_n + 10 \%$  - 15% durante el 100 % del tiempo.
- de frecuencia de 50 Hz  $\pm 1 \%$  durante el 99,5 % de una semana o 50 Hz +4 % -6 % durante el 100 % del tiempo.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y a la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica. Deberán estar constituidos por chapa de acero de fuerte espesor o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable. Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las juntas estarán provistas con una junta de estanqueidad de plástico o similar que evite la entrada de polvo.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento a mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos.

En la parte frontal del cuadro se dispondrá etiquetas de identificación de los circuitos. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

### b) SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Para la colocación de los tubos y las canalizaciones se tendrán en cuenta las prescripciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21.

Todas las canalizaciones del proyecto INSTALACIÓN GENERADORA FOTOVOLTAICA se realizarán mediante bandeja de hilo.

### **LADO DE CONTINUA**

Toda la instalación se realiza mediante bandeja de hilo con las siguientes características:

| Referencia fabricante | Ancho (mm) | Alto (mm) | Largo (mm) | Peso (kg/m) |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| BF2R 100X65           | 100        | 65        | 3000       | 0,79        |

*Tabla 3.2.b.1: Descripción de la canalización en el lado de continua*

Toda la bandeja de hilo estará recubierta por una tapa con el objetivo de proteger los conductores. Las características son:

| Referencia fabricante | Ancho (mm) | Alto (mm) | Largo (mm) | Peso (kg/m) |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| TERE 100              | 100        | 15        | 3000       | 0,55        |

*Tabla 3.2.b.2: Descripción de la tapa de la canalización en el lado de continua*

### **LADO DE ALTERNA**

Las canalizaciones que comunicarán inversor - cuadro de protecciones de instalación solar – cuadro general de protección del edificio se realizará mediante bandeja de hilo con las siguientes características:

| Referencia fabricante | Ancho (mm) | Alto (mm) | Largo (mm) | Peso (kg/m) |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| BF2R 200X65           | 200        | 65        | 3000       | 1,09        |

*Tabla 3.2.b.3: Descripción de la canalización en el lado de alterna*

Toda la bandeja de hilo estará recubierta por una tapa con el objetivo de proteger los conductores. Las características son:

| Referencia fabricante | Ancho (mm) | Alto (mm) | Largo (mm) | Peso (kg/m) |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| TERE 200              | 200        | 15        | 3000       | 0,98        |

*Tabla 3.2.b.4: Descripción de la tapa de la canalización en el lado de alterna*

Para la ejecución de la instalación, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado se realizará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local.
- Las canalizaciones se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas realizadas no originarán reducciones inadmisibles.

- Las canalizaciones se fijarán a paredes o techos por medios de escuadras y o elementos necesarios protegidos contra la corrosión y sólidamente sujetos. La distancia entre estas será como máximo 0,9 m pudiendo reducirse si el instalador lo considera necesario.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrá de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 30 mm como mínimo.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente, o de humo las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no se puedan alcanzar una temperatura peligrosa y por consiguiente se mantendrán separadas por una distancia mínima de 150 mm.

Como norma general, no se situarán paralelamente por debajo de otras que puedan dar lugar a condensaciones.

#### c) CONEXIONES

##### ***LADO DE CONTINUA***

Se realizará el conexionado del final de las cadenas mediante conectores MC4 crimpables o de conexión rápida con un rango de sección de 4/6 mm<sup>2</sup>, una tensión máxima de 1500 V DC y una corriente máxima de 30 A.

##### ***LADO DE ALTERNA***

Se realizará el conexionado mediante terminales de cobre y punteras huecas que sea necesario, con el fin de conseguir un buen contacto, evitando de esta manera puntos calientes.

#### d) CONDICIONES GENERALES

No se utilizará un mismo conductor de neutro para distintos circuitos.

Las cubiertas, tapas o envolventes, así como aparatos de maniobra, seccionadores, bases, etc., serán de material aislante.

### **3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

#### a) VERIFICACIONES

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460-6-61.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por la empresa instaladora ejecutora del proyecto.

La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra, en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.

A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación emitirá un certificado de instalación,

en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

Como anexo al Certificado de Instalación que se entregue al titular de la instalación eléctrica, la empresa instaladora deberá confeccionar unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de esta. Dichas instrucciones incluirán, en cualquier caso, como mínimo, un esquema unifilar de la instalación con las características técnicas fundamentales de los equipos y materiales eléctricos instalados, así como un croquis de su trazado.

## b) INSPECCIONES

De acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión las inspecciones podrán ser:

- Iniciales: Antes de la puesta en servicio de las instalaciones.
- Periódicas.

En este caso al tratarse de una instalación en local mojado con una potencia instalada superior a 25 kW, se deberá realizar una inspección inicial. Serán objeto de inspecciones, periódicas cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

El procedimiento de revisión en locales de pública concurrencia será el establecido en el Anexo III de la Orden de 31 de enero de 1990 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, sobre mantenimiento e inspección periódica de instalaciones eléctricas en locales de pública concurrencia, cuya última modificación aparece reflejada en el D.O.G.V N.º 9372 de 30/06/2022 en estas se refleja que:

- Inspecciones de carácter general comunes a todo tipo de locales, se efectuarán:
  - Comprobaciones visuales:
    - Derivación individual.
    - Interruptor general automático.
    - Cuadro general de distribución.
    - Canalizaciones eléctricas.
  - Mediciones:
    - Comprobación de interruptores magnetotérmicos.
    - Resistencia del aislamiento de la instalación entre conductores y entre conductores y tierra.
    - Comprobación de los interruptores diferenciales.
    - Continuidad del conductor de protección en todas las tomas de corriente.
    - Medición de la resistencia de la puesta a tierra.
    - Comprobación del alumbrado de señalización y emergencia.

Como resultado de la inspección, el Organismo de Control emitirá un Certificado de la Inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la clasificación de la instalación, que podrá ser:

- Favorable: Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección.
- Condicionada: Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:
  - o Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
  - o A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir el Certificado con la calificación negativa al Órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- Negativa: Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:
  - o Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
  - o A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Los defectos en las instalaciones se clasificarán como: defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

- Defecto muy grave: Es todo aquél que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.
- Defecto grave: Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de la instalación eléctrica.
- Defecto leve: Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

#### c) REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de la obra o empresa instaladora en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

### **3.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

#### **3.4.1 OBLIGACIONES DEL USUARIO**

Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por una empresa instaladora.

#### **3.4.2 OBLIGACIONES DE LA EMPRESA MANTENEDORA**

Las instalaciones proyectadas no precisan contrato de mantenimiento por ser la potencia prevista menor a 100 kW.

