



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*[Estudio técnico económico de una planta  
solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2  
MW conectada a red]*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**  
*[Salvador Gisbert Rivas]*

GRADO DE *[INGENIERÍA ELÉCTRICA]*

**Convocatoria de defensa:** *[diciembre de 2019]*



# Resumen

El siguiente Trabajo Fin de Grado trata sobre una instalación Fotovoltaica conectada a la red de una potencia nominal de 5,2 *MW* mediante paneles fotovoltaicos. Dicha instalación estará situada en la localidad de Mula, Murcia. Cuya finalidad estará enfocada en la generación de energía eléctrica e inyección a la línea de transmisión de 20 *KV* de tensión de red.

El presente proyecto describe la ejecución de una instalación de generadora de energía fotovoltaica de media tensión, desarrollándose en paralelo junto con el proyecto de la infraestructura común de media tensión y el punto de evacuación a la red, así como el sistema de medida de la energía entregada por la planta generadora.

También destacar, el estudio realizado en el cálculo del cableado y las protecciones, el cálculo estructural y el estudio energético mediante el que se calculará la energía producida anualmente. Enmarcando este trabajo de fin de grado en las condiciones que establece los derechos, obligaciones y garantías entre todas las partes que intervienen en la implementación de este proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Inversor, Conectado a red, Fotovoltaica, Media tensión.



# Abstract

The following Final Degree Project deals with a photovoltaic installation connected to the network with a nominal power of 5.2 *MW* through photovoltaic panels. This installation will be located in the town of Mula, Murcia. Whose proposal will be focused on the generation of electric power and injection to the 20 *KV* transmission line of mains voltage.

This project describes the execution of a medium voltage photovoltaic generation installation, being developed in parallel together with the project of the common medium voltage infrastructure and the evacuation point to the grid, as well as the measurement system of the energy delivered by the plant generator.

Also note worthy is the study carried out in the calculation of wiring and protections, the structural calculation and energy study by which the energy produced annually will be calculated. Framing this final degree project in the conditions established by the rights, obligations and guarantees among all the parties involved in the implementation of this project.

**KEYWORDS:** Investor, connected to grid, Photovoltaic, Medium voltage.



# Resum

El següent Treball de Fi de Grau tracta sobre una instal·lació Fotovoltaica connectada a la xarxa d'una potència nominal de  $5,2 \text{ MW}$  mitjançant panells fotovoltaics. Dita instal·lació estarà situada a la localitat de Mula, Murcia, la finalitat de la qual estarà enfocada a la generació d'energia elèctrica i injecció a la línia de transmissió de  $20 \text{ kV}$  de tensió de xarxa.

El present projecte descriu l'execució d'una instal·lació de generació d'energia fotovoltaica de mitja tensió, desenvolupant-se en paral·lel amb el projecte de la infraestructura comú de mesura de tensió i el punt d'evacuació a la xarxa, així com el sistema de mesura de l'energia entregada per la planta generadora.

També destacar, l'estudi realitzat en el càlcul del cablejat i les proteccions, el càlcul estructural i l'estudi energètic mitjançant el qual es calcularà l'energia produïda anualment. Emmarcat aquest treball final de grau amb les condicions que estableixen els drets, obligacions i garanties entre totes les parts que intervenen en la implementació d'aquest projecte.

**PARAULES CLAU:** Inversor, Conectat a xarxa, Fotovoltaica, Mitja tensió.





# Índice general

Resumen	III
Abstract	V
Resum	VII
Índice general	IX
1 Descripción del proyecto	1
1.1 Descripción general	1
1.2 Identificación del titular	2
1.3 Objeto	2
1.4 Condiciones del diseño del proyecto.	2
1.5 Alcance	3
1.6 Empresa redactora del proyecto	3
2 Localización y superficie	5
3 La energía solar fotovoltaica y conectada a red	7
3.1 La energía solar	7
3.2 La energía solar fotovoltaica.	8
3.3 La energía solar fotovoltaica conectada a la red.	9
3.3.1 Aspectos técnicos	10

4 Descripción general de un generador fotovoltaico	15
4.1 Descripción general de un generador	15
4.1.1 Elementos del sistema fotovoltaico	16
4.1.2 Funcionamiento de la planta fotovoltaica	16
4.1.3 Potencia nominal de la central	17
4.1.4 Potencia máxima de la central	17
4.2 Módulos fotovoltaicos	17
4.3 Estructura soporte	19
4.4 Caja de conexiones	20
4.5 Inversores	21
4.5.1 Configuración del generador	21
4.6 Cálculo de la configuración de la planta fotovoltaica	22
4.6.1 Tensión de entrada - Número máximo de módulos en serie	22
4.6.2 Tensión de entrada - Número mínimo de módulos en serie	23
4.6.3 Corriente de entrada - Número de módulos en paralelo o número de series	23
4.7 Instalación Eléctrica	24
4.8 Descripción general de la instalación de puesta a tierra	25
4.8.1 Ficha técnica de la instalación	25
5 Instalación eléctrica de generación	27
5.1 Descripción del sistema	27
5.2 Cálculos Eléctricos planta de generación	27
5.2.1 Nomenclatura y fórmulas utilizadas	28
5.2.2 Cálculo de intensidad	28
5.2.3 Cálculo de la caída de tensión	28
5.3 Secciones de cableado	29
5.3.1 Cálculo de secciones por criterio térmico	29
5.3.2 Cálculo de secciones por criterio de caída de tensión	29
5.3.3 Instalación de corriente continua	30
5.3.4 Instalación de corriente alterna	30
5.4 Protecciones eléctricas	30
5.4.1 Corriente continua	30
5.4.2 Corriente alterna	31
5.5 Tubos protectores	31
5.5.1 Tubos en canalizaciones enterradas	32
5.6 Instalación e puesta a tierra	32

---

5.7 Cálculo de la producción de la energía . . . . .	32
5.7.1 Pérdidas por Sombras. . . . .	33
5.7.2 Distancia mínima entre placas . . . . .	34
5.7.3 Producción de energía anual estimada. . . . .	34
6 Características del centro de transformación . . . . .	35
6.1 Instalación de transformación energía eléctrica BT/MT . . . . .	35
6.1.1 Transformador . . . . .	35
6.1.2 Puesta a tierra del centro de transformación. . . . .	36
6.1.3 Diseño de la instalación de tierras . . . . .	38
6.1.4 Tierra de protección. . . . .	38
6.1.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación . . . . .	39
6.1.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación . . . . .	39
6.1.7 Cálculo de las tensiones aplicadas . . . . .	40
6.1.8 Celdas de MT . . . . .	41
6.2 Cálculos eléctricos de centro de transformación. . . . .	41
6.2.1 Aislamiento de los materiales . . . . .	42
6.2.2 Intensidad nominal en Media Tensión . . . . .	42
6.2.3 Intensidad nominal en Baja Tensión. . . . .	42
6.2.4 Protecciones del transformador . . . . .	43
7 Pliego de condiciones . . . . .	45
7.1 Cableado de Módulos Fotovoltaicos en estructura . . . . .	45
7.2 Cableado de Strings a las String Box e Inversores, y Montaje de las String box . . . . .	51
7.3 Red de Media Tensión. . . . .	52
7.4 Red de Puesta a Tierra del Parque Fotovoltaico . . . . .	54
7.5 Canalizaciones . . . . .	55
7.5.1 Replanteo . . . . .	56
7.5.2 Trazado . . . . .	56
7.5.3 Apertura de zanjas . . . . .	57
7.5.4 Canalización . . . . .	57
7.5.5 Tendido de cables . . . . .	61
7.5.6 Hormigonado . . . . .	64
7.5.7 Protección mecánica . . . . .	66
7.5.8 Señalización. . . . .	66
7.5.9 Cierre de zanjas . . . . .	66

---

8 Presupuesto Memoria	67
9 PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPAÑÍA	73
9.1 MEMORIA	73
9.1.1 Titular	73
9.1.2 Emplazamiento	73
9.1.3 Presupuesto Total	73
9.1.4 Objeto del Proyecto	73
9.1.5 Reglamentación y Disposiciones Oficiales	74
9.2 Titular	76
9.3 Emplazamiento	77
9.4 Características Generales del Centro de Transformación	77
9.5 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA	77
9.6 Descripción de la instalación	77
9.6.1 Obra Civil	78
9.6.2 Instalación Eléctrica	78
9.6.3 Medida de la energía eléctrica	84
9.6.4 Unidades de protección, automatismo y control	84
9.6.5 Puesta a tierra	85
9.6.6 Instalaciones secundarias	86
10 Cálculos	87
10.1 Intensidad de Media Tensión	87
10.2 Intensidad de Baja Tensión	87
10.3 Cortocircuitos	87
10.3.1 Observaciones	87
10.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito	87
10.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión	88
10.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	88
10.4 Dimensionado del embarrado	88
10.4.1 Comprobación por densidad de corriente	88
10.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica	88
10.4.3 Comprobación por sollicitación térmica	89
10.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	89
10.6 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	89
10.6.1 Investigación de las características del suelo	89
10.6.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto	89

---

10.6.3	Diseño preliminar de la instalación de tierra . . . . .	90
10.6.4	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra . . . . .	90
10.6.5	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación. . . . .	92
10.6.6	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación . . . . .	93
10.6.7	Investigación de las tensiones transferibles al exterior . . . . .	94
10.6.8	Corrección y ajuste del diseño inicial. . . . .	94
<b>11</b>	<b>Pliego de condiciones . . . . .</b>	<b>95</b>
11.1	Calidad de los materiales . . . . .	95
11.1.1	Obra civil . . . . .	95
11.1.2	Apararata de Media Tensión . . . . .	95
11.1.3	Transformadores de potencia. . . . .	96
11.1.4	Equipos de medida. . . . .	96
11.2	Normas de ejecución de las instalaciones. . . . .	97
11.3	Pruebas reglamentarias . . . . .	97
11.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. . . . .	97
11.5	Certificados y documentación . . . . .	98
11.6	Libro de órdenes. . . . .	98
<b>12</b>	<b>Presupuesto . . . . .</b>	<b>99</b>
12.1	Presupuesto Unitario. . . . .	99
12.1.1	Obra Civil . . . . .	99
12.1.2	Equipo de MT . . . . .	99
12.1.3	Varios. . . . .	101
12.2	Presupuesto total . . . . .	102
<b>13</b>	<b>Estudio básico de seguridad . . . . .</b>	<b>103</b>
13.1	Objeto . . . . .	103
13.2	Características de la obra. . . . .	103
13.2.1	Suministro de energía eléctrica . . . . .	104
13.2.2	Suministro de agua potable . . . . .	104
13.2.3	Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos. . . . .	104
13.2.4	Interferencias y servicios afectados . . . . .	104
13.3	Memoria . . . . .	104
13.3.1	Obra civil . . . . .	104
13.3.2	Montaje . . . . .	107

13.4 Aspectos generales . . . . .	109
13.4.1 Botiquín de obra . . . . .	109
13.5 Normativa aplicable . . . . .	109
13.5.1 Normas oficiales . . . . .	109
14 PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE . . . . .	111
14.1 MEMORIA . . . . .	111
14.1.1 Titular . . . . .	111
14.1.2 Emplazamiento . . . . .	111
14.1.3 Presupuesto Total . . . . .	111
14.2 Objeto del Proyecto . . . . .	111
14.2.1 Reglamentación y Disposiciones Oficiales . . . . .	112
14.3 Resumen de Características . . . . .	114
14.4 Titular . . . . .	114
14.5 Emplazamiento . . . . .	114
14.6 Características Generales del Centro de Transformación . . . . .	115
14.7 Programa de necesidades y potencia instalada en $kVA$ . . . . .	115
14.8 Descripción de la instalación. . . . .	115
14.8.1 Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental . . . . .	115
14.8.2 Obra Civil . . . . .	115
14.9 Instalación Eléctrica . . . . .	115
14.9.1 Características de la Red de Alimentación . . . . .	115
14.9.2 Características de la Aparamente Empleados en la Instalación . . . . .	116
14.9.3 Medida de la energía eléctrica . . . . .	125
14.9.4 Puesta a tierra . . . . .	125
14.9.5 Instalaciones secundarias . . . . .	125
15 Cálculos . . . . .	127
15.1 Intensidad de Media Tensión . . . . .	127
15.2 Cortocircuitos . . . . .	127
15.2.1 Observaciones . . . . .	127
15.2.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito. . . . .	127
15.2.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión . . . . .	128
15.3 Dimensionado del embarrado . . . . .	128
15.3.1 Comprobación por densidad de corriente . . . . .	128
15.3.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica . . . . .	128
15.3.3 Comprobación por sollicitación térmica . . . . .	128

15.4	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos . . . . .	129
15.5	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación. . . . .	129
15.6	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra . . . . .	129
15.6.1	Investigación de las características del suelo . . . . .	129
15.6.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. . . . .	129
15.6.3	Diseño preliminar de la instalación de tierra . . . . .	130
15.6.4	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra . . . . .	130
15.6.5	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación. . . . .	132
15.6.6	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación . . . . .	133
15.6.7	Cálculo de las tensiones aplicadas. . . . .	133
15.6.8	Investigación de las tensiones transferibles al exterior . . . . .	133
15.6.9	Corrección y ajuste del diseño inicial. . . . .	133
16	Pliego de condiciones . . . . .	135
16.1	Calidad de los materiales . . . . .	135
16.1.1	Obra civil . . . . .	135
16.1.2	Apararata de Media Tensión . . . . .	135
16.1.3	Transformadores de potencia. . . . .	136
16.1.4	Equipos de medida. . . . .	136
16.2	Normas de ejecución de las instalaciones. . . . .	137
16.3	Pruebas reglamentarias . . . . .	137
16.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. . . . .	137
16.5	Certificados y documentación . . . . .	138
16.6	Libro de órdenes. . . . .	138
17	Presupuesto . . . . .	139
17.1	Presupuesto Unitario. . . . .	139
17.1.1	Obra civil . . . . .	139
17.1.2	Equipo de MT . . . . .	139
17.1.3	Equipo de Potencia . . . . .	141
17.1.4	Equipo de Baja Tensión . . . . .	141
17.1.5	Varios. . . . .	142
17.2	Presupuesto total . . . . .	143
18	Estudio básico de seguridad . . . . .	145
18.1	Objeto . . . . .	145

18.2 Características de la obra . . . . .	145
18.2.1 Suministro de energía eléctrica . . . . .	146
18.2.2 Suministro de agua potable . . . . .	146
18.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos . . . . .	146
18.2.4 Interferencias y servicios afectados . . . . .	146
18.3 Memoria . . . . .	146
18.3.1 Obra civil . . . . .	146
18.3.2 Montaje . . . . .	149
18.4 Aspectos generales . . . . .	151
18.4.1 Botiquín de obra . . . . .	151
18.5 Normativa aplicable . . . . .	151
18.5.1 Normas oficiales . . . . .	151
19 Conclusión	153
20 Bibliografía	155
Índice alfabético	157
Apéndices	157
A Potencia instalada y de cálculo en la instalación	159
B Cálculo de secciones por Calentamiento	183
C Cálculo de secciones por Caída de tensión	207
D Modulo Fotovoltaico	231
E Planos	235



# Índice de figuras

2.1. Situación geográfica de la instalación. . . . .	5
2.2. Emplazamiento ampliado del terreno a instalar el Parque FV. Fuente: Sigpac . . . . .	6
3.1. Instalación conectada a red. . . . .	9
3.2. Estructura panel fotovoltaico. . . . .	10
3.3. Curva Intensidad-Tensión (I-V). . . . .	11
3.4. Curva Intensidad-Tensión a diferente irradiación. . . . .	12
3.5. Curva Intensidad-Tensión a diferente temperatura. . . . .	13
4.1. Estructura para los paneles PV . . . . .	19
4.2. Caja string box . . . . .	20
4.3. Inversor . . . . .	21
5.1. Pantalla PVGIS . . . . .	33
5.2. Distancia mínima paneles . . . . .	34
5.3. Pantalla PVGIS . . . . .	34
6.1. Malla de puesta a tierra del power station . . . . .	37
7.1. Conexionado de los paneles en serie . . . . .	46
7.2. Secuencia de conexionado . . . . .	47

7.3. Final de mesa . . . . .	48
7.4. conexionado de los paneles en serie . . . . .	48
7.5. Mesas . . . . .	50
7.6. Conectores panales . . . . .	51

# Índice de tablas

1.1. Coordenadas y superficie de la parcela . . . . .	1
2.1. Coordenadas y superficie de la parcela . . . . .	6
4.1. Características del modulo Fotovoltaico . . . . .	16
4.2. Características del modulo Fotovoltaico . . . . .	18
4.3. Características de funcionamiento para el diseño del transformador . . . . .	19
4.4. Características de la instalación . . . . .	25
5.1. Distancia . . . . .	34



# Descripción del proyecto

## 1.1 Descripción general

Este trabajo trata de describir el diseño y la configuración de una Planta fotovoltaica, en el municipio de Mula (Murcia), conectada a la red eléctrica de 5,2  $MWp$  de potencia instalada, generada por el campo fotovoltaico, cuyo fin es la generación de energía eléctrica e inyección a la línea de transmisión de 20  $kV$  de tensión de red.

La instalación de este proyecto estará ubicada en una parcela de propiedad del Ayuntamiento de Mula. La parcela tiene una superficie 22,76 hectáreas, cuyas coordenadas de la parcela son:

Parcela	Superficie	Coordena X	Coordenada Y
1	22.76	38.000417	-1.458568

**Tabla 1.1:** Coordenadas y superficie de la parcela

El campo generador estará constituido por módulos de 315  $Wp$  de potencia máxima, agrupados en cadenas de 30 unidades en serie montadas sobre estructuras de tres alturas 3V, con un total de 90 paneles por estructura fijas hincadas en el terreno.

Para definir este proyecto se utilizara el nombre de la región en la que se encuentra por lo que recibirá el nombre de "Mula 5,2".

En Mula 5,2, se instalarán 3 inversores de 2340  $kVA$ , de manera que la planta quedará diferenciada en 3 subcampos.

En el centro de la parcela entres los 3 subcampos se instalará un centro de transformación de 5070  $kVA$  de potencia nominal, el cual estará conectado a la línea de media tensión de 20  $kV$  que discurrirá por el interior del campo hasta la entrada del parque fotovoltaico. Situado en el edificio prefabricado que alberga las celdas de protección y medida. Evacuando así la energía producida, mediante una infraestructura común de media tensión gestionada por la empresa suministradora.

## 1.2 Identificación del titular

Nombre del Titular	Mula 5,2 S.L
NIF	26753212A
Domicilio	C/ Francisco fogues
Responsable	Salvador Gisbert Rivas.

## 1.3 Objeto

El presente proyecto básico denominado "Mula 5,2" tiene como objetivo describir una planta de generación de energía eléctrica, a partir de energía fotovoltaica, con una potencia instalada de 5,2 MW y conectada a la línea de media tensión de 20 kV.

La planta estará dividida en 3 inversores de 2340 kW, de manera que la planta quedará diferenciada en 3 subcampos, y una infratrucción común para su evacuación a la línea de transmisión de 20 kV tensión de red.

## 1.4 Condiciones del diseño del proyecto

Para poder diseñar una planta solar fotovoltaica adecuada a las necesidades descritas, primeramente hay que realizar algunos estudios sobre la ubicación más adecuada para la implementación de la instalación y el tipo de configuración.

- Para la ubicación de los paneles solares, se utilizarán las parcelas más grandes con la intención que la instalación esté lo más unificada posible.
- La potencia instalada de la PSFV será de 5,2 MW, dividido en 3 inversores de 2340 kVA, de manera que la planta quedará diferenciada en 3 subcampos, de los cuales habrá: 3 de 2340 kVA.
- Los 3 campos dispondrá de un transformador de baja tensión a 0,65 kV.
- Para el PSFV se ha recogido una estructura de tres plantas 3V, de paneles fijos.

A partir de ahí se han diseñado las distribuciones de cadenas de series y filas, tal como se puede observar en los planos. También se proponen unas determinadas marcas y modelos para los diferentes elementos del campo FV: módulos, inversores y transformadores, así como toda la aparamenta eléctrica.

Un condicionante importante a la hora de determinar la energía generada por el PSFV ha sido la obtención de los datos de radiación (kW/m) e irradiación (kWh/m/mes) del punto geográfico correspondiente a una latitud de 37°59'59.0"N y longitud 1°27'31.8"W.

## 1.5 Alcance

El presente proyecto describe la ejecución de una instalación de generación fotovoltaica.

Además, también se describe la instalación de media tensión, a efectos de ejecución y legalización se desarrolla en paralelo el proyecto de la infraestructura común de media tensión y el punto de evacuación a la red, así como el sistema de medida de la energía entregada por la planta generadora.

## 1.6 Empresa redactora del proyecto

La empresa redactora del presente proyecto es **Salvador Gisbert S.L**

Teléfono de contacto: 962431751  
Dirección: calle Francisco Fogues nº100  
Email: vuret\_10@outlook.com



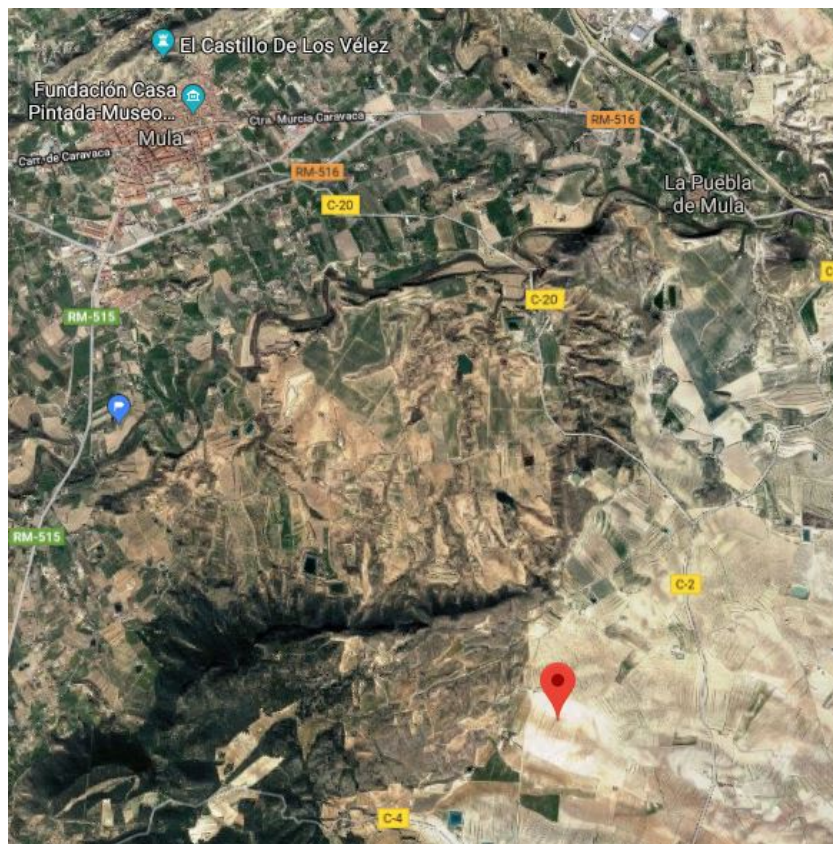


## Capítulo 2

# Localización y superficie

El terreno propuesto para la instalación de la planta de generación de energía solar fotovoltaica se encuentra en una parcela de propiedad del Ayuntamiento de Mula. La parcela tiene una superficie 22,76 hectáreas.