### **3.5 LIBRO DE ÓRDENES**

Se dispondrá de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil de las instalaciones, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **4 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Cumpliendo lo estipulado por el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre y con última fecha de actualización de 23 de marzo de 2010 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

### **4.1 DATOS DEL PROYECTO**

#### **4.1.1 TÍTULO DEL PROYECTO**

Proyecto de instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima, a través de red interior de una nave industrial.

Instalación fotovoltaica en autoconsumo con excedentes y acogida a compensación.

#### **4.1.2 PROMOTOR**

Montajes Eléctricos Lopelec S.L.U.  
C / Les Eres 15 Bajo 03860 Lorcha (Alicante)  
B-01669423

#### **4.1.3 OBRAS A REALIZAR**

Se pretende colocar los paneles solares sobre la cubierta de una nave industrial realizando las siguientes instalaciones:

- Instalación de las estructuras metálicas sobre los que se instalarán los paneles.
- Montaje de los paneles sobre la estructura.
- Instalación del inversor y del cuadro de protección para la instalación generadora junto al cuadro general de mando y distribución existente.
- Realizar la instalación eléctrica de conexión de los paneles y de la conexión al inversor, al cuadro eléctrico y al equipo de medida.
- Trabajos de comprobación y puesta en marcha del sistema.

#### **4.1.4 OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Tal y como se estipula en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el Capítulo II, Artículo 4, apartado 2, indica que: en los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1, del Artículo 4, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Por lo que se produce al desarrollo del mismo.

#### **4.1.5 PREVISIÓN DE LA MANO DE OBRA**

El número de operarios trabajando simultáneamente durante la ejecución de las instalaciones será de 3.

#### 4.1.6 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LAS OBRAS

El presupuesto de ejecución material de las instalaciones es de 48.000,00 euros.

### 4.2 DATOS DEL PROYECTO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones, así como información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Se recuerda la obligatoriedad de que en cada centro de trabajo exista un Libro de incidencias para el seguimiento del plan. Cualquier anotación que se realice deberá ponerse en conocimiento de la Inspección de Trabajo y seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Así mismo se recuerda que, según el artículo, 15 del Real Decreto, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban la información adecuada de todas las medidas de seguridad y salud en la obra.

### 4.3 PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

### 4.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN

Siempre deberán primar las protecciones colectivas frente a las individuales. Además, deberán mantenerse en buen estado los medios auxiliares, la maquinaria y las herramientas de trabajo. Por otro lado, los medios de protección deberán estar homologados según normativa vigente.

#### 4.4.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- a) Organización y planificación de los trabajos para evitar interferencias entre los distintos trabajos y circulaciones dentro de la obra.
- b) Señalización de las zonas de peligro.
- c) Respetar las distancias de seguridad con las instalaciones existentes.
- d) Los elementos de las instalaciones deberán estar con sus protecciones aislantes.
- e) Montaje de grúas realizado por una empresa especializada, con revisiones periódicas, control de la carga máxima, delimitación del radio de acción, frenos, bloqueo, etc.
- f) Colocación de barandillas de protección en lugares de peligro de caída.
- g) Protección de agujeros y fachadas para evitar la caída de objetos (redes, lonas)
- h) Uso de escaleras de mano, plataformas de trabajo y andamios.

#### 4.4.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Para la ejecución de los trabajos de los operarios encima de la cubierta del edificio, se utilizará el equipo de protección individual que se describe a continuación.

Cada operario dispondrá de un SET ANTICAÍDAS ELÁSTICO de la marca WÜRTH, modelo W1003, cuya ficha técnica y descriptiva se aporta en la página siguiente.

Cada uno de los operarios podrá asegurarse a una línea de vida existente instalada en la parte superior central del dejado de la nave y que recorre toda la parte superior de la nave de manera punta-punta.

Los operarios podrán anclarse a esta línea de vida desde un lugar seguro de la cubierta, de tal manera que puedan colocarse tranquilamente el equipo anticaída y sujetar el arnés al propio punto de anclaje de una manera completamente segura.

Una vez se haya verificado, comprobado y garantizado la plena eficacia de los anclajes y de los equipos de protección, los operarios podrán incorporarse a los trabajos en cubierta.

Para realizar los trabajos de transporte vertical de los materiales (paneles solares, cables, estructura metálica, etc.), se utilizará una maquinaria de tipo grúa o plataforma elevadora vertical. Para recibir los materiales en la cubierta, los operarios utilizarán el mismo equipo anticaídas descrito anteriormente. Además, se señalizará el perímetro de la maquina elevadora mediante conos reflectantes.

Otras medidas de protección individual serán:

- Utilización de mascarillas y gafas homologadas contra el polvo y/o protección de partículas.
- Utilización de calzado de seguridad.
- Utilización de casco homologado.
- Utilización de guantes homologados para evitar el contacto directo con materiales agresivos y minimizar el riesgo de cortes y pinchazos.

## W1003 SET ANTICAÍDAS ELÁSTICO



**Kit completo para cubrir los riesgos de trabajos en alturas de más de 2 metros**



**Certificado Riesgos Complejos  
EPI Cat. III  
Según EN361 y EN 353-2**

### Características W101 Arnés elástico

- Excelente arnés para trabajos en alturas donde hay riesgo de caída.
- Puntos de anclaje esternal y dorsal.
- Forma ergonómica para un mejor ajuste al cuerpo.
- Compuesto de dos colores, rojo en la parte superior y gris en la inferior.
- Tejido elástico en hombros y espalda para mejor confort y libertad de movimiento.
- Hebillas ajustables.
- Dos argollas laterales para sujetar herramientas.
- Capacidad máxima de carga: 140 kg.
- Cumple Normativa Europea EN 361.

| Color   | Contenido | Art. Nº             | U/E |
|---|-----------|---------------------|-----|
| W1003 Set anticaída   | -         | <b>0899 032 103</b> | 1   |
| Maletín Master  | 1         | <b>5581 011 000</b> |     |
| W101 Arnés elástico   | 1         | <b>0899 032 096</b> |     |
| Anticaídas 15 m Deslizante vertical con absorbedor de energía EN353-2 | 1         | <b>0899 032 929</b> |     |

### Datos técnicos

|  |                    |
|--|--------------------|
| Peso                                       | 6,2 kg             |
| Medida del maletín Master                  | 500 x 140 x 380 mm |
| Deslizante vertical y arnés testados hasta | 140 kg             |
| Despliegue máx. del absorbedor de energía  | 1,5 m              |
| Revisión obligatoria desde el primer uso   | Anual              |

### Aplicaciones

Para cubrir los riesgos en general de trabajos verticales en altura en sectores como: reformas en tejados, conexiones eléctricas, montajes de cerrajería de hierro, construcción de cubiertas de madera y mantenimiento de instalaciones.

### Anticaídas 15 m Deslizante Vertical

- Con absorbedor de energía en caída para minimizar el impacto de la caída.
- Dispositivo deslizante para trabajos en diferentes alturas EN353-2.
- Bloqueo automático frente a caídas por medio de garras de freno que rodean la cuerda.

### Ventajas

- Mejor conservación y transporte del equipo.
- Ligero y de fácil manipulación.
- Cumple con todas las normas europeas.
- Fácil ajuste.

### Beneficios

- Mejor identificación del usuario.
- Garantía de seguridad.
- Gran comodidad.
- En caso de caída sostiene al trabajador en altura con un tiempo de reacción extremadamente corto sin ruidos desagradables de desgarrar. Efecto que alivia considerablemente el impacto de la caída en un primer momento.

**Punto de anclaje móvil  
Art. Nº 0899 032 916**

#### 4.4.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN A TERCEROS

- Vallado, señalización y alumbrado de la obra. En el caso de que el vallado invada la calzada debe preverse un paso protegido para la circulación de peatones. El vallado ha de impedir que personas ajenas a la obra puedan entrar en ella.
- Protección de huecos y fachadas para evitar la caída de objetos.

#### 4.5 PRIMEROS AUXILIOS

- Se dispondrá de un botiquín cuyo contenido será especificado en la normativa vigente.
- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

## 5 PRESUPUESTO

Instalación generadora fotovoltaica para autoconsumo con una Potencia Pico de 65,52 kW.

| Descripción  | Cantidad | Precio Ud. | Total     |
|--|----------|------------|-----------|
| <b><i>PARTIDA 1: MATERIAL DE MONTAJE</i></b>         | 1,00     | 38.100,00  | 38.100,00 |
| <i>Partida 1.1: Paneles y estructura</i>             |          |            |           |
| Panel fotovoltaico 455 Wp Longi                      | 144,00   |            |           |
| Soporte coplanar p/cubierta atornillado 6 módulos    | 24,00    |            |           |
| <i>Partida 1.2: Inversor y comunicaciones</i>        |          |            |           |
| Inversor trifásico 60 kW Huawei                      | 1,00     |            |           |
| Smartlogger 3000 A Huawei                            | 1,00     |            |           |
| Smart Power Sensor trifásico medida indirecta        | 1,00     |            |           |
| <i>Partida 1.3: Protecciones CC</i>                  |          |            |           |
| Base carril 1 Polo 10 x 38 mm Fotovoltaica 1000 V CC | 24,00    |            |           |
| Fusible DC 1000 10 x 38 mm 12 A                      | 24,00    |            |           |
| <i>Partida 1.4: Protecciones AC</i>                  |          |            |           |
| Magnetotérmico 4 P 100 A 6 mod                       | 1,00     |            |           |
| Relé diferencial programable RGU-10                  | 1,00     |            |           |
| Toroide y bobina de disparo 230 V AC                 | 1,00     |            |           |
| Magnetotérmico 4 P 10 A 4 mod                        | 1,00     |            |           |
| Base Carril 2 Polos 10 x 38 mm 500 V AC              | 1,00     |            |           |
| Fusible AC 400V 10 x 38 mm 6 A                       | 1,00     |            |           |
| Tubo neutro cilíndrico 10 x 38 mm                    | 1,00     |            |           |
| <i>Partida 1.5: Cableado y envolvente</i>            |          |            |           |
| Cable Solar ZZ-F (AS) 1,8 KV 1 x 6 Negro             | 400,00   |            |           |
| Cable Solar ZZ-F (AS) 1,8 KV 1 x 6 Rojo              | 400,00   |            |           |
| Conectores MC4 positivo-negativo                     | 50,00    |            |           |
| Tubo reforzado M20 doble capa                        | 50,00    |            |           |
| Cable 25 mm <sup>2</sup>                             | 30,00    |            |           |
| Caja modular estaca IP65 3 x 18 mod                  | 1,00     |            |           |
| Bandeja de hilo incluyendo tapa                      | 1,00     |            |           |

*Suma y sigue*

|   |       |          |                  |
|---|-------|----------|------------------|
| <b><i>PARTIDA 2: MONTAJE Y CABLEADO</i></b>                 | 1,00  | 8.640,00 | 8.640,00         |
| Mano de obra de instalación y puesta en marcha del sistema. | 1,00  |          |                  |
| Alquiler de plataforma elevadora, incluido seguro           | 1,00  |          |                  |
|   |       |          |                  |
| <b><i>PARTIDA 3: LEGALIZACIÓN</i></b>                       | 1,00  | 870,00   | 870,00           |
| Proyecto y dirección de obra. Incluye OCA                   | 1,00  |          |                  |
|   |       |          |                  |
| <b><i>PARTIDA 4: MATERIAL DE FIJACIÓN</i></b>               | 1,00  | 390,00   | 390,00           |
| Silicona MSP 50   | 8,00  |          |                  |
| Tornillería y anclaje                                       | 1,00  |          |                  |
| Tamiz para raco químico M16 x 130                           | 20,00 |          |                  |
| Taco químico 800 MI Würth                                   | 4,00  |          |                  |
|   |       |          |                  |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                                    |       |          | <b>48.000,00</b> |

*Tabla 5.1: Presupuesto de la realización de la instalación*

**El presente presupuesto de ejecución material de las instalaciones asciende a la expresada cantidad de:**

**CUARENTA Y OCHO MIL EUROS.**

## **6 PLANOS**

- 6.1 PLANO DE SITUACIÓN REFERENCIADO AL CATASTRO**
- 6.2 FICHA CATASTRAL**
- 6.3 PLANO DE EMPLAZAMIENTO REFERENCIADO AL CATASTRO**
- 6.4 PLANTA DE LAS INSTALACIONES**
- 6.5 PLANTA PUESTA A TIERRA**
- 6.6 ESQUEMA UNIFILAR**



Gobierno de España

Ministerio de Hacienda y Función Pública

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL Catastro



Provincia de VALENCIA  
Municipio de MONTAVERNER  
Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