El emplazamiento se encuentra en la ubicación marcada en rojo.



**Figura 2.1:** Situación geográfica de la instalación.



**Figura 2.2:** Emplazamiento ampliado del terreno a instalar el Parque FV.  
Fuente: Sigpac

Las coordenadas propia de la parcela así como su superficie, se reflejan en la siguiente tabla:

Parcela	Superficie	Coordena X	Coordenada Y
1	22.76	38.000417	-1.458568

**Tabla 2.1:** Coordenadas y superficie de la parcela

En la selección del emplazamiento también se ha considerado el impacto visual, teniendo en cuenta que esta instalación sea poco visible desde zonas de acceso público. El terreno no necesita movimiento de tierras para realizar el montaje de la estructura.

# La energía solar fotovoltaica y conectada a red

### 3.1 La energía solar

Cuando hablamos de energía solar nos referimos al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol. Tratándose de unos de los tipos de energía renovables, ya que la energía que se emite del sol es considerada inagotable, debido a que se estima que el sol lleva 5 mil millones de años emitiendo radiación solar y se calcula que aun no hemos llegado al 50 % de la vida del sol.

Además de considerar la energía solar inagotable también tenemos que decir que se trata de una energía muy abundante, debido a que la energía que el sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor a la que se consume al día en todo el planeta. España es uno de los países de Europa y también del mundo con mayor cantidad de horas de sol durante todo el año, pero hasta el momento, esto solo se traduce en un 5 % de la demanda total de energía eléctrica del país.

La radiación solar se transforma en energía térmica o energía eléctrica para su posterior consumo. La captación de esta radiación solar se lleva a cabo a través de paneles solares. Estos pueden ser de diferentes tipos dependiendo de los mecanismos con los que se formen para el aprovechamiento de la radiación solar. Por ejemplo, captadores solares o módulos fotovoltaicos.

Conjuntamente, existe diferentes tipos para el aprovechamiento de la energía solar como:

- **La energía solar pasiva:** es el método más antiguo del aprovechamiento del sol, sin ningún mecanismo que genere energía, sino, que se trata de la construcción de edificios con materiales que permitan conseguir una temperatura que haga de calefacción, y la ubicación de los mismo dependiendo del sol para conseguir una mayor luz de la vivienda.
- **La energía solar fotovoltaica:** es la creación de paneles que construyan una corriente eléctrica. La corriente generada por los paneles solares es corriente continua. Que tratada

correctamente se puede utilizar para suministrar electricidad en instalaciones autónomas o se puede utilizar para suministrarla directamente a la red eléctrica.

- **La energía solar térmica:** Su funcionamiento es a través del aprovechamiento de la radiación solar para calentar agua mediante colectores solares. Los colectores solares aumentan la temperatura del fluido aumentando su energía interna. De esta forma es fácil transportar la energía térmica generada y utilizarla donde se necesite, para obtener agua caliente sanitaria o para la calefacción de una vivienda.

La mayoría de sistemas energéticos son derivados de la energía solar. Dentro de las energías renovables, por ejemplo, la energía eólica es la energía obtenida del viento. Pero ¿Cómo se genera este viento? El Sol, al calentar el aire de la superficie genera corrientes de aire. El aire caliente sube y su lugar es ocupado por otra masa de aire que estaba a su alrededor. Este movimiento provoca el viento.

En el caso de la energía hidráulica, se aprovecha la energía potencial del agua al caer de un sitio elevado para accionar unas turbinas. Pero ¿Cómo sube el agua hasta allí? El Sol, al calentar el agua, esta se evapora formando las nubes. Una vez se condense el agua volverá a caer para alimentar ríos y pantanos y volver a accionar las turbinas.

Incluso en energías no renovables como el carbón y el petróleo, la energía solar tiene cierta influencia. Los combustibles fósiles son el resultado de un largo proceso de transformación de millones de años de plantas y compuestos orgánicos. Estas plantas y organismos, en su día fueron alimentados por el Sol a través de la fotosíntesis.

## 3.2 La energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica transforma de manera directa la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotovoltaico. Al incidir la radiación del sol sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica (que conforman los paneles) se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica.

Existen tres tipos de paneles solares: fotovoltaicos, generadores de energía para las necesidades de nuestros hogares; térmicos, que se instalan en casas con recepción directa de sol; y termodinámicos, que funcionan a pesar de la variación meteorológica, es decir, aunque sea de noche, llueva o esté nublado.

En las etapas iniciales de la tecnología fotovoltaica, este tipo de energía se empleó para proveer de electricidad a los satélites. Fue en la década de los 50, apunta la APPA, cuando los paneles fotovoltaicos aceleraron su desarrollo hasta convertirse, en la actualidad, en una alternativa al empleo de combustibles fósiles.

La energía eléctrica generada mediante paneles solares fotovoltaicos es inagotable y no contamina, por lo que contribuye al desarrollo sostenible, además de favorecer el desarrollo del empleo local. Asimismo, puede aprovecharse de dos formas diferentes: puede venderse a la red eléctrica o puede ser consumida en lugares aislados donde no existe una red eléctrica convencional.

Por ello, es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas donde el tendido eléctrico no llega o es dificultosa o costosa su instalación o para zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año.

El coste de instalación y mantenimiento de los paneles solares, cuya vida útil media es mayor a los 30 años, ha disminuido ostensiblemente en los últimos años, a medida que se desarrolla la tecnología fotovoltaica. Requiere de una inversión inicial y de pequeños gastos de operación, pero, una vez instalado el sistema fotovoltaico, el combustible es gratuito y de por vida.

### 3.3 La energía solar fotovoltaica conectada a la red

En este caso, la red pública actúa como un disipador de energía infinita y acepta toda la energía disponible del sistema fotovoltaico, tanto de centrales fotovoltaicas como de las instalaciones en viviendas y edificios. Este sistema requiere de condiciones de funcionamiento diferente a la solución aislada, no necesita de subsistema de almacenamiento, y el sistema de regulación cumple la función de indicar al inversor de energía la disponibilidad en cada momento en los paneles (el punto de máxima potencia); este sistema conlleva, además, un beneficio económico: “huertos solares”.

De manera simple, una instalación solar fotovoltaica conectada a la red tiene los siguientes componentes:

- Generador fotovoltaico
- Estructura de soporte del campo fotovoltaico
- Convertidor (ondulador)
- Contador de energía y protecciones de interconexión
- Centro de transformación

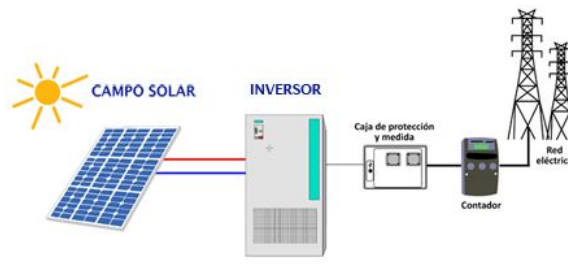


Figura 3.1: Instalación conectada a red.

El generador fotovoltaico está formado por un conjunto de módulos, instalados sobre estructuras metálicas.

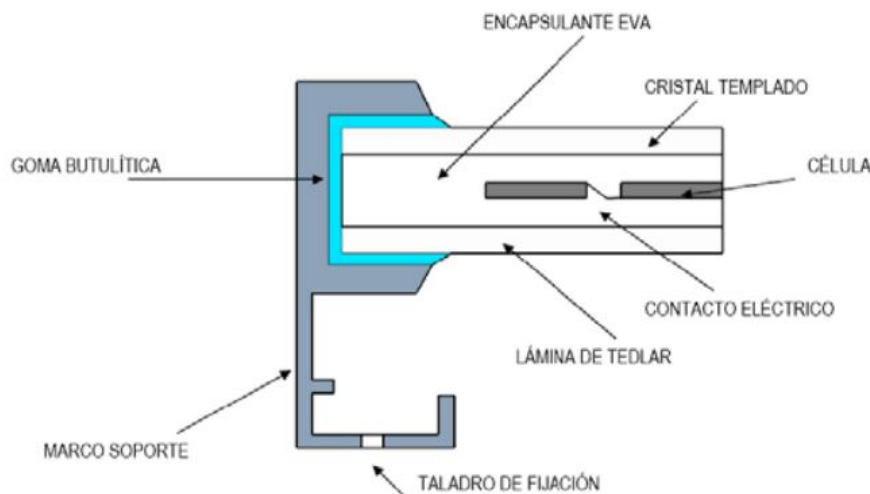
Los convertidores (onduladores) se instalan de forma modular. Se alimentan desde los módulos fotovoltaicos y se conectan a la red para inyectar directamente esta energía generada, sin ningún tipo de acumulación.

La generación de electricidad se mide mediante contadores bidireccionales de producción y autoconsumo. El autoconsumo es muy bajo gracias al régimen de switch-off de los convertidores durante la noche.

La electricidad se produce a baja tensión. Para inyectarla a la red, es necesario elevar la tensión, según los requerimientos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Por este motivo es necesario incorporar un transformador al sistema.

### 3.3.1 Aspectos técnicos

Estructura de un módulo fotovoltaico:



**Figura 3.2:** Estructura panel fotovoltaico.

- Cubierta frontal, de vidrio con bajo contenido en hierro.
- Encapsulante, a base de polímero transparente, aislante y termoplástico (EVA).
- Células solares.
- Conexiones de células.
- Cubierta posterior con película de Tedlar.
- Marco de aluminio.

Características eléctricas de los paneles solares:

Los parámetros característicos de un panel, vienen medidos por los fabricantes en condiciones estándar (STC): para una irradiancia de  $1000 \text{ W/m}^2$ , una temperatura de célula de  $25^\circ$  y una distribución espectral de AM 1,5  $G$ .

Los paneles solares fotovoltaicos se componen de un conjunto de células conectadas convenientemente unas a otras, de tal forma que reúnan unas condiciones óptimas para su posterior utilización en sistemas de generación de energía, convirtiendo la luz solar en energía eléctrica. Por ejemplo los paneles de  $12 \text{ V}$  se componen de 36 células, los paneles de  $24 \text{ V}$  por 72 células y los llamados de “conexión a red” por 60 células.

El comportamiento de una célula fotovoltaica viene definida por la curva Intensidad-Tensión (I-V) representada a continuación:

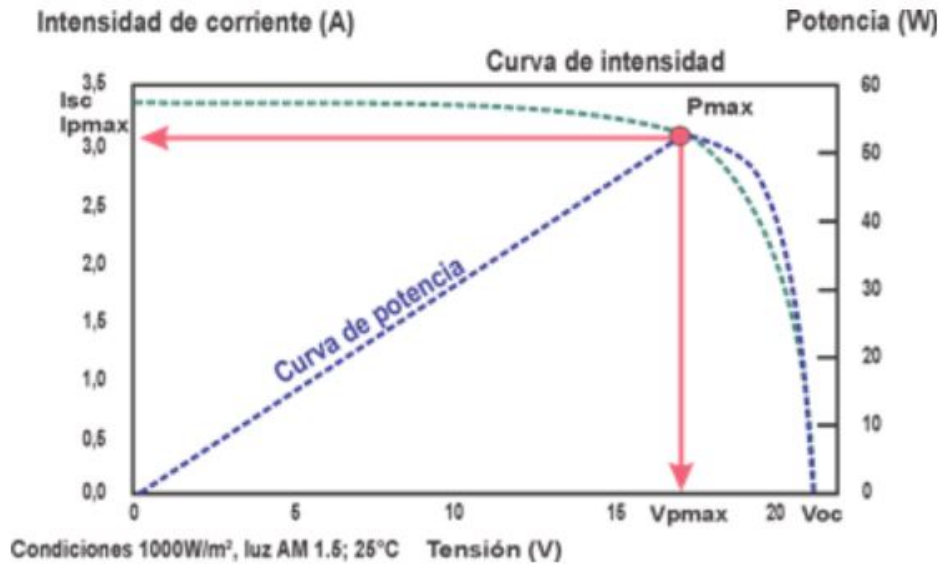


Figura 3.3: Curva Intensidad-Tensión (I-V).

Características eléctricas de los paneles solares: diferentes parámetros que vienen dados en la ficha técnica:

- **Intensidad de cortocircuito (Icc o Isc):** es aquella que se produce a tensión 0 voltios, por lo que puede ser medida directamente en bornes mediante un amperímetro. Su valor variará en función de las condiciones atmosféricas de medida.
- **Tensión de circuito abierto (Vca o Voc):** es la tensión máxima del panel, se puede medir al no tener ninguna carga conectada, directamente con un voltímetro, su valor variará en función de las condiciones atmosféricas.
- **Potencia máxima (Pmax):** medida en vatios pico ( $Wp$ ): es la potencia máxima que puede suministrar el panel, es el punto donde el producto intensidad y tensión es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.

- **Corriente en el punto de máxima potencia ( $I_{mp}$ ):** es la corriente producida cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.
- **Voltaje en el punto de máxima potencia ( $V_{mp}$ ):** es la tensión producida cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.
- **Eficiencia (%)**: este parámetro nos define la eficiencia de conversión ( $\eta$ ), la cantidad de potencia radiación incidente sobre el panel que es capaz de convertirse en potencia eléctrica.

Características eléctricas de los paneles solares: Otras características importantes a tener en cuenta:

### 1. Efecto de la intensidad de iluminación (Irradiancia)

La corriente que suministra un panel es proporcional a la intensidad de la radiación y la superficie de células del panel. Veamos un gráfico en diferentes irradiancias a temperatura constante, para mostrar cómo varía la intensidad; **a mayor radiación incidente mayor intensidad.**

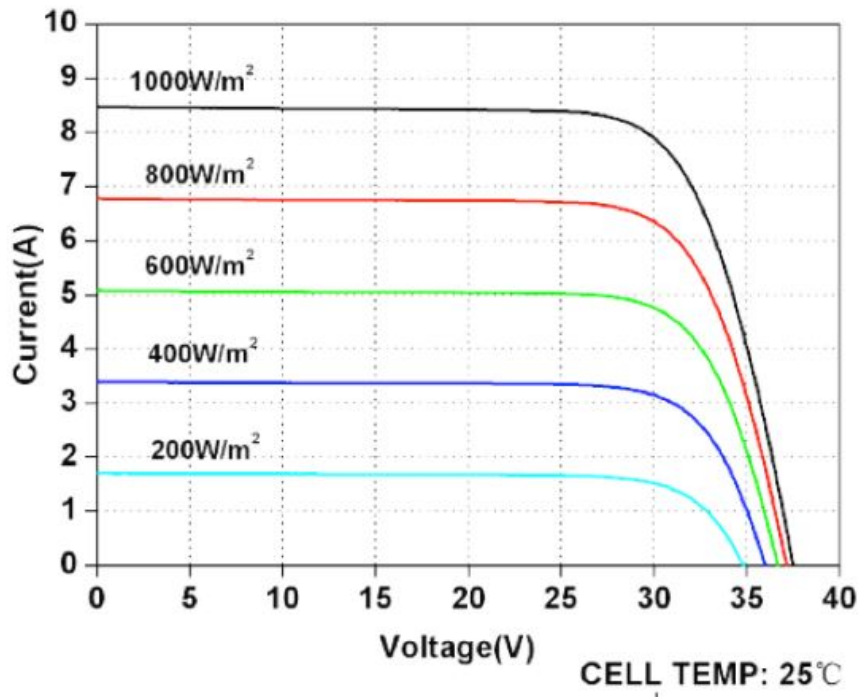


Figura 3.4: Curva Intensidad-Tensión a diferente irradianción.



- Los paneles presentan unas pérdidas por aumento de la temperatura de operación, por norma general oscilan por cada 10°C de incremento en un 4%.

Así la tensión proporcionada por un panel varía en función de la temperatura. A mayor temperatura menor tensión. En el gráfico que a continuación mostramos, se puede observar:

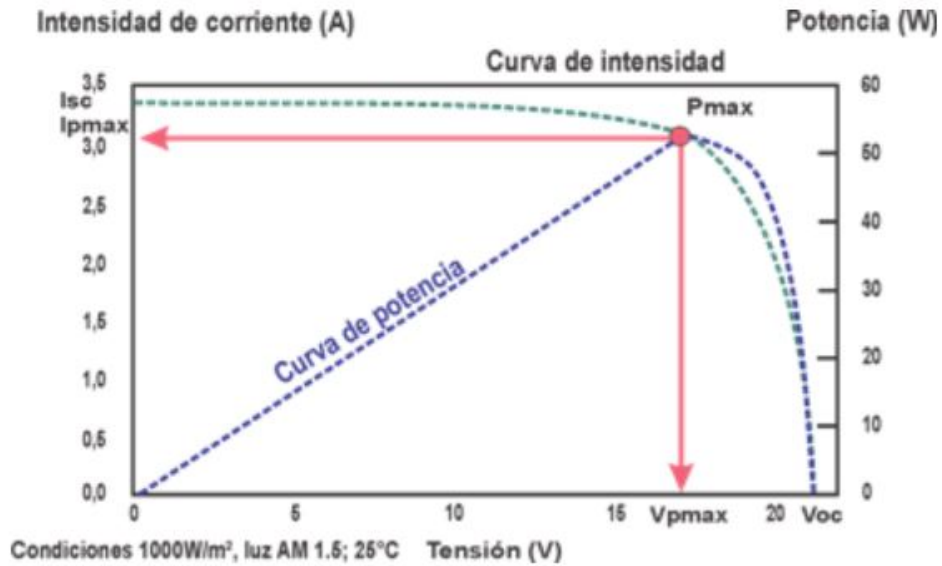


Figura 3.5: Curva Intensidad-Tensión a diferente temperatura.

Así en las fichas técnicas nos darán la variación en la potencia máxima ( $P_{max}$ ). También tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ ) e intensidad de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) con la temperatura.



# Descripción general de un generador fotovoltaico

## 4.1 Descripción general de un generador

La planta Solar Fotovoltaica "Mula 5,2" tiene como función generar energía eléctrica de origen renovable, en este caso mediante la captación de la radiación solar.

Esta energía producida será íntegramente exportada a la red de la compañía distribuidora de energía de la zona.

La planta se compone de los siguientes elementos:

- Sistema fotovoltaico: módulos sobre estructura de soporte fijo.
- Equipos conversores CA/CC de energía (inversores).
- Subsistemas complementarios: cuadro de interconexión, conducciones, protecciones eléctricas.
- Sistema de MT para entronque con la línea de evacuación de energía.

#### 4.1.1 Elementos del sistema fotovoltaico

EL módulo a emplear es el modelo **Aditya Series Poly WS-315**, con las siguientes características principales:

PANEL FOTOVOLTAICO	ADITYA SERIES POLY WS-315
Potencia pico ( $P_{mpp}$ )	315 W
Tensión de potencia óptima ( $V_{mpp}$ )	36,75 V
Corriente punto de máxima potencia ( $I_{mpp}$ )	8,58 A
Tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ )	45,25 V
Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ )	9,29 A

**Tabla 4.1:** Características del modulo Fotovoltaico

Los conductores de interconexión entre módulos FV serán no inferior a 6 mm<sup>2</sup> cable flexible con aislamiento de 1000 Vcc especial para intemperie.

El proyecto se desarrollará utilizando estructuras fotovoltaicas de tipo fijo. Cada estructura PV tendrá una configuración **3V**.

#### 4.1.2 Funcionamiento de la planta fotovoltaica

Durante las horas diurnas, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada por el campo fotovoltaico, en corriente continua, es inyectada en sincronía a la red de distribución de la compañía eléctrica, primero a través de los inversores y luego a través del transformador y red MT. Esta energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecido con ésta.

Durante las noches el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado stand-by con el objetivo de minimizar el auto-consumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta puede generar suficiente energía, la unidad de control regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red, iniciando la generación si los valores son correctos. Las operaciones de los inversores es total automática.

El conjunto de protecciones de interconexión, que posee cada uno de los inversores, está básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos de consumo de la planta como para personas que pueden operar en línea, sea usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma. Esta forma de generación implica que sólo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

### 4.1.3 Potencia nominal de la central

La potencia nominal de la central viene determinada por los inversores instalados. En las planta "Mula 5,2" se instalarán 3 inversores de 2314 kW, por lo que la potencia pico 5216.2 kW

### 4.1.4 Potencia máxima de la central

La potencia nominal de la central viene denominada por la potencia pico del campo de generación fotovoltaico, la cual se producirá en el momento óptimo de radiación solar y temperatura. En la planta de "Mula 5,2" la potencia máxima generada es de 5216.4 kW

## 4.2 Módulos fotovoltaicos

El módulo elegido para la ejecución de este proyecto es el **Aditya Series Poly WS-315** de potencia pico 315 W, cuyas características técnicas se encuentran en el apéndice D.

La siguiente tabla resume las características de los módulos a utilizar:

Nº de células	Células de cristal policristalino (12x6)
Marco	Aluminio anodinado
Cara frontal	Vidrio templado de alta trasmisividad.
Laminado	EVA (etileno-vinil actato).
Contactos	Contactos redundantes, múltiples, en casa célula.

La planta fotovoltaica tendrá una potencia de 5,2 MW y estará compuesta por 3 campos de potencia nominal, por lo que el número de módulos será el siguiente:

Mula 5,2	Campo 1	Campo 2	Campo 3	TOTAL
<b>Potencia, kW</b>	1814.4	1814.4	1587.6	<b>5216.4</b>
<b>Nº de módulos</b>	5760	5760	5040	<b>16560</b>
<b>Nº en serie</b>	30	30	30	<b>30</b>
<b>Nº de series</b>	192	192	168	<b>552</b>

La energía producida por los módulos fotovoltaicos no se puede inyectar directamente a la red eléctrica. Para que esto sea posible es necesaria una unidad de acondicionamiento de potencia, denominada inversor. El inversor tiene una función, transformar la potencia que llega corriente continua a una determinada tensión en corriente alterna. A la salida de cada inversor se obtiene una tensión entre fases de 450 Voltios.