ESCALA 1:2,500

50m 0 50 100m

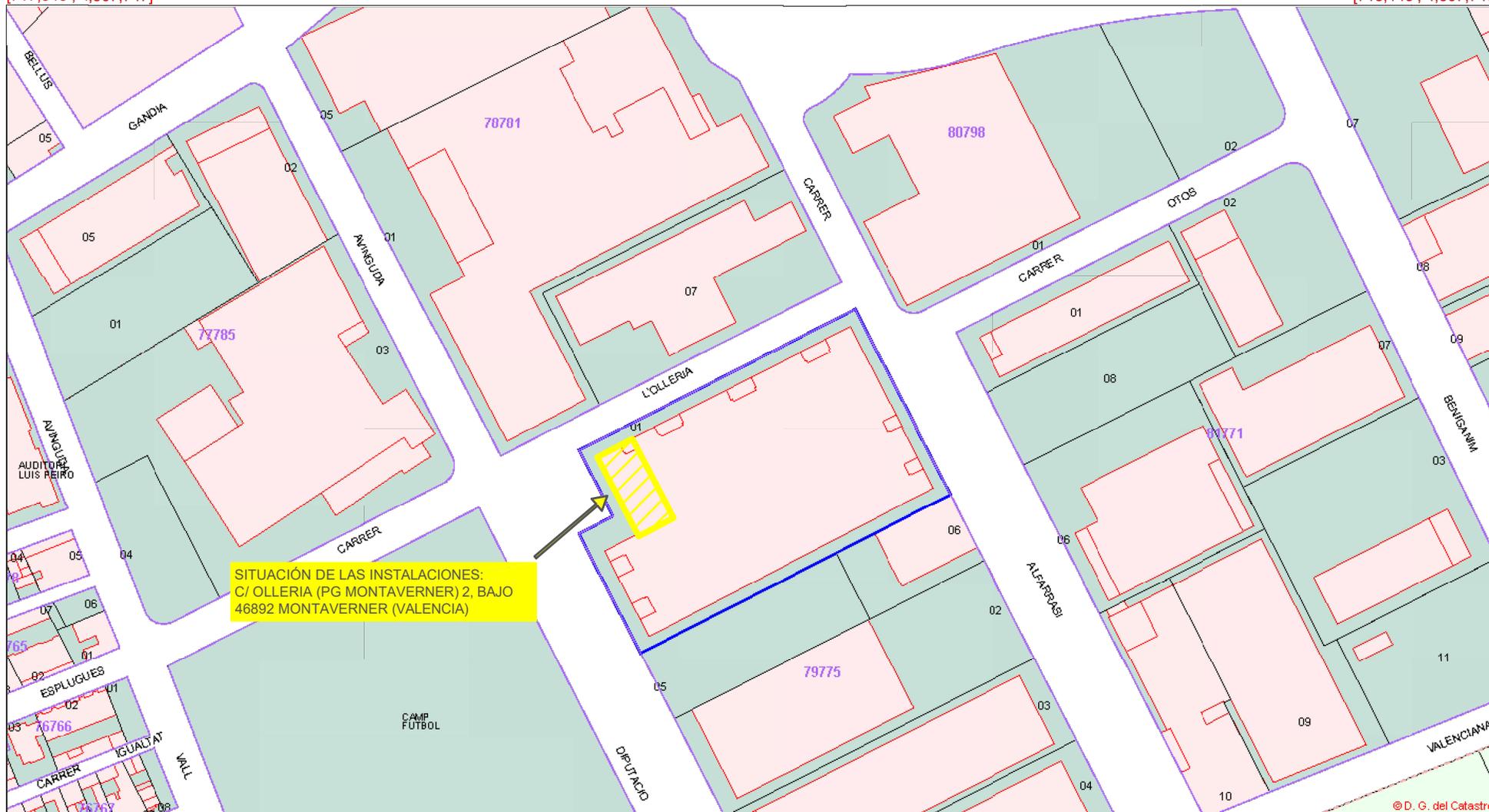


CARTOGRAFÍA CATASTRAL

Parcela Catastral: 7977501YJ1077N

[717,545 ; 4,307,747]

[718,145 ; 4,307,747]



SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES:  
C/ OLLERIA (PG MONTAVERNER) 2. BAJO  
46892 MONTAVERNER (VALENCIA)

[717,545 ; 4,307,422]

[718,145 ; 4,307,422]





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Provincia de VALENCIA  
Municipio de MONTAVERNER  
Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

ESCALA 1:1,500

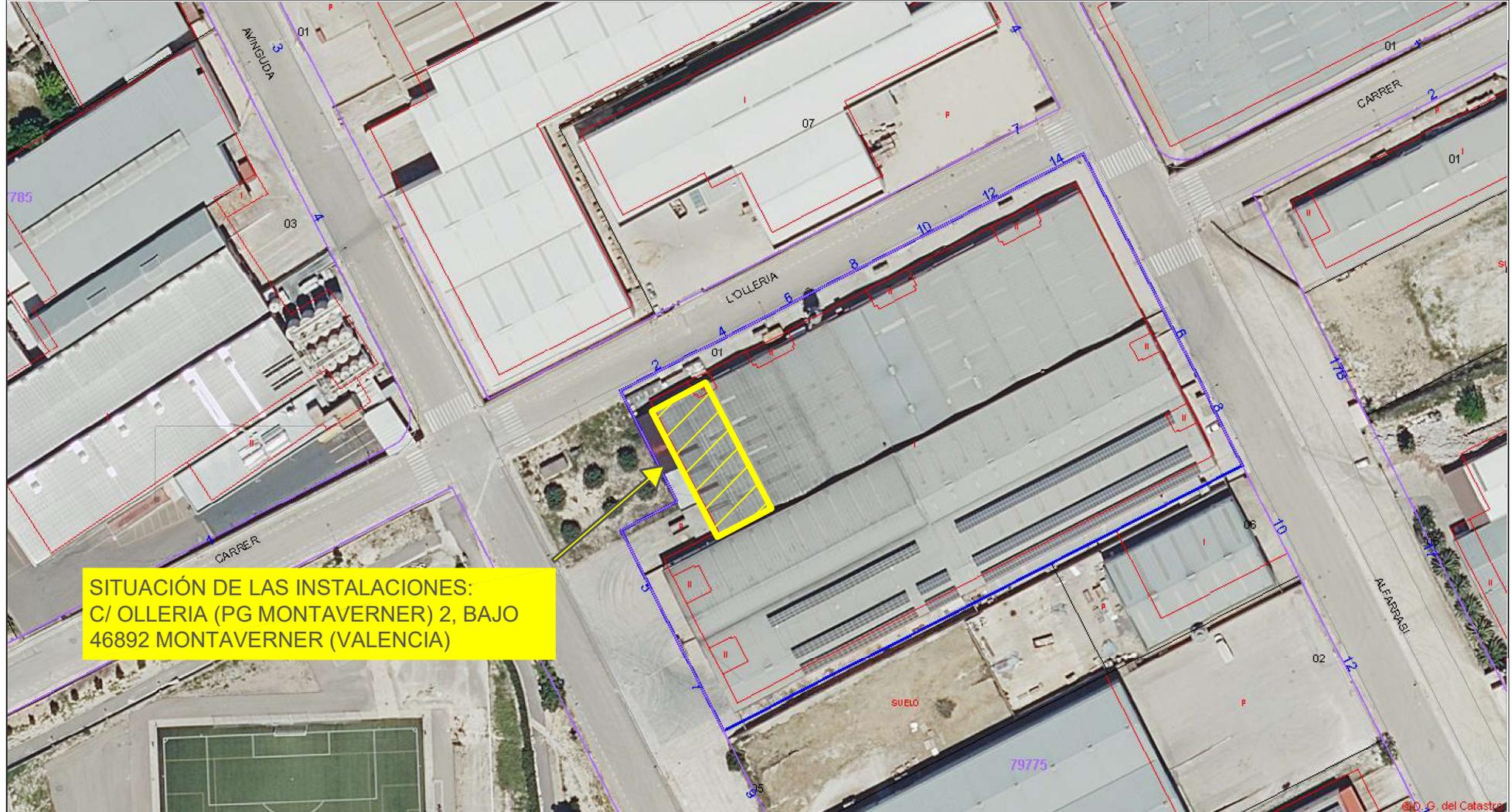


CARTOGRAFÍA CATASTRAL

Parcela Catastral: 7977501YJ1077N

[717,628 ; 4,307,662]

[717,988 ; 4,307,662]



[717,628 ; 4,307,467]

[717,988 ; 4,307,467]



ACCESO A LA PARCELA



Retranqueo de la parcela

**GRUPO 4**  
Conectado al MPP1  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 7 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 8 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 500 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A

**GRUPO 5**  
Conectado al MPP1  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 9 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 10 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 500 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A

**GRUPO 6**  
Conectado al MPP1  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 11 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 12 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 500 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A

**GRUPO 1**  
Conectado al MPP1  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 1 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 2 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 500 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A

**GRUPO 2**  
Conectado al MPP2  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 3 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 4 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 500 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A

**GRUPO 3**  
Conectado al MPP3  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 5 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 6 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 500 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A

Retranqueo de la parcela

Lucernario

Lucernario

Lucernario

Lucernario

Lucernario

Lucernario

Lucernario

Lucernario

NAVE COLINDANTE  
AV. DIPUTACIÓ, Nº 3

NAVE COLINDANTE  
C/ OLLERIA, Nº 4

-  CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN DEL EDIFICIO:  
Existente y no sufrirá modificaciones
-  EQUIPO DE MEDIDA: se sustituirá par adaptarlo a la forma y tensión demandadas. Utilizando el equipo de medida indirecta indicado por I-DE.
-  CUADRO GENERAL DEL EDIFICIO:  
Existente y no sufrirá modificaciones
-  CUADRO DE PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
-  INVERSOR CC-CA:  
Huawei Smart PV Controller SUN2000-60KTL-M0  
Potencia nominal 60 kW - Trifásico
-  CABLES DEL LADO DE CORRIENTE CONTINUA:  
RZ1-K(AS) 0,6/ 1 kV XLPE 6 + 6 mm<sup>2</sup> Cu
-  CABLES DEL LADO DE CORRIENTE ALTERNA  
DESDE EL INVERSOR HASTA EL CUADRO  
GENERAL DEL EDIFICIO:  
RZ1-K(AS) 0,6/ 1 kV XLPE 6 + 6 mm<sup>2</sup> Cu
-  DERIVACIÓN INDIVIDUAL EXISTENTE: No se modifica  
RZ1-K(AS) 0,6/ 1 kV XLPE 4 x 95 mm<sup>2</sup> Cu

|  |                   |  |                 |
|--|-------------------|--|-----------------|
| ESCALA: 1:200                                      | FECHA: 01/06/2023 | PL. No.: 4   | REFERENCIA: N/A |
| <b>Universidad Politécnica de Valencia</b>         |                   |  | FIRMA:          |
| Escuela Politécnica Superior de Alcoy              |                   |  |                 |
| <b>Cliente: Impresiones Plásticas 2008 S.L.</b>    |                   | Proyecto: Proyecto de instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima, a través de red interior de una nave industrial. |                 |
| Plano: Planta de las instalaciones                 |                   | Ubicación: C/ Ollería (PG Montaverner) 2, Bajo 46892 Montaverner (Valencia)  |                 |
| El ingeniero técnico industrial: Josep López Seguí |                   |  |                 |