Cada uno de los 3 campos de Mula convierte la corriente continua generada por el campo fotovoltaico en corriente alterna mediante un inversor de 2314 kW de potencia nominal de la marca Ingeteam .

La frecuencia de trabajo es de 50Hz (red eléctrica) con una variación de  $\pm 1$  Hz.

El factor de potencia es 1 y el coeficiente de distorsión de la onda de salida es menor de 3 % y por tanto, la energía que se exporta a la red eléctrica es de muy buena calidad. El inversor incorpora aislamiento galvánico entre la entrada en continua y la salida en alterna. El rendimiento máximo es superior 98,9 %.

La conexión entre series de módulos y su correspondiente inversor se hace a través de zanjas, canalizaciones y cableado.

Más adelante se describe todo el subsistema eléctrico, así como las protecciones de la instalación.

Una vez se dispone de la energía en corriente alterna a baja tensión, hay que transformar a una tensión 20 kV para poder evacuarla hacia la línea de alta tensión.

La siguiente tabla resume las características específicas de los módulos seleccionados en condiciones estándar de funcionamiento:

TIPO	ADITYA SERIES POLY WS-315
Potencia nominal ( $P_{mpp}$ )	315 W
Tolerancia máxima %	$\pm 2$
Corriente punto de máxima potencia ( $I_{mpp}$ )	8,58
Tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ )	45,25
Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ )	9,29
Tensión de potencia óptima ( $V_{mpp}$ )	36,75
Peso (Kg) ( $I_{sc}$ )	22,5
Dimensiones, mm	1960x990x42

**Tabla 4.2:** Características del modulo Fotovoltaico

Los datos están dados para condiciones estándar de medias (STC AM 1,5, radiación 1000  $W/m^2$ , temperatura de célula 25°C).

Con estos datos, resulta que, conectando 30 paneles en serie obtendremos una buena tensión a la salida de cada bloque:

$$V_{sc}(pmp) = 36,75 \times 30 = 1102,5V \text{ (tensión nominal de trabajo).}$$

$$V_{oc}(max) = 45,25 \times 30 = 1357,5V \text{ (tensión servicio abierto).}$$

De igual manera los valores de intensidad de salida de cada instalación y que soporta cada inversor son:

$$I_{sc} = 9,29 \times 24 = 222,96A \quad I_{mp} = 8,58 \times 24 = 205,92A$$

Para la potencia de cada inversor, teniendo en cuenta que la instalación incluye 24 series de 30 paneles cada una, se obtiene que:

$$P_{ot} = 315 \times 24 \times 30 = 226800W_p$$

### 4.3 Estructura soporte

El proyecto se desarrollará utilizando estructuras fotovoltaicas de tipo fijo. Cada estructura PV tendrá una configuración **3V**.



**Figura 4.1:** Estructura para los paneles PV

Los módulos fotovoltaicos se instalarán en posición vertical en tres alturas con una pendiente de  $30^\circ$  respecto al suelo. La instalación será 3 filas de treinta módulos en serie, los string se conectarán por fila.

Características	Valor
Tipo	3V (Vertical)
Angulo sobre la horizontal	$30^\circ$
Módulos por mesa	90
Longitud mesa	30 m
Pitch	8 m
Distancia módulo delantero a terreno	0.5 m

**Tabla 4.3:** Características de funcionamiento para el diseño del transformador

La altura mínima del módulo PV, comprendida como la distancia entre la parte inferior del módulo en la última fila de la estructura, se estima una distancia mínima de 0,50 m.

La estructura será diseñada para resistir las fuerzas producidas por viento y terremotos, a la vez que las fuerzas del propio peso de la estructura, y por consiguiente será capaz de soportar situaciones meteorológicas adversas durante periodos de tiempo prolongados.

Todos los materiales utilizados para fabricar la estructura serán de acero inoxidable o galvanizado para prevenir y evitar oxidación.

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

Las filas de las estructuras se dispondrán de forma que se minimicen las sombras entre ellos, pero optimizando el aprovechamiento del terreno. Se asegura así el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente para la latitud del emplazamiento y, además, se minimiza el impacto visual.

## 4.4 Caja de conexiones

Para la parte de corriente continua de la instalación, se ha utilizado cuadros de strings y strings box, los cuales se agrupan en paralelo todas las series y en los que se instalan los elementos de protección de la parte continua. Dichos cuadros strings se conectara cada serie y de los strings box para conectar en paralelo los 24 cuadros strings, procedentes de las series.

La caja de conexión CC (corriente continua) estará formada por un máximo de 24 entradas de corriente continua de hasta  $6 \text{ mm}^2$  y una salida de líneas CC de hasta  $300 \text{ mm}^2$

Las líneas procedentes de los módulos están protegidas por fusibles tipo gPV de 15A.

Contendrá un disyuntor-seccionador general de 315 A, además de descargadores de sobretensión para proteger la instalación. En los planos y anexos del proyecto de ejecución se describirá con detalle la caja de conexiones, así como sus dimensiones de montaje.

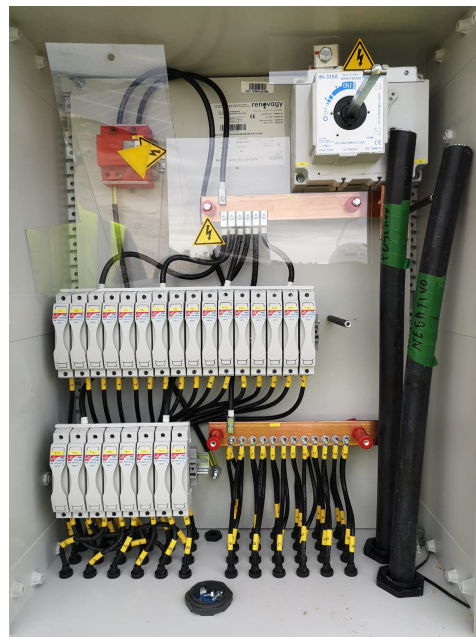


Figura 4.2: Caja string box



## 4.5 Inversores

El inversor es un dispositivo eléctrico que convierte corriente continua en corriente alterna a una determinada frecuencia mediante un puente IGBT, el cual produce pulsos secuenciales en la corriente continua, los cuales dan lugar a una onda de tipo sinusoidal, siendo esta la corriente alterna. El inversor funciona mediante seguimiento de punto máxima potencia en cada momento, de forma que optimiza los valores de entrada de intensidad y tensión en corriente continua.

En su interior la llegada es en corriente continua, conectado a un interruptor, el cual es controlado por el inversor. Al detectar fallos de aislamiento mediante sistema de vigilancia de aislamiento a tierra en el circuito de continua, abre el circuito. También lleva asociado un sistema de protección a la salida de alterna el cual abre el circuito en caso de fallos o fluctuaciones en la línea.

El inversor elegido para este proyecto es el modelo Power Max Dual B Series. Este inversor tiene 8 entradas, cada entrada tiene una tensión máxima de 1500  $V_{dc}$ . Cada bloque de potencia tiene capacidad de procesar hasta 2,34  $MVA$  de potencia de salida. La estación tendrá un total de 3 inversores.



Figura 4.3: Inversor

### 4.5.1 Configuración del generador

El parámetro a tener en cuenta en el momento de definir la configuración del generador fotovoltaico es la tensión de entrada al inversor. Todos los inversores de conexión a red poseen un rango operativo de tensiones de entrada que generalmente está asociado al rango del algoritmo interno de seguimiento del punto de máxima potencia (MPP), así como un límite máximo de tensión de entrada.

La tensión del generador fotovoltaico viene dada por la sumatoria de las tensiones individuales de los módulos conectados en serie en una rama. Ahora bien, dado que la tensión del módulo fotovoltaico depende de la temperatura, en el diseño debemos considerar las situaciones operativas extremas, tanto en invierno como en verano.

Por lo tanto, el intervalo de operación del inversor (rango seguimiento de MPP) debe ajustarse en función de la curva característica del generador fotovoltaico para distintas temperaturas de operación, y el punto de máxima potencia de cada una de estas curvas debe situarse en el rango de seguimiento. Adicionalmente siempre hay que considerar dentro del ajuste de la tensión máxima admisible del inversor.

## 4.6 Cálculo de la configuración de la planta fotovoltaica

Se calcula la configuración serie-paralelo de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, y posteriormente el cálculo de la producción de energía, la orientación, la inclinación, y las distancias que deben respetarse entre filas.

### 4.6.1 Tensión de entrada - Número máximo de módulos en serie

El número máximo de módulos en serie por rama viene condicionado por la situación fría. La tensión de los módulos fotovoltaicos aumenta a medida que disminuye la temperatura, alcanzando como límite máximo la tensión de circuito abierto, siempre y cuando exista una irradiancia solar considerable y además el inversor haya abierto el circuito generador. Por seguridad los inversores no restablecerán la continuidad en el circuito generador a menos que la tensión de circuito abierto disminuya bajo el límite de tensión de entrada admisible, ya que de lo contrario podrían ocasionarse daños en el equipo.

Para el cálculo del máximo de módulos en serie, se establece como estándar para el diseño, una temperatura de célula de  $-10^{\circ}\text{C}$ . El número máximo de módulos en serie se obtendrá de la expresión:

$$N_{max} = U_{max}/U_{ca(-10^{\circ}\text{C})}$$

$$N_{max} = 1500/49,9$$

$$N_{max} = 30$$

Donde  $U_{max}$  es la tensión máxima admisible en la entrada del inversor, que según los datos del fabricante es de  $1500 U_{cc}$ , y  $U_{ca}$ , es la tensión de circuito abierto del módulo fotovoltaico empleado al generador evaluada a una temperatura de célula de  $-10^{\circ}\text{C}$ .

La tensión de circuito abierto del módulo no suele venir indicada para la temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ , pero sí para las condiciones de referencia estándar (STC) de  $1000 \text{ W/m}^2$  de irradiancia, A.M. 1,5 y temperatura de célula de  $25^{\circ}\text{C}$ .

### 4.6.2 Tensión de entrada - Número mínimo de módulos en serie

La tensión de los módulos fotovoltaicos disminuye a medida que aumenta la temperatura de la célula, a tal punto que es disminución implica una reducción igualmente importante que la potencia de salida del módulo al aumentar la temperatura. Paradójicamente al existir mayor radiación disponible, también la temperatura del ambiente y la célula son mayores, por lo que a nivel de los módulos la eficiencia de conversión de energía solar disminuye.

Un sistema fotovoltaico tendrá una tensión en sus terminales inferior a la tensión teórica en sus condiciones de referencia (STC) debido a las elevas temperaturas de operación de la célula, temperaturas que suelen encontrarse en los 50°C y 70°C.

Si la tensión de operación del generador disminuye debajo del límite mínimo del rango de seguimiento del punto de máxima potencia (MPP), podría implicar una reducción del rendimiento global del generador, ya que simplemente al algoritmo del inversor no localizaría el punto de máxima potencia dentro de su rango, y optaría por desconectar al generador asumiendo que no hay suficiente producción solar, con lo que se perderían horas de sol productivas.

Para evitar la situación anterior se debe calcular el número mínimo de módulos conectados en serie por rama, y se asume una temperatura de operación en verano de unos 70°C. El número mínimo viene dado por la expresión:

$$N_{min} = U_{min}/U_{ca(70^{\circ}C)}$$

$$N_{min} = 655/30,76$$

$$N_{min} = 26,51$$

Siempre hay que considerar que la temperatura de célula en operación dependerá de la ubicación del módulo, y más directamente del grado de ventilación, para cada condición hay que evaluar si la temperatura máxima de la célula puede ser mayor o menor a la señalada.

En base al número máximo de 30 y mínimo 26.51 de módulos conectados en serie, y el número total de módulos, se define para el generador un número de 30 módulos en serie.

### 4.6.3 Corriente de entrada - Número de módulos en paralelo o número de series

Una vez definido el número de módulos conectados en serie, y comprobada teóricamente la operatividad de esa configuración, se debe dimensionar el número de series o cadenas (strings) del generador fotovoltaico. En este caso el límite lo marca la corriente máxima admisible de entrada del inversor. El número máximo de módulos conectados en paralelo o series vendrá expresado por:

$$N_{paralelo} = I_{max}/I_{serie}$$

$$N_{paralelo} = 1850/9,29$$

$$N_{paralelo} = 199$$

En este caso la corriente máxima admisible en la entrada del inversor es la corriente nominal de cada serie de 30 módulos, que es igual a la corriente nominal del módulo fotovoltaico. Por

tanto, cada uno de los inversores estará conformado por 5760 módulos en la zona 1 y 2 y en la zona 3 por 5040 módulos. Esto implica, como cada subcampo tendrá 1 inversor, que estarán conformados por 16560 módulos, en 552 series de 30 módulos. La planta "Mula 5,2" tiene 3 subcampos, lo que son 3 inversores, por lo que la configuración total contará de:

16560 Módulos  
552 series de 30 módulos

## 4.7 Instalación Eléctrica

La instalación eléctrica se llevará a cabo según la normativa vigente, y en todo momento su diseño tendrá en cuenta el disminuir las pérdidas de generación al mínimo recomendable. Se instalarán todos los elementos de seccionamiento y protección.

La instalación eléctrica comprende la instalación en baja tensión de la interconexión de las cadenas de módulos fotovoltaicos, la interconexión de los grupos con las cajas de conexión intermedio de strings box, y de ahí a inversores. Se realizará la conexión trifásica en baja tensión desde el inversor hasta el Centro de Transformación. Todo conducido a través de canalizaciones adecuadas a cada disposición.

El sistema eléctrico contará con los siguientes elementos de protección, para maximizar la vida útil del generador, y la asegurar la continuidad de la producción.

1. Interruptor general manual, interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
2. Interruptor automático de interconexión controlado permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluidas en el inversor. Este interruptor estará controlado por un vigilante de la tensión y la frecuencia de la red eléctrica. Los umbrales permitidos son: En frecuencia: 49 - 51 Hz En tensión:  $0,85 \cdot U_m - 1,1 \cdot U_m$  También el inversor contiene un interruptor del lado de continua, que protege de los posibles contactos indirectos.
3. Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en caso de derivación de algún elemento evitando así los contactos indirectos.
4. Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.
5. Varistores entre positivo y tierra y negativo y tierra para el generador fotovoltaico, contra sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas (incluido en inversor).

Con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal, se tendrán en cuenta los siguientes puntos adicionales:

1. Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65.
2. Los conductores serán de cobre y aluminio, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión como por la compañía eléctrica que opere en la zona.
3. Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma. Se adoptará cable unipolar bajo tubo enterrado en zanja, con doble aislamiento XLPE unipolares.
4. Los marcos de los módulos y las estructuras soporte se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones; es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora

## 4.8 Descripción general de la instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra de la planta fotovoltaica estará conformada por las mallas de puesta a tierra del centro de transformación o power station; el sistema de interconexión entre el centro de transformación; y finalmente por la conexión a tierra de todos los elementos conductores del parque como el cercado perimetral, las estructuras soporte de los paneles fotovoltaicos, y las cajas string-box; exceptuando los latiguillos de equipotencialidad que serán suministrados por el fabricante de las estructuras. La configuración del transformador elevador de la power station es del tipo estrella en el lado de baja tensión y triángulo en el lado de media tensión.

### 4.8.1 Ficha técnica de la instalación

<b>Mula 5,2</b>	<b>Valores</b>
Potencia instalada	5216,4 kW
Tipo de inversor	PowerMaxDual B Series
Trasformador	5070 kVA
Tipo de módulos	Aditya Series Poly WS-315
Número total de módulos	16560
Tipo de estructura	Fija
Orientación	Sur
Número de módulos en serie	30
Número de series	552

**Tabla 4.4:** Características de la instalación



# Instalación eléctrica de generación

## 5.1 Descripción del sistema

La potencia nominal de generación del parque será de  $5,2 \text{ MW}$ , de tres inversores de  $2340 \text{ kW}$ , de manera que la planta quedará diferenciada en tres subcampos.

El generador fotovoltaico, a través de la radiación solar, produce una variación de tensión en corriente continua. El inversor es el encargado de transformar la corriente continua en alterna a una tensión de  $450 \text{ V}$ . El criterio de dimensionamiento de cada parte del sistema eléctrico será diferente debido a que el voltaje variará según la configuración de los módulos fotovoltaicos. En el dimensionado del cableado en el generador fotovoltaico deben tenerse en cuenta tres criterios esenciales. Por una parte el cumplimiento de los límites fijados por la tensión nominal del cableado, asegurar que no se sobrepasa la intensidad de corriente máxima admisible de los cables según la disposición de los mismos en la instalación, y la minimización de las pérdidas en las líneas.

## 5.2 Cálculos Eléctricos planta de generación

Para el diseño de éste tipo de instalaciones, hay que tener en cuenta las diferencias de comportamiento que existen entre un generador fotovoltaico y la red eléctrica que básicamente son:

- La red eléctrica es una fuente de tensión, mientras que un generador fotovoltaico es una fuente de intensidad limitada. La corriente de cortocircuito de un sistema fotovoltaico, viene determinada por las características de los módulos fotovoltaicos utilizados, y en general no es superior a 1,3 veces la intensidad nominal.
- El generador fotovoltaico es un sistema distribuido, en base a pequeños generadores, que se unen en serie y paralelos para conseguir los parámetros nominales de funcionamiento.

### 5.2.1 Nomenclatura y fórmulas utilizadas

- I = Intensidad en Amperios
- Pc = potencia de cálculo en vatios
- L = longitud de la línea en metros
- C = conductividad 20°C
- S = sección conductor en  $mm^2$
- V = tensión en voltios
- $\text{Cos}(\Phi)$  = Coseno de fi. Factor de potencia.

### 5.2.2 Cálculo de intensidad

Para el cálculo de intensidad en los distintos circuitos, consumos y generadores, aplicaremos las siguientes formulas:

Líneas trifásica:

$$I = \frac{Pc}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cos}(\Phi)} \quad (5.1)$$

Líneas monofásicas:

$$I = \frac{Pc}{V \cdot \text{Cos}(\Phi)} \quad (5.2)$$

Corriente continúa:

$$I = \frac{P}{V} \quad (5.3)$$

### 5.2.3 Cálculo de la caída de tensión

El coeficiente de conductividad se corregirá en función de la temperatura máxima especificada según el tipo de aislamiento:

- XLPE = T<sub>max</sub>=90°C
- PVC = T<sub>max</sub>=80°C

Líneas trifásica:

$$\%U = \frac{100 \cdot L \cdot Pc}{C \cdot V^2 \cdot S} \quad (5.4)$$

Líneas monofásica:

$$\%U = \frac{200 \cdot L \cdot Pc}{C \cdot V^2 \cdot S} \quad (5.5)$$

Corriente continua:

$$\%U = \frac{200 \cdot L \cdot Pc}{C \cdot V^2 \cdot S} \quad (5.6)$$



## 5.3 Secciones de cableado

El REBT exige que las secciones de un conductor se calculen por calentamiento y por caída de tensión. Una vez calculadas de las dos formas, se elige la mayor sección que haya resultado. En este proyecto el criterio de caída de tensión es el que limita, si bien se realiza el cálculo según los dos criterios.

### 5.3.1 Cálculo de secciones por criterio térmico

Para el cálculo de las secciones por calentamiento, es preciso hallar la intensidad de corriente que circula por el circuito y obtener la intensidad de cálculo; con dicho valor, se establece la sección adecuada a partir de la tabla 1 de la ITC-BT-19 corregida por los factores correspondientes por instalación directa al sol, agrupamiento y montaje en canalización y en bandeja. Se hace el cálculo del tramo que se encuentra en las condiciones más desfavorables. La sección mínima de cada tramo dependerá de la intensidad que circulará por él (es decir, de la carga que soporta) y estará influenciada por los factores de corrección correspondientes a la temperatura ambiente y al número de cables que se agrupen en cada bandeja según lo especificado en la ITC-BT-19.

Para las instalaciones descritas en este proyecto se utilizará cable flexible de cobre y aluminio, unipolar, de la clase 5, con aislamiento XLPE y recubrimiento de PVC.

### 5.3.2 Cálculo de secciones por criterio de caída de tensión

En el cálculo por caída de tensión, se aplica el criterio que la temperatura ambiente será de 40°C y que la temperatura de cálculo será la máxima de utilización que permite el tipo de cable que se utilice, 90°C para aislamientos XLPE y 80°C para aislamientos de PVC.

Las caídas de tensión admisibles para ésta instalación son las siguientes:

- 2% en los circuitos de generación total, sumando la parte de CC como de CA.

En las tablas del apéndice C que se muestran se presentan las secciones consideradas en todos los tramos de la instalación y las caídas de tensión que se producen en cada uno de ellos.

Las secciones de los conductores se han seleccionado teniendo en cuenta que este criterio es el limitante. La caída total de tensión, sumando el lado de continua como en el de alterna debe ser inferior al 2%. En el caso de que no se cumpla esta condición, habrá que recalcular la sección del cable hasta que se cumplan ambos criterios. A efectos de cálculo de secciones se consideran de forma independiente la parte de la instalación por la que discurre corriente continua y, a continuación, la parte por la que circula corriente alterna.

### 5.3.3 Instalación de corriente continua

El cableado se divide en varios tramos:

- Tramo de interconexión entre series y cajas de conexiones o strings.
- Tramo de interconexión entre cajas de strings box e inversor.

A cada caja de conexiones llegan cables de varias series de módulos solares y su salida va directamente hasta la entrada al inversor, por lo que al inversor llegan tantas líneas como cuadros de string box hay en la planta solar.

Las distintas líneas consideradas a efectos de cálculo de cableado se muestran en los planos.

### 5.3.4 Instalación de corriente alterna

Se considera un tramo desde la salida de los inversores hasta el transformador, este tramo se instalaran pletinas de cobre.

También tenemos el tramo del transformador hasta las celdas, este tramo se instalara con cableado subterráneo.

## 5.4 Protecciones eléctricas

### 5.4.1 Corriente continua

#### Cortocircuitos y sobrecargas

Se instalará un fusible seccionador por polo, en cada rama (agrupación serie) del generador fotovoltaico. Se utilizarán fusibles del tipo gPV normalizados según EN 60269 con la función adicional de facilitar las tareas de mantenimiento. El calibre de los mismos será suficientemente superior a 8,57 A, valor correspondiente a la corriente de cortocircuito de cada rama, para evitar fusiones no deseadas. Además de esta condición, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios de selección:

$$I_D \leq I_N \leq I_z \quad (5.7)$$

$$1,6 \times I_N \leq 1,45 \times I_z \quad (5.8)$$

Donde,

- $I_D$  = Corriente de diseño o corriente nominal de la instalación
- $I_N$  = Corriente nominal del elemento de protección
- $I_Z$  = Corriente máxima admisible real de la línea

Por lo tanto, el fusible seccionador a instalar será de 15 A.