ACCESO A LA PARCELA



Retranqueo de la parcela

Retranqueo de la parcela

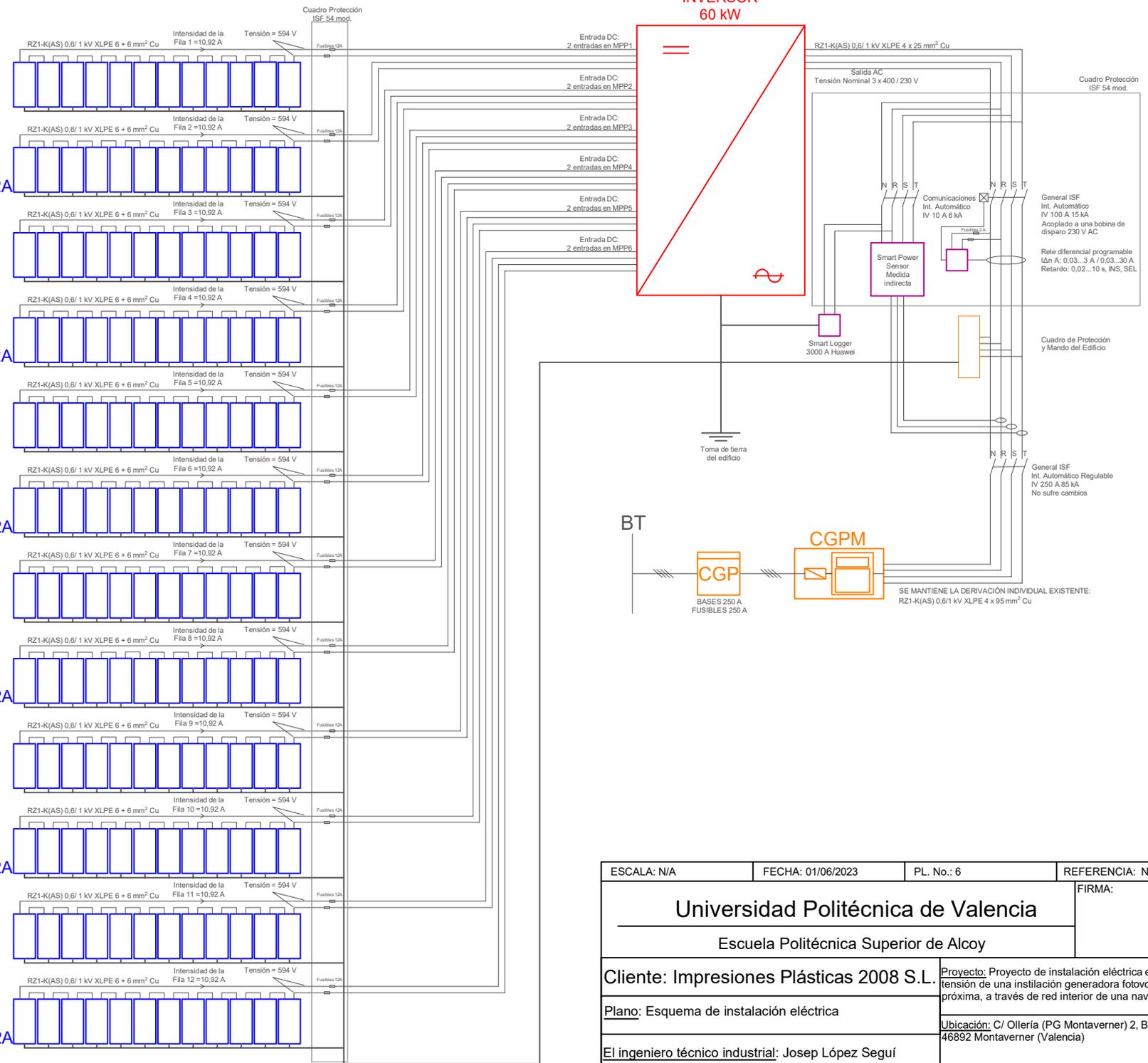
NAVE COLINDANTE C/ OLLERIA, Nº 4

NAVE COLINDANTE AV. DIPUTACIÓ, Nº 3

-  CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN DEL EDIFICIO:  
Existente y no sufrirá modificaciones
-  EQUIPO DE MEDIDA: se sustituirá par adaptarlo a la forma y tensión demandadas. Utilizando el equipo de medida indirecta indicado por I-DE.
-  CUADRO GENERAL DEL EDIFICIO:  
Existente y no sufrirá modificaciones
-  ARQUETA DE CONEXIÓN
-  PICA DE PUESTA A TIERRA
-  CONDUCCIÓN ENTERRADA DE CABLE DESNUDO  
Cobre de 35 mm<sup>2</sup>

|  |                   |  |                 |
|--|-------------------|--|-----------------|
| ESCALA: 1:200                                      | FECHA: 01/06/2023 | PL. No.: 5   | REFERENCIA: N/A |
| <b>Universidad Politécnica de Valencia</b>         |                   |  | FIRMA:          |
| Escuela Politécnica Superior de Alcoy              |                   |  |                 |
| <b>Cliente: Impresiones Plásticas 2008 S.L.</b>    |                   | Proyecto: Proyecto de instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima, a través de red interior de una nave industrial. |                 |
| Plano: Planta puesta a tierra                      |                   | Ubicación: C/ Ollería (PG Montaverner) 2, Bajo 46892 Montaverner (Valencia)  |                 |
| El ingeniero técnico industrial: Josep López Seguí |                   |  |                 |

- GRUPO 1**  
Conectado al MPP1  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 1 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 2 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 594 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A
- GRUPO 2**  
Conectado al MPP2  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 3 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 4 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 594 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A
- GRUPO 3**  
Conectado al MPP3  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 5 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 6 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 594 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A
- GRUPO 4**  
Conectado al MPP4  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 7 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 8 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 594 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A
- GRUPO 5**  
Conectado al MPP5  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 9 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 10 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 594 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A
- GRUPO 6**  
Conectado al MPP6  
Tejado Sur-Oeste  
Fila 11 (12 Paneles en serie)  
conectada en paralelo con la  
Fila 12 (12 Paneles en serie)  
Tensión = 594 V  
Intensidad de la cadena = 10,92A



|  |                   |  |                 |
|--|-------------------|--|-----------------|
| ESCALA: N/A  | FECHA: 01/06/2023 | PL. No.: 6   | REFERENCIA: N/A |
| <b>Universidad Politécnica de Valencia</b>         |                   |  | FIRMA:          |
| Escuela Politécnica Superior de Alcoy              |                   |  |                 |
| Cliente: Impresiones Plásticas 2008 S.L.           |                   | Proyecto: Proyecto de instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima, a través de red interior de una nave industrial. |                 |
| Plano: Esquema de instalación eléctrica            |                   | Ubicación: C/ Ollería (PG Montaverner) 2, Bajo 46892 Montaverner (Valencia)  |                 |
| El ingeniero técnico industrial: Josep López Seguí |                   |  |                 |

## 7 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### 7.1 NORMATIVA

Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

### 7.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Obra:

Instalación eléctrica en baja tensión de una instalación generadora fotovoltaica próxima, a través de red interior de una nave industrial.

Situación:

C/ Ollería (PG Montaverner) 2, Bajo.

Promotor:

Montajes Eléctricos Lopelec S.L.U.  
C / Les Eres 15 Bajo 03860 Lorcha (Alicante)  
B-01669423

Proyectista:

Josep López Seguí

### 7.3 PREVISIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN

| Código LER <sup>(4)</sup> | Descripción    | Cantidad (Tn) | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Operaciones de valoración* | Operaciones de eliminación* |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 20 01 01                  | Papel y cartón | 0             | 0,12                      | R1201                      | D1301                       |
| 17 02 01                  | Madera         | 0             | 0,48                      | R0305                      | D1301                       |
| 20 01 39                  | Plásticos      | 0             | 0,06                      | R1201                      | D1301                       |

Tabla 7.3.1: Relación de residuos codificados conforme a la Lista Europea de Residuos (LER)

\* Operaciones de valorización y eliminación de residuos, de conformidad con la Decisión 96/350/CE, de la Comisión, de 24 de mayo, por la que se modifican los anexos IIA y IIB de la Directiva 75/442/CEE, del Consejo, relativa a los residuos

#### 7.3.1 OPERACIONES DE ELIMINACIÓN

D1301 Clasificación de residuos consistiendo esto en: instalaciones de clasificación de residuos para su eliminación posterior

### 7.3.2 OPERACIONES DE VALORACIÓN

R1201 Desmontaje y separación de los distintos componentes de los residuos, incluida la retirada de sustancias peligrosas. Esta consiste en:

- Instalaciones de clasificación de envases.
- Instalaciones de clasificación, separación y agrupación de RAEEs.
- Instalaciones de clasificación de chatarra.
- Instalaciones de clasificación de otros tipos de residuos (plásticos, papel/cartón, RCDs, neumáticos fuera de uso, etc.).