En en el tramos del los string box a la entrada del inversor tenemos dos tipos de protecciones, por una parte tenemos un fusible de 250 A por cada positivo de los string box y un seccionador de manivela de 1600 A, por otro lado tenemos un interruptor automático de de 1600 A y un protector de sobretensiones que lleva incorporado el mismo inversor.

#### 5.4.2 Corriente alterna

##### **Protección del transformador en la parte de media tensión.**

Potencia unitaria:	5070 kW
Tensión de alimentación:	20 kV
Intensidad nominal:	146,35 A
Intensidad y voltaje del fusible:	160 A/20 kV

##### **Protección en la parte de baja tensión.**

En la parte de baja tensión tenemos dos tipos de protecciones, por una parte tendremos un fusible de 250 A por cada fase y un seccionador de manivela de 1600 A, por otro lado tenemos un interruptor automático de 1600 A y un protector de sobretensiones que lleva incorporado el mismo inversor.

El propio inversor dispone de un sistema de protección contra corrientes de defecto a modo de interruptor automático diferencial al objeto de proteger a las personas en caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación.

## 5.5 Tubos protectores

Las canalizaciones se ejecutarán evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible. Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. En instalaciones enterradas, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo  $10(D+d)$  donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

### 5.5.1 Tubos en canalizaciones enterradas

El cableado que une el transformador hasta las celdas transcurre en tubos rígidos en canalizaciones enterradas. El trazado de las canalizaciones se realizará siguiendo líneas lo más recto posible, disminuyendo, en lo posible, los cambios de direcciones.

## 5.6 Instalación e puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra de la planta fotovoltaica estará conformada por la malla de puesta a tierra del centro de transformación o power station y finalmente por la conexión a tierra de todos los elementos conductores del parque como el cercado perimetral, las estructuras soporte de los paneles fotovoltaicos y las cajas string-box; exceptuando los latiguillos de equipotencialidad que serán suministrados por el fabricante de las estructuras.

La configuración del transformador elevador de las power station es del tipo estrella en el lado de baja tensión y triángulo en el lado de media tensión. La conexión del neutro del lado de baja tensión del transformador se encuentra aislada de tierra.

Se instalará un conductor desnudo de  $35 \text{ mm}^2$  el cual discurrirá en el fondo de las zanjas de baja tensión el cual servirá de vínculo entre cualquier elemento conductor expuesto (masa) y las mallas de tierra de las power station.

Las mesas fotovoltaicas de la misma fila se conectarán equipotencialmente entre sí mediante un conductor que deberá ser suministrado por el fabricante de las mismas, Se deberá realizar una verificación de la correcta instalación entre todas las mesas, garantizando así la equipotencialidad de todas las estructuras metálicas con el sistema de puesta a tierra, la prueba final por mesa de la equipotencialidad de las mismas está en el alcance del instalador eléctrico.

Los String Boxes se conectarán equipotencialmente a su estructura soporte (pata de mesa FV) mediante un cable desnudo de cobre de  $35 \text{ mm}^2$  y una grapa petaca de enlace de dos cables de  $35 \text{ mm}^2$ , la cual sujetará además la derivación del conductor de tierra proveniente de la zanja de baja tensión.

El anillo equipotencial de tierra estará conformado por un conductor de cobre de  $35 \text{ mm}^2$  que deberá ser instalado hacia el lado interno del vallado perimetral, paralelo a éste y guardando una separación de 1 metro.

El anillo equipotencial de tierras se conectará al vallado, cada 60 metros y éste a su vez, se conectará a las zanjas de BT más cercana mediante un conductor de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$

## 5.7 Cálculo de la producción de la energía

En este apartado se estudiará el diseño de la instalación fotovoltaica comprobando como influyen sobre el rendimiento, la rentabilidad y el medio ambiente los principales parámetros energéticos que se obtienen en el emplazamiento elegido.

Para realizar el estudio energético de la instalación solar fotovoltaica, se utilizará la base de datos PVGIS, es un sistema de información geográfica desarrollada por la Comisión Europea en el marco de un programa de SOLAREC para el desarrollo de energías renovables. El software

es capaz de proporcionar valores de la irradiación horizontal, inclinada, etc. en cualquier lugar de Europa, África y Asia con una resolución de 1 kilómetro x 1 *k*.

En primer lugar en la pantalla conocida como “PVGIS” se definirá el tipo de sistema, para este caso se escoge, conectado a red.

Seguidamente se procederá a la elección del emplazamiento de la instalación solar dentro del apartado “Dirección”, aquí se pondrá las coordenadas de la instalación.

Una vez conocidos los datos de la radiación solar y temperatura en el emplazamiento de la instalación fotovoltaica, se procederá a definir las características constructivas de la instalación como inclinación y orientación de los paneles, tipo de sistema fijo o con seguimiento y la potencia FV pico instalada.

Los paneles solares estarán totalmente orientados hacia el sur para lograr que la captación de radiación solar sea máxima desde el momento que el sol salga por el este hasta que se ponga por el oeste, por tanto el ángulo azimut será 0°.

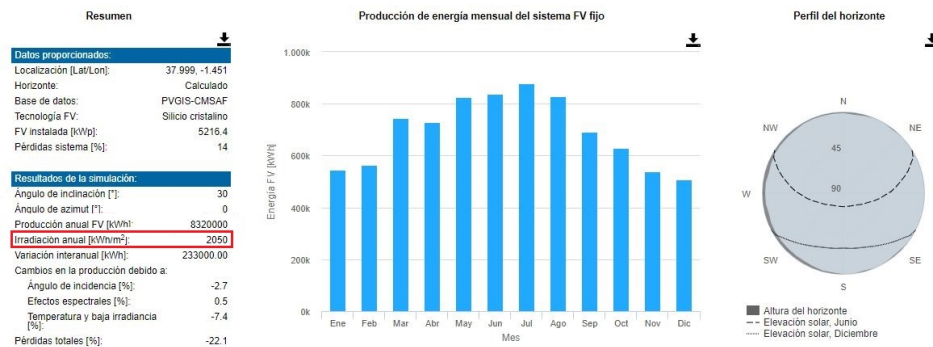


Figura 5.1: Pantalla PVGIS

De esta manera se conoce el recurso energético solar del que se dispone, conociendo la energía captada por los paneles solares teniendo en cuenta la inclinación y temporada en la cual se está utilizando la instalación. Según la figura anterior, la radiación solar sobre la superficie de los paneles solares inclinados 30° durante la temporada de utilización que en este caso es anual es de 2050kWh/m<sup>2</sup>.

### 5.7.1 Pérdidas por Sombras

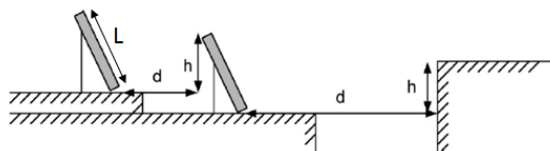
Tal y como indica el IDAE en su PCT, el procedimiento a seguir para determinar las pérdidas por sombreado es mediante la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol y mediante las tablas de referencia calcular el porcentaje de pérdidas.

En este caso, como la instalación solar se ubica en zona rustica, en parcelas sin obstáculos y no existe ningún elemento de mayor altura que pueda producir sombras, las pérdidas por sombreado debido a elementos externos a la instalación serán del 0%.

### 5.7.2 Distancia mínima entre placas

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación debe garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de Invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la ecuación.

Filas de placas solares: Cálculo de la distancia "d"



Expresión a utilizar para el cálculo de la distancia  $d$ :

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})} = k \cdot h$$

Figura 5.2: Distancia mínima paneles

Latitud	38
Inclinación paneles $\beta$	30
Longitud del panel, L (m)	6,38
<b>d (m)</b>	<b>7,51</b>

Tabla 5.1: Distancia

La separación entre filas es de 7,51 m mínimo y que con esta condición cumplimos con las condiciones impuestas por el IDAE, asegurando 4 horas de sol en el solsticio de invierno.

### 5.7.3 Producción de energía anual estimada

Como podemos observar en el apartado anterior en la pantalla de PVGIS también calcula la producción global anual.

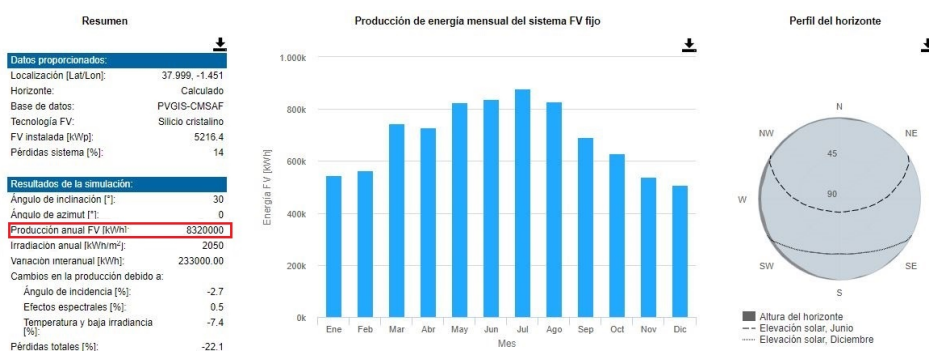


Figura 5.3: Pantalla PVGIS

Como se puede observar en la figura 5.3 se obtiene una producción global anual de **8.320.000kWh**.

# Características del centro de transformación

### 6.1 Instalación de transformación energía eléctrica BT/MT

La energía eléctrica producida en cada uno de los inversores será en baja tensión, a un nivel de  $0,45\text{ kV}$ , mientras que la red de distribución de la zona, a la cual se entregará, es en media tensión; esta es la razón por la cual será necesario la creación de una instalación de transformación de la energía producida en la planta solar para su adecuación a la tensión de entrega de  $20\text{ kV}$  indicada por la compañía.

De esta forma, la instalación de  $5,2\text{ MW}$ , contará con un centro de transformación, cumpliendo en su totalidad con la normativa vigente.

El centro de transformación estará integrado en el mismo edificio llamado (Power station) que alberga los inversores, siendo una solución compacta suministrada por el propio fabricante del inversor. Dicho edificio Power station se instala al intemperie.

El Power station cuenta con los tres inversores y el transformador de aceite. Dicho edificio estará ubicado en la planta de tal forma que las caídas de tensión sean las mínimas.

#### 6.1.1 *Transformador*

Otro de los elementos esenciales para una planta fotovoltaica, es el transformador de potencia cuya función principal es elevar la tensión para adaptarla a la línea de distribución y reducir pérdidas de potencia. Otra peculiaridad de los transformadores, es el aislamiento galvánico de los bobinados de alta y baja tensión, únicamente conectados mediante acoplamiento magnético, que es la base de funcionamiento de los transformadores.

El transformador será diseñado y fabricado para adaptarse de la mejor forma posible y con las menores pérdidas al inversor seleccionado para obtener un número bajo de alarmas y un alto rendimiento de la planta durante su vida útil.

Como ya se a mencionado anteriormente el transformador también estará al intemperie, el transformador estará muy próximo al inversor, siendo esta una solución compacta suministrada por el propio fabricante del inversor.

La conexión del transformador se realizará en la modalidad (IT) manteniendo el neutro del secundario del transformador sin conectar a tierra, siguiendo las especificaciones del fabricante de los inversores. Su conexión, tanto en la parte de baja tensión como en la parte de media tensión viene ya realizada en el edificio mencionado Power Station, siendo parte de la solución de inversor-transformador-protecciones suministrada por el fabricante Ingeteam.

En la instalación proyectada, se instalará un único transformador de potencia común para los tres inversores, con las siguientes características:

Potencia Nominal:	5070 <i>kVA</i>
Voltaje del primario:	30 <i>kV</i>
Voltaje del secundario:	650 <i>V</i>
Grupo de conexión:	Dy11y11
Frecuencia:	50 <i>Hz</i>
Temperatura:	60°C

### **Conexión en el lado de Alta Tensión**

En el tramo subterráneo de la línea los conductores serán circulares compactos, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados, el aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) y de tensiones asignadas, (18/30 *kV*). Las sección normalizada del conductor a utilizar será de 3x1x240 *mm*<sup>2</sup>

Los accesorios estarán constituidos por materiales pre-moldeados o termo-retráctiles; no se admitirán los basados en encintados.

### **Conexión en el lado de Baja Tensión**

La conexión al lado de BT se realizara con pletinas de cobre, con las siguientes características 200x10 *mm*<sup>2</sup>

#### ***6.1.2 Puesta a tierra del centro de transformación***

La configuración del transformador elevador de las power station es del tipo estrella en el lado de baja tensión y triángulo en el lado de media tensión. La conexión del neutro del lado de baja tensión del transformador se encuentra aislada de tierra.

Se instalará un conductor desnudo de 35 *mm*<sup>2</sup> el cual discurrirá en el fondo de las zanjas de baja tensión el cual servirá de vínculo entre cualquier elemento conductor expuesto (masa) y las mallas de tierra de las power station.



### Datos geométricos de la malla tierra del power station

La malla de puesta a tierra del power station de la planta fotovoltaica tendrá las características dimensionales descritas a continuación, y a modo de referencia más abajo se adjunta la figura 6.1 de su diseño.

Profundidad de la malla (h):	0,8 m
Longitud del lado mayor de la malla (Lx):	8,5 m
Longitud del lado menor de la malla (Ly):	8,3 m
Área de la malla:	50 m <sup>2</sup>
Longitud total de los conductores de la malla:	48 m
Nodos de interconexión en TE:	9
Nodos de interconexión en X:	0
Picas de puesta a tierra:	0

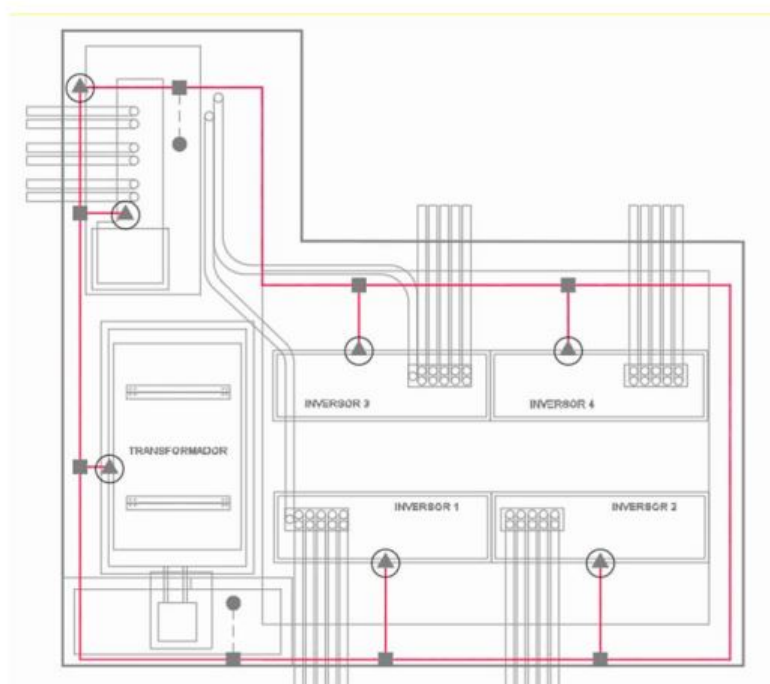


Figura 6.1: Malla de puesta a tierra del power station

### 6.1.3 Diseño de la instalación de tierras

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría publicado por UNESA, como procedimiento para el cálculo y valoración de las tensiones de paso y de contacto de la instalación de puesta a tierra del CT.

Para la tierra de protección optaremos por el siguiente sistema:

- Identificación: código 50-50/5/00 del método de cálculo de tierras UNESA.

Parámetros características:  $K_r = 0,102 \Omega/(\Omega \cdot m)$   
 $K_p = K_c = 0,0605 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

### 6.1.4 Tierra de protección

Resistencia del sistema de puesta a tierra,

$$R_t = K_r \cdot \rho \quad (6.1)$$

La intensidad de defecto en la red de MT 20 kV, será:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + x_{2n}^2}} \quad (6.2)$$

Tensión de defecto,  $U_d$  :

$$U_d = I_d \cdot R_t \quad (6.3)$$

Debe quedar por debajo de la tensión máxima de BT a soportar por los aparatos, 10 kV de aislamiento para BT

siendo:

$$\rho = 150 \Omega/m$$

$$K_r = 0,133 \Omega/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

se obtiene los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} R_t &= 19,95 \Omega \\ I_d &= 357,51 \text{A} \\ U_d &= 5957,82 \text{V} \end{aligned}$$

Tierra de servicio

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,102 \cdot 150 = 15,3 \Omega \quad (6.4)$$

que vemos que es inferior a  $37 \Omega$

### 6.1.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión. Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0605 \cdot 150 \cdot 357,51 = 3244,40 \text{V} \quad (6.5)$$

### 6.1.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el interior el suelo es de hormigón EHC, estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre si mediante soldadura eléctrica.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo. No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p(\text{acceso})} = R_t \cdot I_d = 15,3 \cdot 357,51 = 5469,9 \text{V} \quad (6.6)$$

### 6.1.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

La tensión máxima aplicada al cuerpo humano (tension de contacto), según MIE - RAT 13 ap. 1.1 en función del tiempo sigue la ley siguiente:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0,2^1} = 360V \quad (6.7)$$

siendo: K y n = constantes en función del tiempo. t= duración de la falta

Para tiempos de desconexión inferior a 0,9 s

$$t_s < 0,9 \longrightarrow K = 72 \quad n = 1$$

La tensión de paso será:

$$U_{pa} = \frac{10 \cdot K}{t^n} = \frac{72}{0,2^1} = 3600V \quad (6.8)$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de pasoy contacto en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) \quad (6.9)$$

$$U_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000}\right) \quad (6.10)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho \cdot h}{1000}\right) \quad (6.11)$$

Donde,

- $U_p$  = Tensiones de paso en Voltios.
- $U_c$  = Tensiones de contacto en Voltios.
- $k = 72$
- $n = 1$
- $t$  = Duración de la falta en segundos: 0.20 s
- $\rho$  = Resistividad del terreno: 150  $\Omega$  m
- $\rho h$  = Resistividad del terreno: 3000  $\Omega$  m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 6840V \quad (6.12)$$

$$U_{c(\text{contacto})} = 441V \quad (6.13)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 37620V \quad (6.14)$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- Exterior:

$$U_p = 3244,4V < U_{p(\text{exterior})} = 6840V$$

- Contacto:

$$U_c = 441V < U_p = 528V$$

- En el acceso al CT:

$$U_p = 5469,9V < U_{p(\text{acceso})} = 37620V$$

### 6.1.8 Celdas de MT

El parque estará dispuesto de dos edificios prefabricados, uno estará destinado edificio tipo cliente y otro de tipo compañía. En su interior se encontrará las celdas de MT. Ambas estarán ubicadas en el interior de un edificio prefabricado, que estará situado en la entrada del parque fotovoltaico. Esto quedará reflejado en los apartados 9 y 14.

## 6.2 Cálculos eléctricos de centro de transformación

Para el diseño de la presente instalación, se ha considerado el punto de conexión en la primera celda de línea, que es donde se conecta la línea eléctrica de media tensión que acomete desde el poste eléctrico mas cercano a la parcela, siendo esta línea descrita en un proyecto independiente. Por lo tanto, los cálculos realizados comienzan en el centro de transformación a instalar en la planta fotovoltaica.

### 6.2.1 Aislamiento de los materiales

De acuerdo a la instrucción MIE-RAT-12, al estar la tensión de alimentación entre 1 – 52 kV, los aislamientos de los elementos del centro de transformación, se clasificarán dentro del grupo A, con las siguientes características:

- Tensión más elevada: 20 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 95 kV.
- Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial: 50 kV.

Valores que son cumplidos por cada uno de los elementos a instalar de acuerdo a los datos suministrados por el fabricante.

### 6.2.2 Intensidad nominal en Media Tensión

El centro de transformación de la planta fotovoltaica será de una potencia nominal de 5070 KVA, siendo la intensidad nominal la siguiente:

$$I_N = \frac{5070}{\sqrt{3} \times 20} = 146,35A \quad (6.15)$$

El conductor a instalar en el lado de alta tensión, para comunicar la celda de protección con el transformador en media tensión constan de ternas de cableado aislado en XLPE de aluminio, de sección  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2$ , capaz de transmitir 539 A, mayor que los 146,35 A de servicio, según datos facilitados por el fabricante.

Teniendo en cuenta la intensidad de cortocircuito exigida, 12,5 KA, y la sección del cable empleado,  $240 \text{ mm}^2$ , la densidad de cortocircuito será de:

$$\rho = \frac{12500}{240} = 52,083A/\text{mm}^2 \quad (6.16)$$

### 6.2.3 Intensidad nominal en Baja Tensión

La intensidad nominal de Baja Tensión del secundario del transformador de 5070 KVA será:

$$I_N = \frac{5070}{\sqrt{3} \times 0,65} = 4503,33A \quad (6.17)$$

La línea de interconexión de las barras del transformador con los inversores está formada por pletinas de cobre, cada fase estará compuesto por tres pletinas de  $200 \times 10 \text{ mm}^2$ .

Estas acometidas no cuenta con conductor para neutro, ya que como se ha expuesto en la memoria, el funcionamiento de los inversores es en una red IT, sin neutro.

Teniendo en cuenta los datos del fabricante, la intensidad máxima que puede transmitir estos conductores instalados al aire es de 5610  $A$ , mayor que los 5550  $A$  que evacuan los tres inversores conjuntos.

#### 6.2.4 Protecciones del transformador

Tensión nominal servicio:	20 $KV$
Potencia trafo:	5070 $KA$
Tensión asignada al fusible:	24 $KV$
Intensidad nominal:	146,35 $A$

Por lo tanto, se elegirán fusible de calibre 160 Amperios.

En la parte de baja tensión, la protección a instalar serán los interruptores automáticos que componen los inversores, uno por cada unidad.

En la parte de baja tensión tenemos dos tipos de protecciones, por una parte tendremos un fusible de 250  $A$  por cada fase y un seccionador de manivela de 1600  $A$ , por otro lado tenemos un interruptor automático de 1600  $A$  y un protector de sobretensiones que lleva incorporado el mismo inversor.

Existirá también una protección diferencial mediante la instalación de un toroidal asociado al interruptor magneto térmico de cada inversor, con un tarado de 300  $mA$ .





# Pliego de condiciones

### 7.1 Cableado de Módulos Fotovoltaicos en estructura

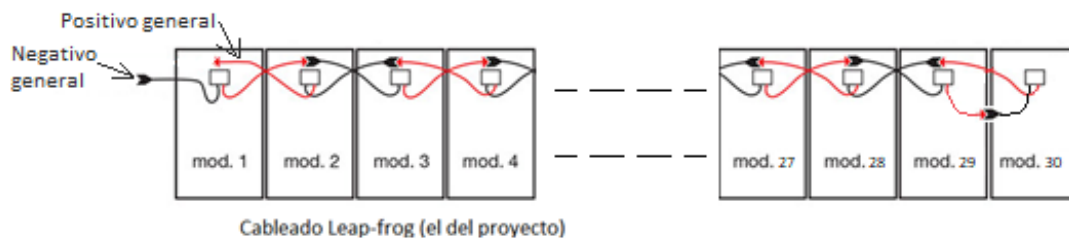
Se incluye aquí esta instrucción, solo a modo ilustrativo, para mostrar la forma en que se realizará el cableado desde el punto de conexión de las diferentes Strings con las String Box correspondientes, así como su ubicación para el montaje. Aquí se establecen los criterios para el cableado de los módulos FV entre si para formar las cadenas de módulos o Strings en cableado en modo Leap-frog (o “salto de rana”).

El material fotovoltaico deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Se inspeccionará primero, que los módulos fotovoltaicos estarán colocados, todos en la estructura de la misma manera, es decir, con la caja de conexiones, o de diodos by-pass hacia la misma dirección y sentido.
- Los cables fotovoltaicos, positivo (+) y negativo (-), estarán bien identificados en sus terminales con la polaridad. Tanto en la caja como en los cables.
- Para asegurar que se pueda realizar la instalación de este modo, los cables salientes de la caja de diodos de by-pass del módulo, tendrán una medida mínima de 1150 *mm*, longitud considerada desde la salida del cable por la caja de diodos de by-pass, hasta la punta del conector fotovoltaico. Se asegurará con la hoja técnica si por defecto cumplen esta condición. Si no es así se deberá acordar con el fabricante de los mismos para que la partida entregada cumpla con esta condición de longitud de los cables de los módulos, indispensable para poder realizar el cableado en modo leapfrog.
- El radio de curvatura de los cables debe ser lo más grande posible y nunca debe ser menor que el radio de curvatura mínimo proporcionado por el fabricante.
- La instalación de los cables cerca de la estructura de llaves cruzadas o vigas debe ser hecha con cuidado para evitar daños en el aislamiento del cable. La instalación debe realizarse sin tirar de cables (el aislamiento puede ser cortado por el borde de la estructura).

- Toda entrada y salida de un conducto debe llenarse con espuma de poliuretano. Los cables se instalarán dentro de los tubos antes de colocar la espuma de poliuretano.
- Los terminales deben instalarse con tornillos, tuercas y arandelas de seguridad que deben ser adecuadas para uso eléctrico. El torque debe ser al menos el mínimo especificado por el fabricante.

Los módulos se conectan entre sí en serie, conectando el positivo (+) de uno con el negativo (-) del siguiente módulo que corresponda de la secuencia leapfrog. Cada mesa dispone de 90 módulos distribuidos en modo de 3 filas de 30 módulos cada una que conforman 1 string. La conexión de la cadena de módulos en modo leapfrog, se realizará únicamente entre los módulos de la misma fila (string), hasta que se conecten los 30 entre sí, dando al final, y en el mismo lado de la mesa, un negativo general del primer módulo al aire, y un positivo general que será el del módulo numerado e identificado como módulo 2 de la secuencia de acuerdo al esquema siguiente en los módulos del Este y en el 29 y 30 en los del Oeste:



**Figura 7.1:** Conexionado de los paneles en serie

No habrá conexiones eléctricas entre filas, siendo únicamente los módulos de la misma fila los que forman parte de la misma cadena de módulos o string.

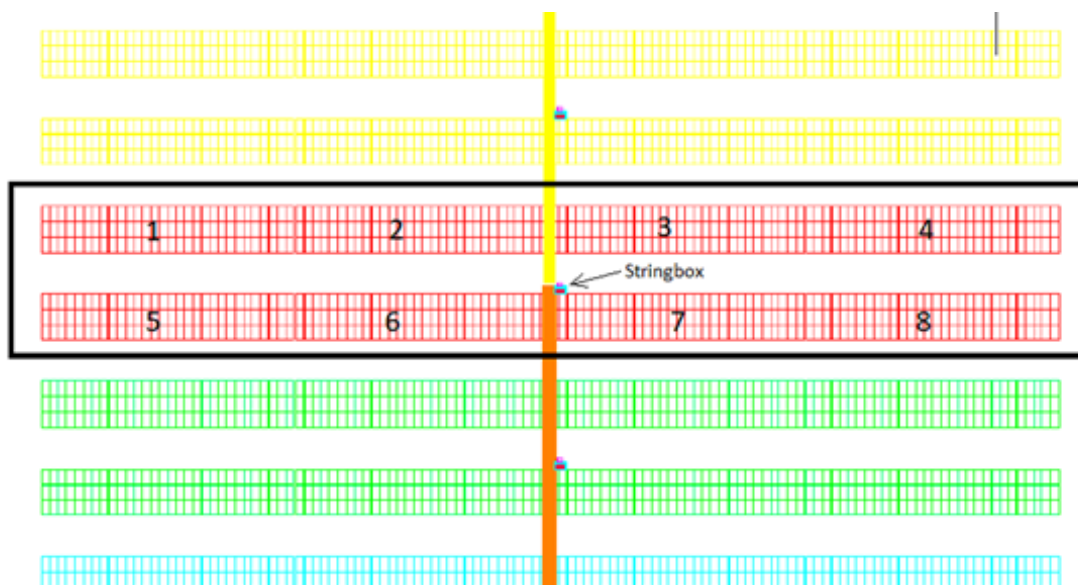
Obtendremos de las 3 filas de 30 módulos, 3 strings independientes de 30 módulos en cada mesa de 90 módulos.

El proceso de conectado en modo Leapfrog de la cadena de módulos fotovoltaica, establece siempre un lado de la mesa, como origen (terminal inicio (-)) y destino (terminal final (+)) de los cables.

El proceso de conexionado se producirá según la siguiente secuencia.

1. Primeramente, se identificarán todas las mesas (y por tanto strings) que irán conectadas a un mismo stringbox.
2. Seguidamente, identificaremos la posición exacta del string box respecto de dichas mesas, (ver dibujo ejemplo). Para esto es necesario para establecer el lado correcto de inicio y final de los cables generales (+) y (-) de los 3 strings de cada mesa

Según este ejemplo:



**Figura 7.2:** Secuencia de conexionado

3. Las mesas de mismo color (cuyos strings van cableados al mismo stringbox) se identificarán como anotado en el punto 1. Se han numerado provisionalmente del 1 al 8 para identificación.
4. Se ha identificado (como se indica en el punto 2) la posición donde irá colocado el stringbox.
5. Una vez identificadas las mesas en obra y la posición del stringbox respecto de las mismas, se establecerá, que lado de la mesa está, más próximo a la posición identificada de la Stringbox a la que van cableados los 3 strings que contiene dicha mesa. Ver ejemplo:

En esta imagen, se puede ver claramente, como por ejemplo, las mesas 1, 2, 5 y 6, tiene el stringbox más próximo a su lado Este, mientras que las mesas, 3, 4, 7 y 8 tiene el stringbox más cerca en su lado Oeste.

Este será el lado a tener en cuenta, a la hora de establecer el inicio y final del conexionado Leapfrog.

6. El lado identificado como el más próximo, será el que tomemos como inicio y final para la realización del conexionado leapfrog, y para la numeración de los módulos.
7. Ahora pasaremos a realizar el conexionado de módulos leapfrog en sí. Para explicar esta técnica, hemos tomado el lado Oeste (Izquierdo) correspondiente a los strings de las mesas, 3, 4, 7 y 8.

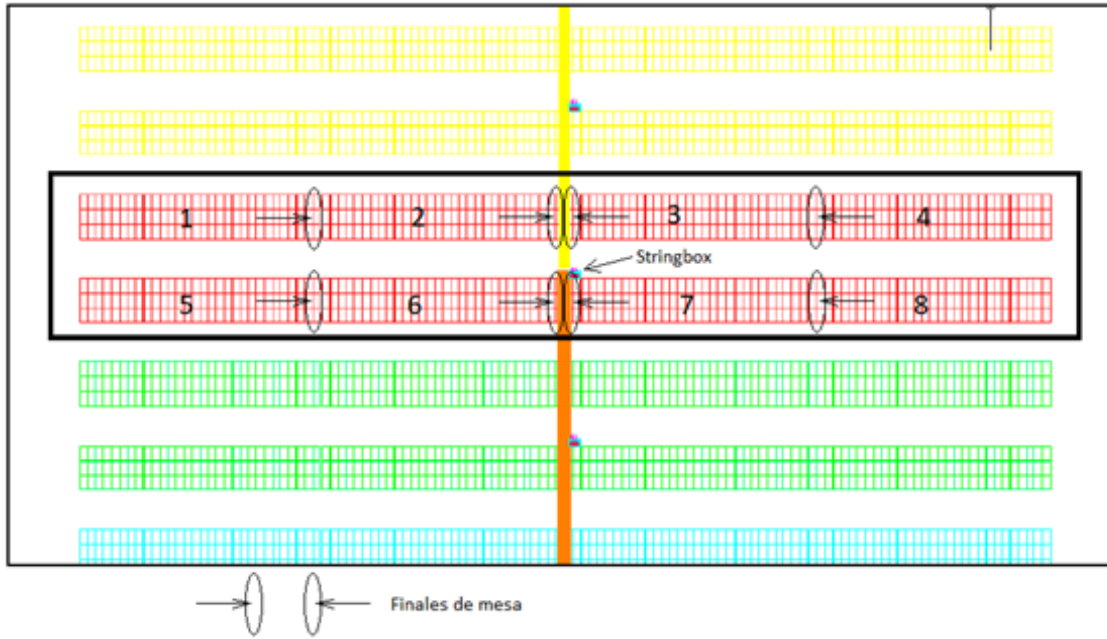


Figura 7.3: Final de mesa

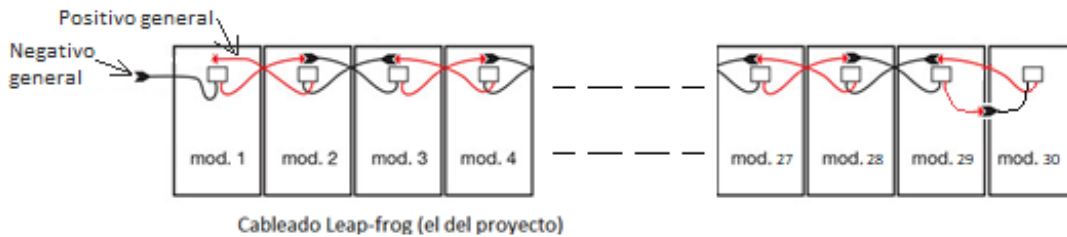


Figura 7.4: conexionado de los paneles en serie

En esta imagen se muestra la teoría de conexión del leapfrog en el que cada módulo salta uno y se conecta con el siguiente.

Como se puede ver en la imagen, el positivo (en rojo) del módulo 1, se conecta con el negativo (en negro), del módulo 3, saltando al 2, éste a su vez se conecta al 5 saltando al 4, y así saltando a todos los pares, hasta el 29. El 29, se conecta a su contiguo y último de la fila, el 30. La vuelta es a la inversa. El positivo del 30, se conecta ahora al negativo del 28, el positivo del 28, al negativo del 26, y así d hasta conectarse el positivo del 4 al negativo del 2., teniendo al final:

Secuencia: (Negativo general [-]) 1(+)=>(-)3(+)=>(-)7(+)=>(-)9(+)=>(-)11(+)=>(-)13(+)=>(-)15(+)=>(-)17(+)=>(-)19(+)=>(-)21(+)=>(-)23(+)=>(-)25(+)=>(-)27(+)=>(-)29(+)=>(-)30(+)=>(-)28(+)=>(-)26(+)=>(-)24(+)=>(-)22(+)=>(-)20(+)=>(-)18(+)=>(-)16(+)=>(-)14(+)=>(-)12(+)=>(-)10(+)=>(-)8(+)=>(-)6(+)=>(-)4(+)=>(-)2(positivo general [+]) el negativo general en el negativo del 1 que queda suelto, y de vuelta, el positivo general es el positivo del 2

Si se hubiese hecho todo este proceso con el lado de la mesa al este como inicio y final del string, la secuencia sería simétrica a la inversa: (Negativo general [-]) 30(+)=>(-)28(+)=>(-)26(+)=>(-)24(+)=>(-)22(+)=>(-)20(+)=>(-)18(+)=>(-)16(+)=>(-)14(+)=>(-)12(+)=>(-)10(+)=>(-)8(+)=>(-)6(+)=>(-)4(+)=>(-)2(+)=>1(+)

)12(+)==>(-)10(+)==>(-)8(+)==>(-)6(+)==>(-)4(+)==>(-)2(+)==>(-)1(+)==>(-)3(+)  
 ==>(-)7(+)==>(-)9(+)==>(-)11(+)==>(-)13(+)==>(-)15(+)==>(-)17(+)==>(-)19(+)  
 ==>(-)21(+)==>(-)23(+)==>(-)25(+)==>(-)27(+)==>(-)29(positivo general [+])

Viendo las 2 configuraciones de cableado, se observa que si se quiere cambiar la configuración de cableado de inicio y final en el Oeste al Este, o viceversa solamente con una pequeña operación se realiza el cambio sin necesidad de desconectar y volver a conectar los 30 módulos:

- Si se ha cableado considerando el Oeste como inicio y final y se quiere **cambiar a Este** como inicio y final:

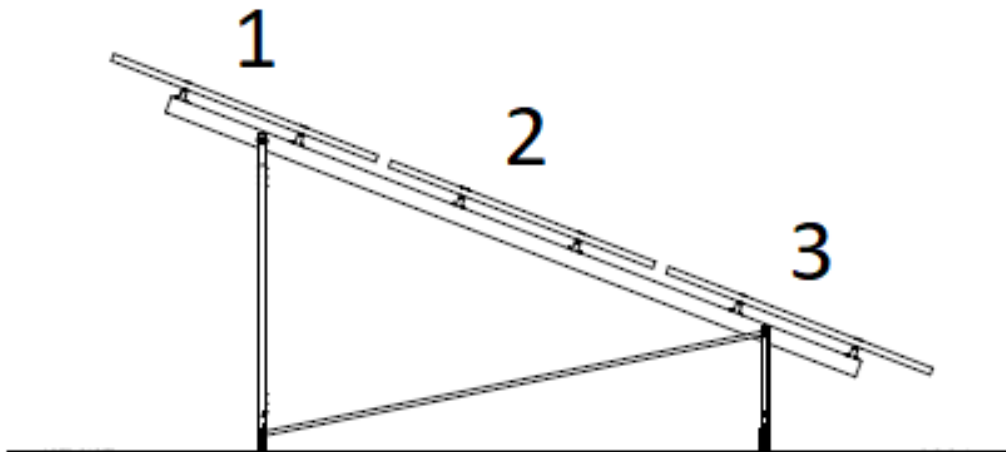
a) Desconectar conexión  $29(+)=>(-)30$ , ahora:  
 $29([+]positivo\ general\ y\ (negativo\ general[-])30$

b) Uniremos lo que antes era el positivo general que era el positivo del 2, con lo que antes era el negativo general (negativo del 1), es decir, realizaremos:  $2(+)=>(-)1$

- Si se ha cableado considerando el Este como inicio y final y se quiere **cambiar a Oeste** como inicio y final:

c) Desconectar conexión  $2(+)=>(-)1$ , ahora:  $2([+]positivo\ general\ y\ (negativo\ general[-])1$

d) Uniremos lo que antes era el positivo general que era el positivo del 29, con lo que antes era el negativo general (negativo del 30), es decir realizaremos:  $29(+)=>(-)30$



**Figura 7.5:** Mesas

Una vez terminado el etiquetado de los cables de módulo de polaridad general de string, se puede considerar el trabajo de conexionado de strings finalizado.

En el plan de calidad integrada de obra eléctrica del proyecto, se incluirán inspecciones y protocolos de inspección de conexionado de módulos, para comprobar principalmente:

- La conexión de los bornes de los cables.
- Verificación que los cables estén conectados entre sí por debajo de los módulos sin tensión mecánica en los mismos, que no se encuentren enganchados o atrapados con la estructura y no haya posibilidad de daño mecánico con la cubierta
- Verificación del correcto etiquetado, en función de:
  - a) Polaridad del borne
  - b) Datos de parque, CT, Inversor, numeración de string, etc.
  - c) Que el orden de numeración de strings dentro de la mesa y en relación a las mesas contiguas se respete y sea el proyectado.

## 7.2 Cableado de Strings a las String Box e Inversores, y Montaje de las String box

El alcance de esta instrucción, es el montaje, el suministro de todos los medios auxiliares necesarios, y todos los trabajos necesarios para conectar los strings a sus respectivos string boxes y dejar las cajas preparadas para su energización y puesta en marcha.

Los conectores se distribuirán en todo el parque fotovoltaico según el esquema mostrado a continuación:

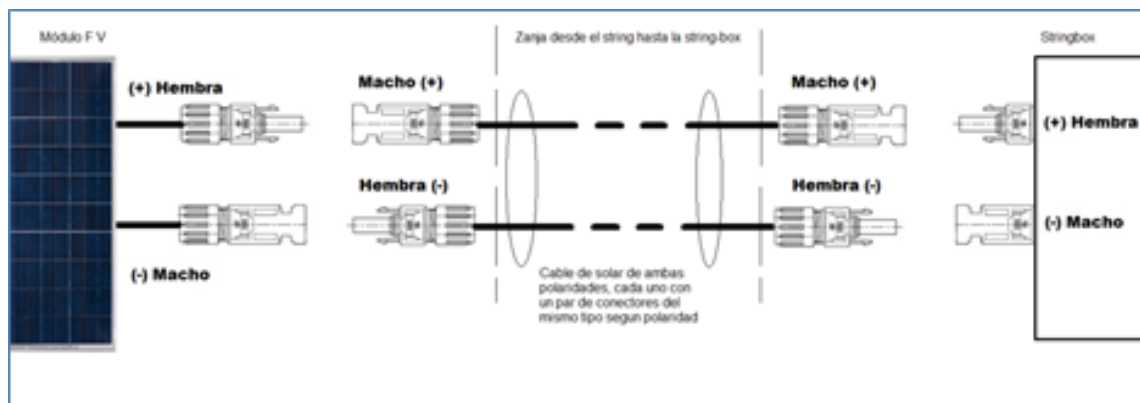


Figura 7.6: Conectores paneles

El SUBCONTRATISTA deberá realizar todos los trabajos necesarios para la consecución de esta Unidad de Obra, los más representativos, que no son limitativos, son los siguientes (incluido en este concepto el coste de todos los suministros y trabajos que se describen y los que sean necesarios para la correcta ejecución de este concepto de obra):

- La ejecución de los terminales de los cable solar de  $6 \text{ mm}^2$  de Cobre definidos para esta conexión (para el módulo y para la string box). Teniendo en cuenta el tipo de terminal definido por el fabricante para (+) y (-).
- La conexión de los cables a los terminales de los módulos y la conexión a los terminales de la string Box correspondiente hembra para (+) y macho (-) con conectores tipo MC4-Evo2 en las string box.
- El tendido de los cables, en conductos enterrados.
- Montaje, ensamblaje e interconexión de todos los accesorios de las String Boxes que no se suministren ya montados.
- Posicionamiento y nivelación, anclaje o fijación si fuere necesario, de las String Boxes sobre su estructura metálica y de obra civil para su estructura.
- Conexión de las estructuras de las String Boxes y la propia caja a la malla de tierra, mediante un cable de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$ , incluye la fijación al perfil del soporte. Las string box, los cables y resto de materiales no son suministro del Subcontratista.
- Revisión y reconexión interno, si fuera necesario, en los borneros de las String Boxes.

- Conexionado de las String Boxes a los terminales de las String de las mesas. Según instrucción al respecto.
- Conexionado de las String Boxes, llevando los cables hasta las arquetas de entrada de las Power Stations. Se incluye la conexión a los inversores y la ejecución de los terminales de los cables.

Se encuentra incluido dentro del alcance de esta Unidad de Obra el tendido y conexionado de todos los cables de Baja Tensión, así como el megado, timbrado, canalización y su suministro, atado y etiquetado de los mismos.

### 7.3 Red de Media Tensión

Se encuentra incluido dentro del alcance de esta Unidad de Obra el tendido y conexionado de todas las líneas de cables aislados de Media Tensión, así como el megado, VLF test, timbrado, atado y etiquetado de los mismos. Se considera que está incluido en el concepto de montaje: el coste de todos los suministros y trabajos que se describen y los que sean necesarios para la correcta instalación.

El montaje y cableado se realizará según las instrucciones del fabricante.

El LA PROPIEDAD suministrará los siguientes materiales: Los kits terminales para los cables de MT. Todo el material necesario para la correcta instalación y conexión en origen y destino de los cables de MT será por cuenta del SUBCONTRATISTA.

Así mismo el LA PROPIEDAD suministrará las fichas de rutado de cada cable y sus fichas de interconexión y esquemas correspondientes a cada sistema. Dichos esquemas se ajustarán a las últimas revisiones vigentes en el momento del conexionado, aspecto este que el SUBCONTRATISTA deberá vigilar concienzudamente. El SUBCONTRATISTA realizará el conexionado por los esquemas, esto será indicado por la dirección de obra.

El SUBCONTRATISTA deberá realizar los trabajos de tendido y conexionado, así como el suministro de todos los materiales auxiliares, según lo especificado en las Instrucciones Técnicas del fabricante.

El SUBCONTRATISTA deberá realizar todos los trabajos necesarios para la consecución de esta Unidad de Obra, los más representativos, que no son limitativos, son los siguientes:

- Descarga de los materiales y traslado a almacén.
- Desembalado y conservación de los embalajes en buen estado hasta su devolución.
- Colocación en el punto de servicio.
- Estudio del trazado y optimización de bobinas.
- Tendido de conductores, bridado a separadores, estructura, etc.
- Suministro e instalación de bridas plásticas (de exterior negras) de sujeción de la terna, en caso de cables unipolares de MT se utilizarán grapas tipo “trefoil” o “cleats para su



fijación a la estructura metálica, en las verticales se usaran bridas metálicas protegidas a fin de evitar daños al cable.