R0305 Reciclado de residuos orgánicos en la fabricación de nuevos productos. Esta consiste en:

- Instalaciones que fabrican productos a partir de residuos de madera, por ejemplo, para la producción de tableros de madera, etc.

## 7.4 MEDIDAS A ADOPTAR PARA CONSEGUIR LOS OBJETIVOS

Control del lugar de vertido y clasificación.

## 7.5 LUGARES E INSTALACIONES

Contenedores instalados en obra para la correcta clasificación de los elementos.

## 7.6 ESTIMACIÓN DE COSTES

El presupuesto estimado para la gestión de residuos de construcción y demolición asciende a

**TRESCIENTOS VEINTICINCO EUROS (325€)**

## 8 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Se realiza el estudio de viabilidad económica<sup>(5)</sup>, para el que se disponen de los siguientes datos:

|  |         |
|--|---------|
| Consumo promedio anual (kWh):                                  | 308.796 |
| Producción anual media esperada (kWh):                         | 105.596 |
| Descenso de la producción anual (%):                           | 2       |
| IVA (%):   | 21      |
| Coste unitario de la instalación (€):                          | 48.000  |
| Precio de los excedentes de producción (€ / kWh):              | 0,05    |
| Precio de la energía de autoconsumo (€ / kWh) <sup>(6)</sup> : | 0,20479 |
| Costes de explotación (€):                                     | 40      |
| Costes de mantenimiento (%) sobre el coste unitario:           | 1       |
| Financiación (%):  | 0       |
| Vida útil de la instalación (Años):                            | 25      |

*Tabla 8.1: Datos de partida para el estudio económico*

Para la realización del estudio de viabilidad económica también se ha considerado:

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Tasa de interés [i] (%):    | 4    |
| Tasa de inflación [f] (%):  | 4,8  |
| Coste del capital [Cc] (%): | -0,8 |

*Tabla 8.2: Datos a considerar relacionados con el valor del dinero*

Habiendo realizado el estudio económico que se muestra en la siguiente página, se puede concluir:

- El plazo de recuperación es de dos años.
- El plazo de recuperación actualizado es de dos años.
- El VAN calculado para el periodo de 25 años aplicando los resultados resulta positivo e igual a unos 780.784 €.

El estudio económico ha sido realizado mediante el siguiente razonamiento:

- Año: periodos anuales que se consideran a estudio.
- Energía Producida: Energía se producirá anualmente descontento la perdida por degradación de producción de los paneles.
- Excedentes: Beneficio obtenido por la compensación de la energía sobrante.
- Autoconsumo: Beneficio obtenido por la energía obtenido de la planta generadora.
- Costes de explotación: gastos derivados del correcto funcionamiento de la instalación.
- Costes de mantenimiento: gastos derivados de posibles averías.
- Flujo de caja no actualizado: resultado de realizar ingresos menos gastos
- Ganancias: Sumatorio del flujo de caja no actualizado.

- Flujo de caja actualizado: Para la inversión inicial, se generarán flujos de caja positivos y negativos, estos flujos de caja son FC1 para el primer año, FC2 para el segundo y FCj para el j-ésimo. Para hacer la comparación en necesario actualizar el flujo de caja de cada año multiplicándolo por el factor de descuento correspondiente:

$$FC = \frac{1}{(1 + C_c)^j}$$

- VAN (Valor actualizado neto):

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + C_c)^j} - I_0$$

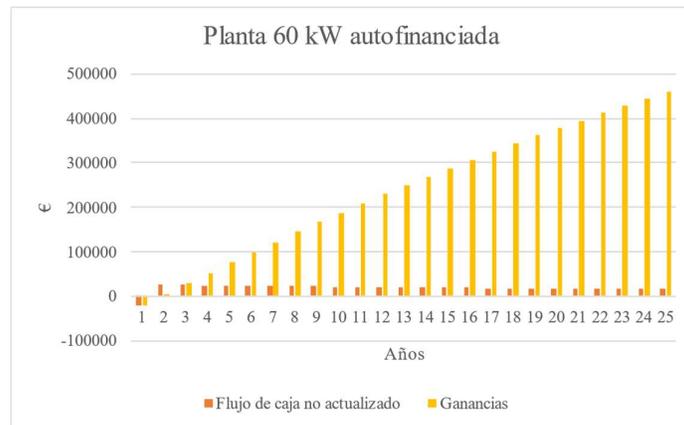


Figura 8.1: Datos de partida para el estudio económico

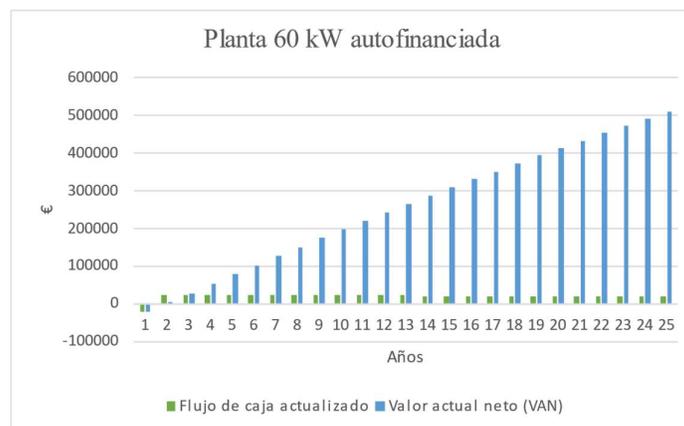


Figura 8.2: Datos de partida para el estudio económico

Siendo tan elevada la diferencia entre la producción de la planta y consumo del cliente, la operación resulta altamente rentable, incluso solo considerando el autoconsumo y despreciando el beneficio obtenido por los excedentes puesto que es posible que la planta no pueda verter a la red en ningún momento.