- Montaje en tubo y suministro, cierre de cajas de registro en tendidos aéreos. Sellado de los tubos
- Montaje en tubos en tendidos subterráneos, sellado de los extremos de los tubos.
- Montaje de las botellas terminales MT, incluyendo la puesta a tierra de la pantalla que deberá realizarse mediante muelles de presión constante sin utilizar abrazaderas, donde corresponda.
- Conexión de los terminales a los equipos, donde corresponda.

Antes del tendido de cables en una canalización enterrada, el subcontratista comprobará el estado de la canalización y si fuera necesario procederá a su limpieza con aire comprimido, incluso el vaciado de agua en caso de inundación así como la limpieza de barro en las mismas y la adecuación con cama de arena. Este es el momento de declarar posibles atascos, no se admitirán reclamaciones por tajo parado si no se hubiera detectado con anterioridad. Dichos trabajos estarán prorrateados en el precio de tendido de cable.

Después de la actividad de tendido de cables, cuando se acabe en una canalización enterrada, y con el objeto de favorecer futuros tendidos, el SUBCONTRATISTA suministrará, montará y dejará metida en las tuberías enterradas, atada y visible en las arquetas o canalizaciones, una guía de acero inoxidable de 3  $mm^2$  de sección por cada tubo que forme esta canalización. Los extremos de estas guías quedarán fijados a un carril a modo de percha con dos vueltas de coca y finalizadas con un terminal de compresión. Dicho suministro e instalación estará prorrateado en el precio de tendido. Será por cuenta del SUBCONTRATISTA y deberá estar valorada en la unidad de obra de tendido, el suministro y aplicación de espuma sellante tipo HILTI, 3M o similar, para el sellado de todas las tuberías, etc., en general todo aquello que la Dirección de Obra estime necesario y en especial las entradas de cables, etc. Esta espuma será ignífuga y aprobada por el LA PROPIEDAD.

En el caso de que hubiera que hacer algún empalme (no permitidos y para los que debe haber una autorización expresa) se harán medidas de rigidez dieléctrica antes y después de realizar el empalme y antes y después del tapado de zanjas. Así mismo se tomará esta medida después de efectuar el montaje de las botellas terminales en ambos extremos de los cables de MT en aquellas conexiones y cables que el LA PROPIEDAD determine, esta prueba de rigidez puede ser cambiada a criterio del LA PROPIEDAD.

En las líneas de MT, se incluye:

- Para los pasos aéreo-subterráneo, se deja longitud suficiente en los cables para que se realice por otro subcontratista, el montaje de los tubos en los postes, hasta una altura de 2.500  $mm$ , el montaje de las autoválvulas y su conexión a tierra y la confección de las botellas terminales con la puesta a tierra de sus pantallas.

## 7.4 Red de Puesta a Tierra del Parque Fotovoltaico

El objeto de esta Instrucción Técnica es establecer los criterios de montaje e instalación de la red de tierra enterrada.

### A) Red de tierras enterrada

1. La red de tierras enterrada será realizada con picas de cobre, cables de cobre semiduro clase 2 y diversos accesorios de unión y derivación.
2. La posición de las picas, los recorridos exactos de los cables y situación de los accesorios serán establecidos en Obra tomando como base los planos esquemáticos de la Ingeniería
3. Si no se indicase lo contrario, las picas 2,5 m serán hincadas quedando el extremo superior por lo menos a 0,8 m bajo el nivel del suelo.
4. Las distintas uniones o derivaciones entre cables, se realizará con soldadura aluminotérmica.
5. La unión de cable a pica, se realizará mediante grapas tipo AUXIME o similar o soldadura exotérmica a criterio del departamento de construcción.
6. Las soldaduras aluminotérmicas serán realizadas por personal especializado. Antes de comenzar esta actividad se realizarán pruebas para aprobación por parte de Montaje Eléctrico del LA PROPIEDAD.
8. Las salidas de cables de la red de tierra hacia la superficie (a equipos, mallas metálicas, transformadores, etc.) debe realizarse protegiendo el cable con tubo de plástico o PVC hasta una altura de 0,5 m del nivel del suelo, o la que determine en cada caso el Jefe de Obra Eléctrica del LA PROPIEDAD.

### B) Red de tierras enterrada

1. Aunque en los planos de la Ingeniería siempre se indica la mayoría de los equipos conectados a tierra, el MONTADOR / SUBCONTRATISTA seguirá las instrucciones de El Jefe de Obra Eléctrica del LA PROPIEDAD para conectar tierra a otros equipos que, aunque no figuren en los planos a su juicio lo requieran. En general han de ir conectados a tierra todos los elementos metálicos (soportes, armaduras, pantallas, conductos, estructura metálica, puertas metálicas, vallas metálicas y por supuesto los equipos eléctricos, etc.).
2. De no existir indicaciones en planos con una definición diferente y siempre que lo indique el Jefe de Obra Eléctrica del LA PROPIEDAD, a lo largo de todos los caminos de estructura metálica y por la cara exterior del ala de la misma, se tenderá un cable de 35 mm<sup>2</sup> de Cu desnudo de p.a.t., unido a ésta cada 0,8 m. de longitud aproximadamente, siempre de acuerdo a las indicaciones del jefe de obra si procede. La unión del cable a la estructura metálica se hará mediante grapas portahilos, con taladro, tuerca y arandela.
3. Las uniones de cable de tierra a las pletinas de p.a.t. de cabina, cuadros, cajas, etc. así como a los diversos equipos, se hará por medio de terminal de compresión recto, con tornillo, arandela y tuerca cadmiada.
4. Las uniones de cable de p.a.t. por finalizar una bobina y continuar por otra se harán mediante soldadura aluminotérmica recta.

5. Siempre que no sea suficiente la longitud de la espera (cable de cobre) saliente de la red de tierra enterrada se unirá mediante soldadura aluminotérmica recta con el cable de cobre hasta llegar al equipo, derivador, estructura, etc. a conectar.
6. Las derivaciones entre cables siempre se realizarán con grapas de derivación. Salvo en casos excepcionales y previa autorización del Jefe de Obra Eléctrico del LA PROPIEDAD se podrá utilizar soldadura aluminotérmica.
7. Las puntas libres del cable de tierra se rematarán con un casquillo tubular de cobre estañado, por presión, dicho casquillo será suministrado y montado por el SUBCONTRATISTA.
8. Los cables de Cu desnudo de p.a.t. serán fijados en sus recorridos sobre caras libres de estructura metálica, paramentos de hormigón, etc., mediante grapas portahilos de bronce o cobre. No se admitirá su sujeción mediante bridas de plástico.
9. Siempre que un cable de Cu desnudo tenga que atravesar zonas de hormigón o pared a través de muros, tabiques, etc. se hará protegiendo el cable en tubo de plástico o PVC y sellando dichos pasos para evitar el paso de agua.
10. En el caso de montaje de pletina de cobre, se instalará la suportación cada 1,0 metros con grapa porta pletina de bronce, o en su caso cuando lo determine el Jefe de Obra Eléctrico del LA PROPIEDAD, se optará a la suportación con la instalación de varilla roscada, tuerca y contratuerca con sus respectivas arandelas del extremo de la pletina y suportación pertinente a pared o estructura metálica.
11. De forma general la red de tierra cuando vaya por zonas de acceso o paso se evitará su instalación por el suelo. De manera que se instalen quedando protegidas de dichas interferencias, ya sea por zonas verticales o protegidas por conduits sin boquillas de manera que no se deforme/dañe por interferencias directas o involuntarias. La instalación del conduit será aprobada por el Jefe de Obra Eléctrico del LA PROPIEDAD.
12. De modo general el trazado del cable desnudo quedará presentado evitando la formación de curvas y corrigiendo posibles vicios del cable, por lo que se deberá evitar el deshilamiento del cable instalando abrazaderas. Siempre que se produzcan cambios de dirección se deberá adaptar el cable al contorno del trazado manteniéndose éste paralelo y a la misma distancia del contorno.
13. Las conexiones de tierra se realizarán según detalle de Ingeniería.

## 7.5 Canalizaciones

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

Toda obra a realizar estará sometida a la obtención previa de las licencias correspondientes y demás autorizaciones municipales o, en su caso, a la autorización para reparación de avería y posterior obtención de licencia, así como al pago de las correspondientes exacciones fiscales, según la normativa aplicable en cada supuesto.

En todo el trazado y durante la ejecución de los trabajos prevalecerá el orden y limpieza. Al finalizar la jornada de trabajo se retirarán todas las herramientas, materiales y maquinaria.

En pasos de vehículos o de personas se dispondrán planchas de chapa de hierro debidamente señalizadas. El espesor de estas chapas no será inferior a 20 mm y se dispondrán barandillas y los elementos de seguridad oportunos.

Si los trabajos propios de las obras significaran la obstrucción de desagües, se construirán unos provisionales, manteniéndose limpios en todo momento.

En caso de encontrarse bocas de riego, hidrantes o similares se respetará un radio de 3 m alrededor de estos elementos.

Todos los servicios descubiertos permanecerán identificados. Si durante los trabajos se produjeran averías en canalizaciones o servicios ajenos se repararán con carácter urgente, para luego proceder a su reparación definitiva.

El acopio de materiales se realizará de forma segura en un lugar adecuado a su almacenaje.

El contratista aportará toda la herramienta y útiles necesarios para la ejecución de los trabajos. Las herramientas y útiles estarán suficientemente dimensionados para el trabajo que se vaya a desarrollar y cumplirán con la legislación vigente oportuna en materia de seguridad.

### **7.5.1 Replanteo**

Todos los trabajos realizarán en conformidad a los planos y coordenadas entregados previamente a su ejecución.

Se comprobarán siempre los servicios y elementos afectados, tanto si están previstos inicialmente como si surgen a posteriori. Para ello se realizarán los estudios y calas sean oportunas.

### **7.5.2 Trazado**

Las canalizaciones se ejecutarán evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible según lo establecido en el proyecto de ejecución.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

En instalaciones enterradas, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo  $10(D+d)$  donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

En instalaciones entubadas se respetarán los radios de curvatura mínimos precisos dependiendo del diámetro exterior del tubo, de tal forma que en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 160 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 8 m, en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 200 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 10 m y en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 200 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 12,5 m.

### 7.5.3 *Apertura de zanjas*

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 500 *mm* entre la zanja y las tierras extraídas o cualquier otro objeto, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Las tierras extraídas se apilarán de forma adecuada para su posterior uso, en caso de que las autoridades lo permitan, o para su posterior evacuación a vertedero autorizado. Se prestará especial atención para no mezclarla con agentes contaminantes que pudieran dañar el medio ambiente o impedir su posible reutilización.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Toda zanja abierta deberá contar con su señalización y medidas preventivas de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la Propiedad, el acopio del material extraído de la excavación se acopiara dejando un máximo de 500 *mm* de altura

### 7.5.4 *Canalización*

Canalización de cables bajo tubo hormigonado se respetaran en todo momento los típicos e ingeniería del proyecto frente a otras consideraciones

Se colocará en posición horizontal y recta, y estarán hormigonados en toda su longitud o bien se instalaran culvers a modo de protección mecánica.

- a) No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra que actúe como amortiguador.
- b) El fondo de la zanja en la que se alojen, deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.
- c) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo o de acuerdo a los típicos de proyecto. Los tubos serán independientes entre sí y se ajustarán a lo indicado en el proyecto de ejecución, siendo sus principales características:

1. Tubo de HDPE, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
2. Diámetro exterior de 200 *mm*.
3. Tramos de 6 *m* de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 *m* (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos de 90 *mm* para diámetros exteriores de 200 *mm*.

En caso de separadores de tubos de 200 *mm* de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial.

Se respetarán las siguientes indicaciones:

- d) No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.
- e) Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.
- f) Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 *mm* de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido.
- g) Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.
- h) Las juntas de las entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.
- i) El interior de los tubos en las entradas y salidas a las cámaras de empalme se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 *mm* alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de hormigonado respetando las canalizaciones.

El encofrado de hormigón ocupará toda la anchura de la canalización. La altura del encofrado será de 700 a 1200 *mm* para tubos de diámetro exterior 200 *mm*.

A continuación se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspon-

dientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 *cm*, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95 % del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna a una profundidad aproximada de 150 *mm* bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

Canalización de cables bajo tubo sin hormigonar Se respetaran en todo momento los típicos e ingeniería del proyecto frente a otras consideraciones

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo con las mismas características dimensionales que la instalación bajo tubo hormigonado.

En los cruces con servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc, es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubo de 2 *m*.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí y se ajustarán a lo indicado en el proyecto de ejecución, siendo sus principales características:

4. Tubo de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
5. Diámetro exterior de 200 *mm*.
6. Tramos de 6 *m* de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 *m* (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos 90 *mm* para diámetros exteriores de 200 *mm*.

En caso de separadores de tubos de 200 *mm* de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial. Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalarán 2 tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 90 *mm* de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de zanjas tipo. Para la ubicación de estos tubos se dispondrá de un separador específico cada 3 *m* de tendido.

Se respetarán las siguientes indicaciones:

j) No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.

k) Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.

l) Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 *mm* de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido.

m) Al concluir la jornada de trabajo se tapan los extremos del tubo abiertos.

n) Las juntas de las entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.

o) El interior de los tubos en las entradas y salidas a las cámaras de empalme se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 *mm* alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de rellenado de la zanja respetando las canalizaciones.

Se dispondrá de un lecho de arena de 100 *mm* de espesor que separe la base inferior de los tubos y la base de la zanja. Posteriormente se rellenará con arena, hasta formar un bloque que cubra la anchura total de la zanja con una altura sobre la base del terreno de 977 *mm* para tubos de diámetro exterior 200 *mm*.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario.

Se empleará preferentemente la arena procedente de la misma zanja, siempre y cuando exista la aprobación del Director de Obra y reúna las condiciones señaladas anteriormente. Caso contrario se empleará arena fina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 1 a 2 *mm* como máximo.

En ambos casos, con objeto de garantizar la estabilidad de la resistencia térmica de esta arena ante distintos grados de humedad del terreno, se mezclará la arena con cemento en la proporción 14 partes de arena por 1 de cemento antes de proceder al rellenado.

A continuación se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 *cm*, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95 % del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna a una profundidad aproximada de 150 *mm* bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.



### 7.5.5 *Tendido de cables*

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se procederá a mandrilar los tubos de la instalación según los diámetros interiores de los mismos. Una vez finalizada la zanja se procederá al mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos. El mandril será suministrado por el contratista.

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del director de obra.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad.

El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que sirva para el tendido del futuro piloto de tendido del cable. La cuerda guía de nylon será de 10 *mm* de diámetro.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños y se levantará acta de esta actividad.

Se estudiará el emplazamiento óptimo para la bobina antes del tendido. La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido. En el caso de trazados con pendiente, es preferible el tendido en sentido descendente. Se procurará la alineación de las bobinas con la traza para su tendido. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no superará los 10°.

En caso de que uno de los extremos de la canalización presente puntos de difícil acceso o curvas pronunciadas, es preferible situar la bobina en el extremo opuesto.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Las duelas se retirarán con la bobina suspendida unos 10 ó 20 *cm*, haciendo posible el giro alrededor de su eje. El eje se apoyará sobre pies dimensionados acorde al trabajo a desarrollar, asegurando la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y un radio de curvatura una vez instalado de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y del diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja, estarán comunicados y en disposición de detener el proceso de tendido en cualquier momento. A medida que vaya extrayendo el cable de la bobina, se hará inspección visual de cualquier deterioro del cable. También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo.

Los cabrestantes se accionarán por medio de motores autónomos para tirar de los cables de potencia a través de pilotos guía. En la placa de características figurará su fuerza de tracción, permitiéndose el uso de rebobinadora para los cables piloto. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

Antes del inicio de los trabajos se realizará un estudio de las tracciones necesarias, a fin de no sobrepasar los esfuerzos máximos permitidos. El despliegue del cable se hará lentamente a velocidad constante. Esta velocidad será del orden de entre 2,5 y 5 *m/min*.

Se prestará especial atención cuando la bobina se desenrolle completamente, teniendo previsto que el cable no se destense en ningún momento mediante algún tipo de medio mecánico.

El cabrestante y el freno deben ser fijados de forma rígida para un correcto funcionamiento en el peor caso de carga. La máquina de frenado y sus accesorios estarán dimensionados en función de la bobina de tendido. El dispositivo de frenado será reversible y podrá actuar como cabrestante en caso de necesidad.

Para el guiado del cable se emplearán cables piloto de tipo flexible, serán antigiratorios y sus elementos de conexión serán giratorios para compensar la torsión producida.

La unión del cable y del cable piloto se realizará por medio de cabezal de tiro y manguito giratorio.

Se podrá recubrir el cable con grasa lubricante con el fin de favorecer el deslizamiento del mismo en el interior de los tubos y así reducir el esfuerzo de tracción. En ningún caso se utilizará grasa que pueda dañar la cubierta del cable.

El tendido se hará obligatoriamente a través de rodillos que puedan girar libremente, y contruidos de forma que no dañen el cable. La superficie de los rodillos será lisa, libre de rebabas o cualquier deformación que pudiera dañar el cable.

Los rodillos se montarán sobre rodamientos convenientemente lubricados, para lo que se dispondrán los equipos de engrase convenientes.

El diámetro del rodillo será, como mínimo, de 2/3 partes el diámetro del conductor.

Los rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

El diseño de los rodillos evitará en todo momento el rozamiento de las armaduras o cualquier otro elemento con el cable, impidiendo el deterioro de la cubierta del mismo. El descarrilamiento se impedirá por medio de protecciones dispuestas a tal efecto.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. La cifra mínima recomendada es de un rodillo recto cada 5 *m* y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollando cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable. El frenado del cable estará sincronizado con el tiro del mismo. Si se deja de tirar del cable sin frenar, la inercia de giro de la bobina alrededor de su eje permitirá que se siga desenrollando el cable, lo que puede producir malformaciones ante un esfuerzo de flexión.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o exponiéndolos a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

Por sus características constructivas, los cables no se someterán a esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos podrían mermar las propiedades mecánicas o eléctricas del cable e incluso inutilizarlo por completo.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 100 *mm* de arena fina y la placa de protección de polietileno normalizada.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Se asegurará la estanqueidad en los extremos de la zanja, zonas de empalme y terminales, así como del extremo de cable que haya quedado en la bobina.

Con el cable tendido, se sellarán las bocas de los tubos para impedir la entrada de gases, agua o roedores con espuma de poliuretano sin que ésta entre en contacto con la cubierta del cable.

Cuando dos extremos de cable tendidos vayan a ser empalmados, la cubierta puede desplazarse con respecto al resto del cable debido a los esfuerzos de tracción. Por este motivo, cuando dos cables se vayan a empalmar, se solaparán al menos 2,5 *m* salvo longitud específica dada por el fabricante.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización, asegurándola con hormigón en el tramo afectado.

Nunca se pasará más de un cable por un mismo tubo salvo instrucciones de dirección de obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

En instalaciones bajo tubo, se tendrá especial cuidado en la boca del tubo para no producir ralladuras en la cubierta del cable. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo o, en su defecto, se utilizarán boquillas protectoras.

### 7.5.6 *Hormigonado*

El hormigonado se realizarán conforme al artículo 52º “Elementos estructurales de hormigón en masa” de la norma EHE-08, empleándose un hormigón HM-15/B/20. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) no estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de  $15 N/mm^2$  según la EHE-08. La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a las clases general y específica de exposición, se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

**Cemento** La resistencia del cemento no será inferior a  $150 kp/cm^2$  y se ajustará a lo establecido en el artículo 26º de la EHE-08.

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el artículo 27º la EHE-08.

**Áridos** La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como

consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso cumplirán las condiciones del artículo 28° de la EHE-08.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el artículo 28° de la EHE-08.

Composición Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que estime oportunos el contratista respetando siempre: 1. La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será de  $150 \text{ kg/m}^3$ .

2. La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de  $400 \text{ kg/m}^3$ .

Para establecer la dosificación, el contratista deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorios tal y como especifica el anejo 22 de la EHE-08, con el objeto de que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que le exige el artículo 31° de la EHE-08.

La fabricación del hormigón se ajustará a lo establecido en el artículo 71 de la EHE-08.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

No se hormigonará a temperaturas superiores a  $40^\circ\text{C}$ .

El hormigón a emplear, tendrá una resistencia característica  $F_{ck}$  mínima de  $150 \text{ kg/cm}^2$ .

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s. El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 86° de la EHE-08.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado según lo establecido en el Art. 71° de la EHE-08.

### **7.5.7 Protección mecánica**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas.

En instalaciones enterradas bajo tubo, el tubo actuará como protección mecánica.

Para ello se colocará una placa de polietileno de alta densidad o polipropileno.

Los elementos de protección tendrán una adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 *N* y un impacto de energía de 40 *J*.

### **7.5.8 Señalización**

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención colocada a una distancia mínima de 150 *mm* del suelo y a una distancia mínima de 300 *mm* de la parte superior del cable. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

### **7.5.9 Cierre de zanjas**

Para efectuar el cierre de zanjas, se rellenarán estas con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 *cm*, empleando un rodillo vibratorio compactador manual hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95 % del Proctor Modificado (P.M.).

En el caso de canalización bajo tubo sin hormigonar, las dos primeras tongadas se pasarán con el rodillo sin vibrar, vibrándose el resto.

Se procurará que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección (tubos o placas de polietileno) estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

Todas las zanjas llevarán hitos de señalización en superficie a lo largo de su recorrido para que se pueda identificar fácilmente la posición de las mismas, así como las líneas que componen el recorrido específico.

Capítulo 8

# Presupuesto Memoria

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO CAPÍTULO 1 Obra Civil</b>									
O01	ha Desbroce Desbroce de parcela, limpieza de la misma eliminando los restos vegetales y adecuación de terreno								
DC1	m					<b>Canalización</b>	22,76	2.720,00	61.907,20
	Canalizaciones de baja tensión de 1300 mm de profundidad y 1000 mm de ancho, con lecho de arena								
DC2	m					<b>Canalización</b>	56,00	6,30	352,80
	Canalizaciones de baja tensión de 900 mm de profundidad y 500 mm de ancho, con lecho de arena								
DC3	m					<b>Canalización</b>	112,00	4,70	526,40
	Canalizaciones de baja tensión de 1500 mm de profundidad y 1000 mm de ancho, con lecho de arena								
DC4	m					<b>Canalización</b>	196,00	7,10	1.391,60
	Canalizaciones de baja tensión de 900 mm de profundidad y 1000 mm de ancho, con lecho de arena								
DC5	m					<b>Canalización</b>	84,00	5,60	470,40
	Canalizaciones de baja tensión de 1100 mm de profundidad y 800 mm de ancho, con lecho de arena								
DC6	m					<b>Canalización</b>	56,00	5,80	324,80
	Canalizaciones de baja tensión de 1700 mm de profundidad y 1000 mm de ancho, con lecho de arena								
DC7	m					<b>Canalización</b>	70,00	7,80	546,00
	Canalizaciones de baja tensión de 1300 mm de profundidad y 800 mm de ancho, con lecho de arena								
DC8	m					<b>Canalización</b>	14,00	6,10	85,40
	Canalizaciones de baja tensión de 1200 mm de profundidad y 1200 mm de ancho, con lecho de arena, con tubo de 200 mm diámetro rojo								
DC9	m					<b>Canalización</b>	200,00	14,20	2.840,00
	Canalizaciones de baja tensión de 1700 mm de profundidad y 950 mm de ancho, con lecho de arena, con tubo de 200mm diámetro rojo								
O02	m3					<b>Fosos</b>	220,00	12,80	2.816,00
	Preparación de fosos, encofrado y hormigonado de zapata para colocación de edificio compacto de inversores y centro de transformación. Hormigón vibrado de calidad H250.								
O03	m					<b>Camino</b>	1,00	1.800,00	1.800,00



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Metro lineal de adecuación de camino desde puerta de entrada hasta centro de inversores y centro de transformación mediante la aplicación de extendido de zahorras, regado y compactado.								
O04	m					Vallado	556,00	24,00	13.344,00
	Realización de vallado perimetral mediante vallado galvanizado de simple torsión, sustentado con postes metálicos galvanizados cada 4 mts. Colocación de puerta de acceso a planta solar, de 6 mts de ancho y compuesta de dos hojas, realizada con perfil metálico galvanizado.						1.660,00	8,50	14.110,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 1 Obra Civil.....</b>								<b>100.514,60</b>
M01	<b>CAPÍTULO CAPÍTULO 2 Paneles Fotovoltaicos</b> u Paneles								
	Módulos solares que conforman el campo fotovoltaico, de 315Wp de potencia.						16.560,00	150,00	2.484.000,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 2 Paneles Fotovoltaicos.....</b>								<b>2.484.000,00</b>
I01	<b>CAPÍTULO CAPÍTULO 3 Inversores y CT</b> u Edificio inversores								
	Edificio compacto de inversores, centro de transformación. Edificio PV station 2314kW cada inversor del fabricante Ingeteam modelo dual B series, que incluye los siguientes componentes principales.						1,00	226.500,00	226.500,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 3 Inversores y CT.....</b>								<b>226.500,00</b>
E01	<b>CAPÍTULO CAPÍTULO 4 Estructuras de soporte</b> u Estructuras								
	Estructura metálica de sujeción de módulos solares realizada en acero galvanizado en caliente según normativa, montada sobre pilares hincados en el terreno. Inclinación de la estructura de 30 grados.						284,00	781,24	221.872,16
	<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 4 Estructuras de soporte .....</b>								<b>221.872,16</b>
C01	<b>CAPÍTULO CAPÍTULO 5 Cuadros de Protección</b> Cuadro de conexiones								
	Cuadro de conexiones y seccionamiento de corriente continua denominado string box, con grado de protección IP65, incluyendo seccionador de corte en carga, fusibles de seccionamiento de 15A y protector de sobretensión. Componentes certificados para tensiones de trabajo de 1500 VCC.						23,00	1.172,00	26.956,00
C02	<b>Cuadro de protecciones continua</b>								
	Cuadro de protección seccionamiento de corriente continua, con grado de protección IP65, incluyendo seccionador de corte en carga, fusibles de 250A y seccionador de manivela 1600A.						1,00	1.305,00	1.305,00
C03	<b>Cuadro de protecciones alterna</b>								
	Cuadro de protección seccionamiento de corriente alterna, con grado de protección IP65, incluyendo seccionador de corte en carga, fusibles de 250A y seccionador de manivela 1600A.						1,00	1.407,50	1.407,50
	<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 5 Cuadros de Protección .....</b>								<b>29.668,50</b>



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Suministro y montaje de conductor de cobre de S=35mm <sup>2</sup> , para realizar equipotencial de la estructura metálica y su conexión con las picas de puesta a tierra. Incluido pequeño material de conexión.						224,00	7,84	1.756,16
T05	<b>u Suministro y colocación interruptores</b> Suministro y colocación de interruptores de conexión y verificación de tierras de edificio de inversores, totalmente colocada y conexionada						1,00	1.144,00	1.144,00
<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 8 Distribución de tierras .....</b>									<b>14.422,36</b>
<b>CAPÍTULO CAPÍTULO 9 Seguridad y salud</b>									
S01	<b>u Medidas preventivas</b> Ejecución material de las medidas preventivas que se deben aportar, con el fin de eliminar o disminuir los riesgos existentes, y con ellos los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, durante la ejecución de los trabajos de instalación						1,00	9.162,00	9.162,00
<b>TOTAL CAPÍTULO CAPÍTULO 9 Seguridad y salud.....</b>									<b>9.162,00</b>
<b>TOTAL .....</b>									<b>3.194.041,22</b>



# PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPAÑÍA

## 9.1 MEMORIA

### *9.1.1 Titular*

Este Centro es propiedad de Salvador Gisbert Rivas.

### *9.1.2 Emplazamiento*

El Centro se halla ubicado en Mula y sus coordenadas geográficas son: latitud de 37°59'59.0"N y longitud 1°27'31.8"W.

### *9.1.3 Presupuesto Total*

**Presupuesto Total: 46.585,00 €**

### *9.1.4 Objeto del Proyecto*

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

### 9.1.5 Reglamentación y Disposiciones Oficiales

#### Normas generales

- **Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados. **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- Normas **UNE / IEC**.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

- **Ley 21/1992** de 16 de julio, de Industria.
- **Real Decreto 2819/1998**
- **Ley 31/95** de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 54/2003** de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

Normas particulares para la Comunidad Autónoma de Murcia:

- **Orden de 8 de marzo de 1996**, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de Alta Tensión (BORM núm. 65, de 18 de marzo de 1996).
- **Orden de 19 de junio de 1996**, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, por la que se modifica la Orden de 8 de marzo de 1996, de la misma Consejería, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión (BORM núm. 153, de 3 de julio de 1996).
- **Resolución de 16 de septiembre de 1996**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, estableciendo los criterios de interpretación de la Orden de 8 de marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo.
- **Orden de 25 de abril de 2001**, de la Consejería de Tecnología, Industria, Trabajo y Turismo, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 *kV*.
- **Resolución de 5 de julio de 2001**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001, sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 *kV*.
- **Orden de 9 de septiembre de 2002** de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en al tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas.
- **Resolución de 4 de noviembre de 2002**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas.
- **Decreto 20/2003**, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia.
- **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

-Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202**  
Centros de Transformación prefabricados.

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparatación eléctrica:

- **CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1**  
Estipulaciones comunes para las normas de aparatación de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200**  
Aparatación bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 *kV* e inferiores o iguales a 52 *kV*.
- **CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102**  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103**  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 *kV* e inferiores a 52 *kV*.
- **CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105**  
Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- **CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X**  
Relés eléctricos.
- **UNE-EN 60801-2**  
Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

## 9.2 Titular

Este Centro es propiedad de Salvador Gisbert Rivas.



### 9.3 Emplazamiento

El Centro se halla ubicado en Mula y sus coordenadas geográficas son: 38.000417, -1.458568.

### 9.4 Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 *kV* y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

### 9.5 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 20000 *V*, con una potencia máxima simultánea de 5200 *kW*.

### 9.6 Descripción de la instalación

La energía eléctrica producida en cada uno de los inversores será en baja tensión, a un nivel de 0,45 *KV*, mientras que la red de distribución de la zona, a la cual se entregará, es en media tensión; esta es la razón por la cual será necesario la creación de una instalación de transformación de la energía producida en la planta solar para su adecuación a la tensión de entrega de 20 *kV* indicada por la compañía.

De esta forma, la instalación de 5,2 *MW*, contará con un centro de transformación, cumpliendo en su totalidad con la normativa vigente.

El centro de transformación estará integrado en el mismo edificio llamado (Power station) que alberga los inversores, siendo una solución compacta suministrada por el propio fabricante del inversor. Dicho edificio Power station se instala al intemperie.

El Power station cuenta con los tres inversores y el transformador de aceite. Dicho edificio estará ubicado en la planta de tal forma que las caídas de tensión sean las mínimas.

### 9.6.1 Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

### 9.6.2 Instalación Eléctrica

#### Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **cgmcosmos**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5°C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 *m* sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

#### - Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 *kV*.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 *mm*<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 *h* de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

#### -Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 *m* de columna de agua durante 24 *h*.

Grados de Protección :

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas cgmcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda cerrar el seccionador de puesta a tierra si la tapa frontal no está cerrada.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal	24 <i>kV</i>
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 <i>kV</i>
a la distancia de seccionamiento	60 <i>kV</i>
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 <i>kV</i>
a la distancia de seccionamiento	145 <i>kV</i>

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### **Características Descriptivas de la Aparamenta MT**

Entrada / Salida 1: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-1 de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de

puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

## - Características físicas:

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 Kg

## - Otras características constructivas :

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

Entrada / Salida 2: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-1 de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.

## - Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA

## Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA

## Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

## - Características físicas:

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 Kg

## - Otras características constructivas :

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

Entrada / Salida 3: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-1 de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 <i>kV</i>
Intensidad asignada:	630 <i>A</i>
Intensidad de corta duración (1 <i>s</i> ), eficaz:	16 <i>kA</i>
Intensidad de corta duración (1 <i>s</i> ), cresta:	40 <i>kA</i>

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 <i>min</i> ) a tierra y entre fases:	50 <i>kV</i>
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 <i>kV</i>
Capacidad de cierre (cresta):	40 <i>kA</i>

Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa:	630 <i>A</i>
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	365 <i>mm</i>
Fondo:	735 <i>mm</i>
Alto:	1740 <i>mm</i>
Peso:	95 <i>Kg</i>

- Otras características constructivas :

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

Trasformador de tensión para alimentación auxiliar: **cgmcosmos-a**

Función de alimentación de servicios auxiliares.

Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.

Tensión asignada:	24 <i>kV</i>
<b>Corriente asignada</b>	
Interconexión general de embarrado y celdas:	400/630 <i>A</i>
Bajante de transformador	200 <i>A</i>
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a (1 min)</b>	
A través de la distancia de seccionamiento	60 <i>kA</i>
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>	
Entre fases y tierra	50 <i>kA</i>
A través de la distancia de seccionamiento	145 <i>kV</i>

- Características físicas:

Ancho:	470 <i>mm</i>
Fondo:	735 <i>mm</i>
Alto:	1300 <i>mm</i>
Peso:	150 <i>Kg</i>

### **Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión**

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la apartamenta.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Seccionamiento: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

### 9.6.3 Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### 9.6.4 Unidades de protección, automatismo y control

Unidad de Control Integrado: **ekor.rci**

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local. Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Características

Funciones de Detección

- Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
- Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A
- Asociado a la presencia de tensión
- Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
- Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa ó Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A

Presencia / Ausencia de Tensión

- Acoplo capacitivo (pasatapas)
- Medición en todas las fases L1, L2, L3
- Tensión de la propia línea (no de BT)

Paso de Falta / Seccionalizador Automático Intensidades Capacitivas y Magnetizantes Control del Interruptor

- Estado interruptor-seccionador
- Maniobra interruptor-seccionador



- Estado seccionador de puesta a tierra
- Error de interruptor

Detección Direccional de Neutro

- Otras características:

Ith/Idin =	20 kA /50 kA
Temperatura =	-10 °C a 60 °C
Frecuencia =	50 Hz; 60 Hz
Comunicaciones:	Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME
Ensayos:	- De aislamiento según 60255-5 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011 -Climáticos según CEI 60068-2-X -Mecánicos según CEI 60255-21-X -De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekoRCCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

### 9.6.5 Puesta a tierra

#### Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

#### Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

### **9.6.6 Instalaciones secundarias**

#### - Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

#### - Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la apararmenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la apararmenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

## Capítulo 10

# Cálculos

### 10.1 Intensidad de Media Tensión

Al no incluirse transformadores en este Centro, la intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 400 A.

### 10.2 Intensidad de Baja Tensión

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

### 10.3 Cortocircuitos

#### 10.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### 10.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_p} \quad (10.1)$$

donde :

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
 $U_p$  tensión de servicio [kV]  
 $I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

### ***10.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión***

Utilizando la expresión 10.1, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

### ***10.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión***

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

## **10.4 Dimensionado del embarrado**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### ***10.4.1 Comprobación por densidad de corriente***

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### ***10.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica***

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 10.1 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

### 10.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparataje por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$$

## 10.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en BT.

## 10.6 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

### 10.6.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en  $150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$ .

### 10.6.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un

tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### 10.6.3 *Diseño preliminar de la instalación de tierra*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 10.6.4 *Cálculo de la resistencia del sistema de tierra*

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:  $V_{bt} = 10000 \text{ V}$  Características del terreno:  
Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$  Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \times R_t \leq V_{bt} \quad (10.2)$$

donde:

- $I_d$  = intensidad de falta a tierra [ $A$ ]
- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $Ohm$ ]
- $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión [ $V$ ]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (10.3)$$

donde:

- $I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra [ $A$ ]
- $I_d$  = intensidad de falta a tierra [ $A$ ]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (10.4)$$

donde:

- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $R_o$  = resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $K_r$  = coeficiente del electrodo

- Centro de Seccionamiento

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	30-30/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	3.0x3.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 m

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,11$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0258$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0563$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \times R_o \quad (10.5)$$

donde:

- $K_r$  = coeficiente del electrodo
- $R_o$  = resistividad del terreno en [ $Ohm \cdot m$ ]
- $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $Ohm$ ]

por lo que para el Centro de Seccionamiento:

$$K'_t = 16,5 \text{ } Ohm$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (15.5):

$$I'_d = 500 \text{ } A$$

### 10.6.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas. La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \times I'_d \quad (10.6)$$

donde:

- $R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [ $Ohm$ ]
- $I'_d$  intensidad de defecto [ $A$ ]
- $V'_d$  tensión de defecto [ $V$ ]



por lo que, en el Centro de Seccionamiento:

$$V'_d = 8250 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \times R_o \times I'_d \quad (10.7)$$

donde:

- $K_c$  coeficiente
- $R_o$  resistividad del terreno en  $[Ohm \cdot m]$
- $I'_d$  intensidad de defecto  $[A]$
- $V'_c$  tensión de paso en el acceso  $[V]$

por lo que tendremos en el Centro de Seccionamiento:

$$V'_c = 4222,5 \text{ V}$$

### 10.6.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

$$V'_p = K_p \times R_o \times I'_d \quad (10.8)$$

donde:

- $K_p$  coeficiente
- $R_o$  resistividad del terreno en  $[Ohm \cdot m]$
- $I'_d$  intensidad de defecto  $[A]$
- $V'_p$  tensión de paso en el exterior  $[V]$

### ***10.6.7 Investigación de las tensiones transferibles al exterior***

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

### ***10.6.8 Corrección y ajuste del diseño inicial***

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de  $K_r$  inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

**El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas**

# Pliego de condiciones

## 11.1 Calidad de los materiales

### *11.1.1 Obra civil*

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### *11.1.2 Aparamenta de Media Tensión*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:** El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- **Corte:** Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad in situ del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

### **11.1.3 Transformadores de potencia**

Se plantean dos edificios en este proyecto, uno el llamado Centro de Seccionamiento, que pertenece a la compañía Eléctrica, y otro el llamado Centro de Transformación, que pertenece al cliente o abonado en MT.

El Centro de Seccionamiento no emplea ningún transformador.

En esta instalación no se emplean transformadores de potencia.

### **11.1.4 Equipos de medida**

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

## 11.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

## 11.3 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

## 11.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

## 11.5 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

## 11.6 Libro de órdenes

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

**El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas**

## Capítulo 12

# Presupuesto

### 12.1 Presupuesto Unitario

#### 12.1.1 *Obra Civil*

Edificio de Seccionamiento:

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo cms.15, de dimensiones generales aproximadas 2520 *mm* de largo por 2620 *mm* de fondo por 2620 *mm* de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.

Se incluyen el montaje y conexión. **13.825,00 €**

#### 12.1.2 *Equipo de MT*

1 Entrada / Salida 1: **cgmcosmos-1**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$

$I_n = 630 \text{ A}$

$I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$

Dimensiones: 365 *mm* / 735 *mm* / 1740 *mm*

Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **7.212,50 €**

1 Entrada / Salida 2: **cgmcosmos-1**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 630 \text{ A}$   
 $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$   
Dimensiones:  $365 \text{ mm} / 735 \text{ mm} / 1740 \text{ mm}$   
Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **7.212,50 €**

### 1 Entrada / Salida 3: **cgmcosmos-1**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 630 \text{ A}$   
 $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$   
Dimensiones:  $365 \text{ mm} / 735 \text{ mm} / 1740 \text{ mm}$   
Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **7.212,50 €**

### 1 Celda alimentación de servicios auxiliares **cgmcosmos-a**

Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores, con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 630 \text{ A}$   
Dimensiones:  $450 \text{ mm} / 735 \text{ mm} / 1740 \text{ mm}$   
Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **8.312,50 €**

Total importe aparamenta de MT **29.950 €**

## Sistema de Puesta a Tierra

### - Instalaciones de Tierras Exteriores

#### 1 Tierras Exteriores Prot Seccionamiento: Anillo rectangular

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.



El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 *mm* de diámetro.

Características:

· Geometría: Anillo rectangular · Profundidad: 0,8 *m* · Número de picas: cuatro · Longitud de picas: 2 *m* · Dimensiones del rectángulo: 2.0x2.0 *m*

Geometría: Anillo rectangular

Profundidad: 0,8 *m*

Número de picas: cuatro

Longitud de picas: 2 metros

Dimensiones del rectángulo:

2.0x2.0 *m*

**1.285,00 €**

#### **- Instalaciones de Tierras Interiores**

##### **1 Tierras Interiores Prot Seccionamiento: Instalación interior tierras**

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 *mm*<sup>2</sup>, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.

**925,00 €**

**Total importe sistema de tierras 2.210,00 €**

#### **12.1.3 Varios**

- Equipos de Iluminación en el edificio de seccionamiento

Iluminación Edificio de Seccionamiento: **Equipo de iluminación**

Equipo de iluminación compuesto de:

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

**400,00 €**

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de seccionamiento

**1 Maniobra de Seccionamiento: Equipo de seguridad y maniobra**

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

Par de guantes aislantes	
Una palanca de accionamiento	<b>200,00 €</b>

**12.2 Presupuesto total**

<b>Total importe obra civil</b>	<b>13.825,00 €</b>
<b>Total importe apartamentada de MT</b>	<b>29.950,00 €</b>
<b>Total importe sistema de tierras</b>	<b>2.210,00 €</b>
<b>Total importe de varios</b>	<b>600,00 €</b>
<b>Neto del presupuesto completo</b>	<b>46.585,00 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>46.585,00€</b>

El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas

# Estudio básico de seguridad

### 13.1 Objeto

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

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

### 13.2 Características de la obra

#### Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

### **13.2.1 Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

### **13.2.2 Suministro de agua potable**

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

### **13.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos**

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

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

### **13.2.4 Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que, si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

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

## **13.3 Memoria**

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

### **13.3.1 Obra civil**

#### **Movimiento de tierras y cimentaciones**

##### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.

- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

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

## **Estructura**

a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

**Cerramientos**

a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas de prevención

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

## Albañilería

### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

### b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### 13.3.2 Montaje

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

#### Colocación de soportes y embarrados

### a) Riesgos más frecuentes

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

### b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.

- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **Montaje de Celdas Prefabricadas o aparatación, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.**

#### a) Riesgos más frecuentes

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

#### b) Medidas de prevención

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

### **Operaciones de puesta en tensión**

#### a) Riesgos más frecuentes

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



- Elementos candentes.

#### b) Medidas de prevención

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

## 13.4 Aspectos generales

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

### 13.4.1 Botiquín de obra

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

## 13.5 Normativa aplicable

### 13.5.1 Normas oficiales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

**El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas**

# PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CLIENTE

## 14.1 MEMORIA

### *14.1.1 Titular*

Este Centro es propiedad de Salvador Gisbert Rivas.

### *14.1.2 Emplazamiento*

El Centro se halla ubicado en Mula y sus coordenadas geográficas son: latitud de 37°59'59.0"N y longitud 1°27'31.8"W.

### *14.1.3 Presupuesto Total*

**Presupuesto Total: 39.128,5 €**

## 14.2 Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

### 14.2.1 Reglamentación y Disposiciones Oficiales

#### Normas generales

- **Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados. **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- Normas **UNE / IEC**.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

- **Ley 21/1992** de 16 de julio, de Industria.
- **Real Decreto 2819/1998**
- **Ley 31/95** de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 54/2003** de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

Normas particulares para la Comunidad Autónoma de Murcia:

- **Orden de 8 de marzo de 1996**, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de Alta Tensión (BORM núm. 65, de 18 de marzo de 1996.
- **Orden de 19 de junio de 1996**, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, por la que se modifica la Orden de 8 de marzo de 1996, de la misma Consejería, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión (BORM núm. 153, de 3 de julio de 1996.
- **Resolución de 16 de septiembre de 1996**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, estableciendo los criterios de interpretación de la Orden de 8 de marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo.
- **Orden de 25 de abril de 2001**, de la Consejería de Tecnología, Industria, Trabajo y Turismo, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 *kV*.
- **Resolución de 5 de julio de 2001**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001, sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 *kV*.
- **Orden de 9 de septiembre de 2002** de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en al tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas.
- **Resolución de 4 de noviembre de 2002**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas.
- **Decreto 20/2003**, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia.
- **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

-Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202**  
Centros de Transformación prefabricados.

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparata eléctrica:

- **CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1** Estipulaciones comunes para las normas de aparata de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X** Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200** Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 *kV* e inferiores o iguales a 52 *kV*.
- **CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102** Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103**  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 *kV* e inferiores a 52 *kV*.
- **CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105**  
Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- **CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X**  
Relés eléctricos.
- **UNE-EN 60801-2**  
Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

### 14.3 Resumen de Características

### 14.4 Titular

Este Centro es propiedad de Salvador Gisbert Rivas.

### 14.5 Emplazamiento

El Centro se halla ubicado en Mula y sus coordenadas geográficas son: 38.000417, -1.458568.

## 14.6 Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 *kV* y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

**cgmcosmos:** : Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## 14.7 Programa de necesidades y potencia instalada en *kVA*

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 20000 V, con una potencia máxima simultánea de 5200 *kW*.