| Año  | Energía producida | Excedentes | Autoconsumo | Costes de explotación | Costes de mantenimiento | Flujo de caja no actualizado | Ganancias | Flujo de caja actualizado | VAN    |
|------|-------------------|------------|-------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|-----------|---------------------------|--------|
| Uds. | [kWh]             | [€]        | [€]         | [€]                   | [€]                     | [€]                          | [€]       | [€]                       | [€]    |
| 1    | 105596            | 5280       | 21625       | 40                    | 1008                    | -22143                       | -22143    | -22322                    | -22322 |
| 2    | 103484            | 5174       | 21193       | 40                    | 1008                    | 25319                        | 3176      | 25729                     | 3407   |
| 3    | 101414            | 5071       | 20769       | 40                    | 1008                    | 24791                        | 27967     | 25396                     | 28803  |
| 4    | 99386             | 4969       | 20353       | 40                    | 1008                    | 24275                        | 52241     | 25067                     | 53870  |
| 5    | 97398             | 4870       | 19946       | 40                    | 1008                    | 23768                        | 76010     | 24742                     | 78612  |
| 6    | 95450             | 4773       | 19547       | 40                    | 1008                    | 23272                        | 99281     | 24421                     | 103033 |
| 7    | 93541             | 4677       | 19156       | 40                    | 1008                    | 22785                        | 122067    | 24103                     | 127136 |
| 8    | 91671             | 4584       | 18773       | 40                    | 1008                    | 22309                        | 144376    | 23789                     | 150926 |
| 9    | 89837             | 4492       | 18398       | 40                    | 1008                    | 21842                        | 166217    | 23479                     | 174405 |
| 10   | 88040             | 4402       | 18030       | 40                    | 1008                    | 21384                        | 187601    | 23172                     | 197577 |
| 11   | 86280             | 4314       | 17669       | 40                    | 1008                    | 20935                        | 208536    | 22869                     | 220446 |
| 12   | 84554             | 4228       | 17316       | 40                    | 1008                    | 20496                        | 229032    | 22569                     | 243015 |
| 13   | 82863             | 4143       | 16970       | 40                    | 1008                    | 20065                        | 249096    | 22273                     | 265288 |
| 14   | 81206             | 4060       | 16630       | 40                    | 1008                    | 19642                        | 268739    | 21980                     | 287269 |
| 15   | 79582             | 3979       | 16298       | 40                    | 1008                    | 19229                        | 287967    | 21691                     | 308959 |
| 16   | 77990             | 3899       | 15972       | 40                    | 1008                    | 18823                        | 306790    | 21404                     | 330364 |
| 17   | 76430             | 3822       | 15652       | 40                    | 1008                    | 18426                        | 325216    | 21121                     | 351485 |
| 18   | 74902             | 3745       | 15339       | 40                    | 1008                    | 18036                        | 343252    | 20842                     | 372327 |
| 19   | 73404             | 3670       | 15032       | 40                    | 1008                    | 17654                        | 360907    | 20565                     | 392892 |
| 20   | 71935             | 3597       | 14732       | 40                    | 1008                    | 17280                        | 378187    | 20292                     | 413184 |
| 21   | 70497             | 3525       | 14437       | 40                    | 1008                    | 16914                        | 395101    | 20022                     | 433205 |
| 22   | 69087             | 3454       | 14148       | 40                    | 1008                    | 16555                        | 411656    | 19754                     | 452960 |
| 23   | 67705             | 3385       | 13865       | 40                    | 1008                    | 16203                        | 427858    | 19490                     | 472450 |
| 24   | 66351             | 3318       | 13588       | 40                    | 1008                    | 15858                        | 443716    | 19229                     | 491679 |
| 25   | 65024             | 3251       | 13316       | 40                    | 1008                    | 15519                        | 459235    | 18971                     | 510650 |

Tabla 8.3: Estudio de viabilidad económica

## 9 CONCLUSIONES

El objetivo de este proyecto es conseguir una mejora en las condiciones técnicas y económicas para el usuario. Para ello se ha realizado una instalación generadora fotovoltaica de baja tensión próxima en red interior, prevista para funcionar en régimen de autoconsumo con excedentes y acogida a compensación con el fin de:

- Servir de base para su ejecución.
- Servir de base para su verificación y futura puesta en servicio.
- Obtener aprobación de los Organismos competentes.

En este proyecto también se han incluido los planos de la instalación, donde se detalla cómo se ha realizado su diseño y cuál ha sido la distribución de los paneles solares. Además, a través del esquema unifilar se muestra gráficamente la instalación eléctrica realizada.

Mediante la simulación para determinar la energía anual obtenida en esta nave y los cálculos eléctricos para dimensionar los elementos de la instalación eléctrica se puede llegar a la conclusión no solo de que este proyecto es muy rentable a nivel económico, tal y como muestran los resultados obtenidos mediante el cálculo del TIR y VAN, sino que también, de forma adicional, se consigue una disminución sustancial del consumo procedente de la red y se sustituye por una energía limpia.

Por último, cabe resaltar la importancia que ha tenido cursar el Grado de Ingeniería Eléctrica en la Universitat Politècnica de València. Las competencias adquiridas durante estos años han sido necesarias para poder realizar este proyecto.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- <sup>(1)</sup> *Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.* (2002, 18 septiembre). Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-18099>  
Página 119
- <sup>(2)</sup> *Prysmian PRYSOLAR 1,5/1,5 kVdc | H1Z2Z2-K | Eca.* (s. f.). Prysmian Group.  
<https://es.prysmiangroup.com/centro-de-productos/construction-and-infrastructures/Prysmian-Prysolar-1-5-1-5-kVdc-H1Z2Z2-K-Eca>
- <sup>(3)</sup> *Afumex Class 1000V (AS) | RZ1-K (AS) | Cca-s1b,d1,a1.* (s. f.). Prysmian Group.  
<https://es.prysmiangroup.com/centro-de-productos/construction-and-infrastructures/Prysmian-Afumex-Class-1000V-AS-RZ1-K-Cca-s1b-d1-a1>
- <sup>(4)</sup> *Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.* (2002, 20 febrero). Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-3285>
- <sup>(5)</sup> *ABB Library.* (2011, 4 octubre). [https://library.abb.com/d/1TXA007109G0701\\_CT10](https://library.abb.com/d/1TXA007109G0701_CT10)
- <sup>(6)</sup> *Precio medio final Información elaborada con datos provisionales a enero del 2023.* (2023, enero). Red eléctrica. Recuperado 3 de julio de 2023, de <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-del-sistema-electrico/mercados/precio-medio-final#:~:text=El%20precio%20medio%20final%20de%20la%20energía%20en%20el%20mercado,los%20años%202018%20y%202019.>