## 14.8 Descripción de la instalación

### 14.8.1 *Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental*

### 14.8.2 *Obra Civil*

En este proyecto el Centro de Transformación se encuentra dividido en dos edificios: uno destinado a albergar la aparamenta de la compañía suministradora, y otro que contendrá la aparamenta del cliente, los transformadores y elementos para distribución en BT.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

## 14.9 Instalación Eléctrica

### 14.9.1 *Características de la Red de Alimentación*

Las sección normalizada del conductor a utilizar será de 3x1x240 *mm*<sup>2</sup>

### 14.9.2 Características de la Aparamenta Empleados en la Instalación

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **cgmcosmos**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5°C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

#### - Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

#### - Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 500
  - cuba: IK 09 según EN 5010



- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal	24 <i>kV</i>
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 <i>min</i> )	
a tierra y entre fases	50 <i>kV</i>
a la distancia de seccionamiento	60 <i>kV</i>
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 <i>kV</i>
a la distancia de seccionamiento	145 <i>kV</i>

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### Características Descriptivas de la Aparamenta MT

Remonte a Protección General: **cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador**

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 <i>kV</i>
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho: 365 mm  
Fondo: 1740 mm  
Alto: 735 mm  
Peso: 95 Kg

Remonte Cliente: **cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador** Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL** , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA

Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA

Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho: 365 mm  
Fondo: 735 mm  
Alto: 1740 mm  
Peso: 95 Kg

Protección General: **cgmcosmos-egd(tt)** Función de transformador de tensión (conteo y protección) Celda modular **cgmcosmos-egd (tt)**, NF C 13-100, medida de función de la tensión del juego de barras y mecanismo entrenamiento manual tipo B. características:

La celda **cgmcosmos-egd(tt)** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante

bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas

Tensión nominal	24 <i>kV</i>
Intensidad asignada en el embarrado:	400 <i>A</i>
Intensidad asignada en la derivación:	200 <i>A</i>
Intensidad fusibles:	3 x 160 <i>A</i>
Intensidad de corta duración (1 <i>s</i> ), eficaz:	16 <i>kA</i>
Intensidad de corta duración (1 <i>s</i> ), cresta:	40 <i>kA</i>
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 <i>min</i> ) a tierra y entre fases:	50 <i>kA</i>
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 <i>kA</i>
Capacidad de cierre (cresta):	40 <i>kA</i>
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 <i>A</i>
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	470 <i>mm</i>
Fondo:	750 <i>mm</i>
Alto:	1800 <i>mm</i>
Peso:	245 <i>Kg</i>

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles: manual tipo BR  
Combinación interruptor-fusibles: combinados: combinados

Medida: **cgmcosmos.3-v**

Celda modular de protección mediante interruptor automático, equipado con un interruptor automático de corte en vacío en serie con un interruptor-seccionador de tres posiciones.

- Características eléctricas

Tensión nominal	24 <i>kV</i>
Intensidad asignada en el embarrado:	400 <i>A</i>
Intensidad asignada en la derivación:	200 <i>A</i>
Intensidad fusibles:	3 x 160 <i>A</i>
Intensidad de corta duración (1 <i>s</i> ), eficaz:	16 <i>kA</i>
Intensidad de corta duración (1 <i>s</i> ), cresta:	40 <i>kA</i>
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 <i>min</i> ) a tierra y entre fases:	50 <i>kA</i>
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 <i>kA</i>
Capacidad de cierre (cresta):	40 <i>kA</i>
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 <i>A</i>
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	600 <i>mm</i>
Fondo:	850 <i>mm</i>
Alto:	1745 <i>mm</i>
Peso:	255 <i>Kg</i>

**Medida: cgmcosmos-m Medida**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-m** de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

## - Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 <i>kV</i>
Clasificación IAC:	AFL

## - Características físicas:

Ancho:	800 <i>mm</i>
Fondo:	1025 <i>mm</i>
Alto:	1740 <i>mm</i>
Peso:	165 <i>Kg</i>

## - Otras características constructivas:

Transformadores de medida:	3 TT y 3 TI
----------------------------	-------------

De aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

## Transformadores de tensión

Relación de transformación:	22000/V3-110/V3 V
-----------------------------	-------------------

Sobretensión admisible en permanencia:	1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas Medida
--	--

Potencia:	25 <i>kV</i>
-----------	--------------

Clase de precisión: 0,5

Transformadores de intensidad

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 kV

Clase de precisión: 0,5

Seccionamiento Cliente: **cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador** Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

Tensión nominal 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 630 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kA

Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta): 125 kA

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 Kg

- Otras características constructivas:

Mando interruptor: motorizado tipo BM

Celda Adicional 1: **cgmcosmos-p** Protección fusibles Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-p** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

Tensión nominal 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 3 x 160 A

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 *min*)  
a tierra y entre fases:

50 *kA*

Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta):

125 *kA*

Capacidad de cierre (cresta):

40 *kA*

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:

400 *A*

Clasificación IAC:

AFL

- Características físicas:

Ancho: 470 *mm*  
Fondo: 735 *mm*  
Alto: 1740 *mm*  
Peso: 140 *Kg*

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 *min*)  
a tierra y entre fases:

50 *kA*

Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta):

125 *kA*

Capacidad de cierre (cresta):

40 *kA*

Mando posición con fusibles:

manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles:

combinados

### **Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión**

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparatamenta.



### 14.9.3 Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

### 14.9.4 Puesta a tierra

#### Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

#### Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado

### 14.9.5 Instalaciones secundarias

#### - Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

#### - Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

## Capítulo 15

# Cálculos

### 15.1 Intensidad de Media Tensión

Al no incluirse transformadores en este Centro, la intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 400 A.

### 15.2 Cortocircuitos

#### 15.2.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### 15.2.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_p} \quad (15.1)$$

donde :

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
 $U_p$  tensión de servicio [kV]  
 $I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

### **15.2.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Utilizando la expresión 15.1, en el que la potencia de cortocircuito es de 350  $MVA$  y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 10,1kA$$

## **15.3 Dimensionado del embarrado**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### **15.3.1 Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400  $A$ .

### **15.3.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 15.1 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3kA$$

### **15.3.3 Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1kA$$

## 15.4 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en BT.

## 15.5 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro.

## 15.6 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

### 15.6.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a  $16 \text{ kA}$  no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en  $150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$ .

### 15.6.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

de la red:

- · Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- · Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente).
- Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los  $0,5 \text{ s}$ .

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un

tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### 15.6.3 *Diseño preliminar de la instalación de tierra*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 15.6.4 *Cálculo de la resistencia del sistema de tierra*

- Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10000 \text{ V}$

- Características del terreno:

Resistencia de tierra:  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón :  $R'_o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \times R_t \leq V_{bt} \quad (15.2)$$

donde:

- $I_d$  = intensidad de falta a tierra [A]
- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{tdm} \quad (15.3)$$

donde:

- $I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- $I_d$  = intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (15.4)$$

donde:

- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $R_o$  = resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $K_r$  = coeficiente del electrodo

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \times R_o \quad (15.5)$$

donde:

- $K_r$  = coeficiente del electrodo
- $R_o$  = resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

### 15.6.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \times I'_d \quad (15.6)$$

donde:

- $R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $I'_d$  intensidad de defecto [A]
- $V'_d$  tensión de defecto [V]

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \times R_o \times I'_d \quad (15.7)$$

donde:

- $K_c$  coeficiente
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $I'_d$  intensidad de defecto [A]
- $V'_c$  tensión de paso en el acceso [V]



### 15.6.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \times R_o \times I'_d \quad (15.8)$$

donde:

- $K_p$  coeficiente
- $R_o$  resistividad del terreno en  $[Ohm \cdot m]$
- $I'_d$  intensidad de defecto  $[A]$
- $V'_p$  tensión de paso en el exterior  $[V]$

### 15.6.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

### 15.6.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

### 15.6.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

**El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas**



# Pliego de condiciones

## 16.1 Calidad de los materiales

### 16.1.1 *Obra civil*

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### 16.1.2 *Aparamenta de Media Tensión*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:** El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- **Corte:** Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad “in situ” del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad “in situ” del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

### **16.1.3 Transformadores de potencia**

Se plantean dos edificios en este proyecto, uno el llamado Centro de Seccionamiento, que pertenece a la compañía Eléctrica, y otro el llamado Centro de Transformación, que pertenece al cliente o abonado en MT.

El Centro de Seccionamiento no emplea ningún transformador.

En esta instalación no se emplean transformadores de potencia.

### **16.1.4 Equipos de medida**

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

## 16.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

## 16.3 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

## 16.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

## 16.5 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

## 16.6 Libro de órdenes

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

**El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas**

## Capítulo 17

# Presupuesto

### 17.1 Presupuesto Unitario

#### 17.1.1 *Obra civil*

Edificio de Seccionamiento:

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu, de dimensiones generales aproximadas 4280 *mm* de largo por 2200 *mm* de fondo por 2355 *mm* de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.

Se incluyen el montaje y conexión. **7.500,00 €**

#### 17.1.2 *Equipo de MT*

1 Entrada / Salida 1: **cgmcosmos-1**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$

$I_n = 630 \text{ A}$

$I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$

Dimensiones: 365 *mm* / 735 *mm* / 1740 *mm*

Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **3.762,50 €**

**1 Entrada / Salida 2: cgmcosmos-1**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 630 \text{ A}$   
 $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$   
Dimensiones:  $365 \text{ mm} / 735 \text{ mm} / 1740 \text{ mm}$   
Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **3.762,50 €**

**1 Protección general: cgmcosmos-eg(tt)**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 400 \text{ A}$   
 $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$   
Dimensiones:  $470 \text{ mm} / 750 \text{ mm} / 1800 \text{ mm}$   
Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión. **3.500,00 €**

**1 Protección general: cgmcosmos-3V**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 400 \text{ A}$   
 $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$   
Dimensiones:  $470 \text{ mm} / 750 \text{ mm} / 1800 \text{ mm}$   
Mando automático

Se incluyen el montaje y conexión. **4.500,00 €**



**1 Medida: cgmcosmos-m**

Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 Dimensiones:  $800 \text{ mm} / 1025 \text{ mm} / 1740 \text{ mm}$   
 Mando automático

Se incluyen en la celda tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.

Se incluyen el montaje y conexión. **6.150,00 €**

**1 Seccionamiento Cliente: cgmcosmos-l**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

$U_n = 24 \text{ kV}$   
 $I_n = 630 \text{ A}$   
 $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$   
 Dimensiones:  $365 \text{ mm} / 735 \text{ mm} / 1740 \text{ mm}$   
 Mando: motorizado tipo BM

Se incluyen el montaje y conexión. **4.712,50 €**

**17.1.3 Equipo de Potencia**

En esta instalación no se emplean transformadores de potencia.

**17.1.4 Equipo de Baja Tensión**

En esta instalación no se emplea ningún elemento de salida en la parte de BT.

**1 Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida**

Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.

**2.831,00 €**

**Sistema de Puesta a Tierra****- Instalaciones de Tierras Exteriores****1 Tierras Exteriores Prot Seccionamiento: Anillo rectangular**

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexiónada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 *mm* de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,8 *m*
- Número de picas: 4
- Longitud de picas: 2 *m*
- Dimensiones del rectángulo: 2.0x2.0 *m*

**1.285,00 €**

#### **- Instalaciones de Tierras Interiores**

##### **1 Tierras Interiores Prot Seccionamiento: Instalación interior tierras**

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 *mm*<sup>2</sup>, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.

**925,00 €**

**Total importe sistema de tierras** **2.210,00 €**

#### **17.1.5 Varios**

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de seccionamiento

##### **1 Maniobra de Seccionamiento: Equipo de seguridad y maniobra**

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Par de guantes aislantes
- Una palanca de accionamiento

**200,00 €**

## 17.2 Presupuesto total

Total importe obra civil	7.500,00 €
Total importe aparamenta de MT	26387,00 €
Total importe sistema de tierras	2.210,00 €
Total importe de varios	200,00 €
Neto del presupuesto completo	39.128,5 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>39.128,5 €</b>

El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas



# Estudio básico de seguridad

### 18.1 Objeto

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

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

### 18.2 Características de la obra

#### Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

### **18.2.1 Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

### **18.2.2 Suministro de agua potable**

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

### **18.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos**

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

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

### **18.2.4 Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que, si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

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

## **18.3 Memoria**

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

### **18.3.1 Obra civil**

#### **Movimiento de tierras y cimentaciones**

##### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.

- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

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

## **Estructura**

a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

**Cerramientos**

a) Riesgos más frecuentes

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

b) Medidas de prevención

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



## Albañilería

### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

### b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

## 18.3.2 Montaje

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

### Colocación de soportes y embarrados

#### a) Riesgos más frecuentes

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

#### b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.

- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **Montaje de Celdas Prefabricadas o aparata, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.**

#### a) Riesgos más frecuentes

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

#### b) Medidas de prevención

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

## Operaciones de puesta en tensión

### a) Riesgos más frecuentes

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

### b) Medidas de prevención

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

## 18.4 Aspectos generales

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

### *18.4.1 Botiquín de obra*

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

## 18.5 Normativa aplicable

### *18.5.1 Normas oficiales*

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

**El/la técnico competente, D./D<sup>a</sup>. Salvador Gisbert Rivas**

## Capítulo 19

# Conclusión

Nuestro proyecto está enfocado a la creación de una planta de generación de energía eléctrica, a partir de energía fotovoltaica, con una potencia instalada de  $5,2 \text{ MW}$  y conectada a la línea de media tensión de  $20 \text{ kV}$ .

La ejecución de ésta instalación se debe a que nos encontramos con una energía adaptada a las necesidades actuales, debido a que se trata de una fuente de energía limpia, renovable, no perecedera y silenciosa. Además, los paneles fotovoltaicos tienen una larga vida y resisten a condiciones climáticas adversas.

Por esta razón creemos que la instalación de una planta de energía eléctrica renovable mediante paneles fotovoltaicos, es la mejor opción para crear abastecimiento energético adaptado a la sociedad en la que nos enmarcamos. Siendo una gran alternativa a la generación de electricidad tradicional, ya que, mediante esta planta fotovoltaica protegemos el medio ambiente, ya que no influye en el cambio climático.



## Capítulo 20

# Bibliografía

- REBT Reglamento Electrotécnico de baja tensión
- IDE
- <https://www.ingeconsuntraining.info>.
- <http://esasolar.com>.
- <https://autosolar.es>.
- <http://www.industriaelectrica.info/electricidad/parque-generator-actual>.
- <https://www.topcable.com/es/>.
- <https://re.jrc.ec.europa.eu>.
- <https://www.pvsyst.com/>.
- [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-1793](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-1793).
- <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/>.





# Apéndice



Apéndice A

# Potencia instalada y de cálculo en la instalación

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB01-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB02-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB03-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB04-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB05-24	226800	1102,5	205,71



<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB06-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB07-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB08-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB01-24	226800	1102,5	205,71

Potencia Instalada y de cálculo en la instalación				
ID.	CONCEPTO	Pot. Cálculo TOTAL (W)	Tensión (V)	lb
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB02-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB03-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB04-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB05-24	226800	1102,5	205,71



<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB06-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB07-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB08-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB01-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB02-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB03-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB04-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB05-24	226800	1102,5	205,71



<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB06-24	226800	1102,5	205,71

<b>Potencia Instalada y de cálculo en la instalación</b>				
<b>ID.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Pot. Cálculo TOTAL (W)</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>lb</b>
1.1	String 1	9450	1102,5	8,57
S1	Serie	9450	1102,5	8,57
1.2	String 2	9450	1102,5	8,57
S2	Serie	9450	1102,5	8,57
1.3	String 3	9450	1102,5	8,57
S3	Serie	9450	1102,5	8,57
1.4	String 4	9450	1102,5	8,57
S4	Serie	9450	1102,5	8,57
1.5	String 5	9450	1102,5	8,57
S5	Serie	9450	1102,5	8,57
1.6	String 6	9450	1102,5	8,57
S6	Serie	9450	1102,5	8,57
1.7	String 7	9450	1102,5	8,57
S7	Serie	9450	1102,5	8,57
1.8	String 8	9450	1102,5	8,57
S8	Serie	9450	1102,5	8,57
1.9	String 9	9450	1102,5	8,57
S9	Serie	9450	1102,5	8,57
1.10	String 10	9450	1102,5	8,57
S10	Serie	9450	1102,5	8,57
1.11	String 11	9450	1102,5	8,57
S11	Serie	9450	1102,5	8,57
1.12	String 12	9450	1102,5	8,57
S12	Serie	9450	1102,5	8,57
1.13	String 13	9450	1102,5	8,57
S13	Serie	9450	1102,5	8,57
1.14	String 14	9450	1102,5	8,57
S14	Serie	9450	1102,5	8,57
1.15	String 15	9450	1102,5	8,57
S15	Serie	9450	1102,5	8,57
1.16	String 16	9450	1102,5	8,57
S16	Serie	9450	1102,5	8,57
1.17	String 17	9450	1102,5	8,57
S17	Serie	9450	1102,5	8,57
1.18	String 18	9450	1102,5	8,57
S18	Serie	9450	1102,5	8,57
1.19	String 19	9450	1102,5	8,57
S19	Serie	9450	1102,5	8,57
1.20	String 20	9450	1102,5	8,57
S20	Serie	9450	1102,5	8,57
1.21	String 21	9450	1102,5	8,57
S21	Serie	9450	1102,5	8,57
1.22	String 22	9450	1102,5	8,57
S22	Serie	9450	1102,5	8,57
1.23	String 23	9450	1102,5	8,57
S23	Serie	9450	1102,5	8,57
1.24	String 24	9450	1102,5	8,57
S24	Serie	9450	1102,5	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB07-24	226800	1102,5	205,71

Apéndice B

# Cálculo de secciones por Calentamiento

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB01-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB02-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

## Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB03-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB04-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

## Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB05-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71



## Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB06-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB07-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP01.CT01.IN01.SB08-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB01-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB02-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB03-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

## Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB04-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

## Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB05-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71



### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB06-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB07-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP02.CT01.IN02.SB08-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB01-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB02-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB03-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB04-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB05-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71



## Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB06-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)
1.1	String 1	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.2	String 2	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.3	String 3	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.4	String 4	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.5	String 5	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.6	String 6	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.7	String 7	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.8	String 8	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.9	String 9	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.10	String 10	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.11	String 11	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.12	String 12	9450	1	1102,5	57	1	57	8,57
1.13	String 13	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.14	String 14	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.15	String 15	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.16	String 16	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.17	String 17	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.18	String 18	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.19	String 19	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.20	String 20	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.21	String 21	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.22	String 22	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.23	String 23	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
1.24	String 24	9450	1	1102,5	53	0,574	30	8,57
String box	SP03.CT01.IN03.SB07-24	9450	1	1102,5	267	0,82	219	205,71

Apéndice C

# Cálculo de secciones por Caída de tensión

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01.CT01.IN01.SB01-24	150	9450	200	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,07	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01 CT01.IN01.SB02-24	150	9450	170	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante ✓	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01_CT01.IN01_SB03-24	150	9450	150	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01.CT01.IN01.SB04-24	150	9450	100	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante ✓	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01.CT01.IN01.SB05-24	150	9450	200	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,07	0,24



### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01_CT01_IN01_SB06-24	150	9450	170	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01 CT01.IN01 SB07-24	150	9450	150	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP01_CT01_IN01_SB08-24	150	9450	100	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02_CT01.IN02.SB01-24	300	9450	340	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante ✓	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02_CT01_IN02_SB02-24	300	9450	300	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante ✓	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02_CT01.IN02_SB03-24	300	9450	260	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,05	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02 CT01 IN02 SB04-24	300	9450	240	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02_CT01_IN02_SB05-24	300	9450	220	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24



### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02_CT01_IN02_SB06-24	300	9450	190	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02.CT01.IN02.SB07-24	300	9450	160	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,03	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP02 CT01 IN02 SB08-24	300	9450	120	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,02	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante ✓	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03.CT01.N03.SB01-24	300	9450	340	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03.CT01.IN03.SB02-24	300	9450	300	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,06	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante ✓	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03_CT01.IN03.SB03-24	300	9450	260	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,05	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03 CT01 IN03 SB04-24	300	9450	240	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03 CT01 IN03 SB05-24	300	9450	220	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24



### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03.CT01.IN03.SB06-24	300	9450	190	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,04	0,24

### Cálculo de secciones por Caída de tensión

ID.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante √	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
1.1	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.2	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.3	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.4	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.5	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.6	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.7	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.8	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.9	6	9450	10	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,05	0,05
1.10	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.11	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.12	6	9450	30	1102,5	Cu	XLPE	40	57	8,57	0,00392	56	90	41,13	51,72	0,15	0,15
1.13	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.14	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.15	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.16	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.17	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.18	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.19	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.20	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.21	6	9450	20	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,10	0,10
1.22	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.23	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
1.24	6	9450	50	1102,5	Cu	XLPE	25	30	8,57	0,00392	56	90	30,16	53,86	0,24	0,24
SP03_CT01.IN03_SB07-24	300	9450	160	1102,5	Al	XLPE	25	219	205,71	0,00403	35	90	82,38	27,97	0,03	0,24

Apéndice D

## Modulo Fotovoltaico

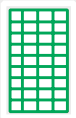
## ADITYA SERIES POLY

WS-290 to WS- 325 (72 Cells - 6")

## FEATURES



-  Superior Module Efficiency as per International Benchmarks
-  Positive Power Tolerance 0 /+ 5W
-  PID Resistant with long term reliability
-  Glass with Anti Reflective Coating Improves light transmission
-  Salt mist, Ammonia and Hail Resistant
-  Sustain Heavy Wind & Snow loads (2400 Pa & 7500 Pa)
-  IP 67 rated MC4 compatible connectors
-  Excellent Performance in low light
-  Sand and Dust Storm Resistant



**500 MW**

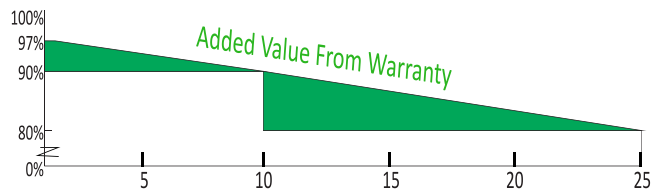
Module Manufacturing Capacity



Over 20 in house tests  
(DH: Damp heat test  
TC: Thermal cycling test  
HF: Humidity freeze test)

**25**  
Years  
Output  
Warranty

10 years Limited Product Warranty \*\*  
25 years Limited Power Output Warranty\*\*:  
-Minimum 90% at the end of 10 years  
-Minimum 80% at the end of 25 years



## INTERNATIONAL & NATIONAL CERTIFICATIONS



ISO 9001:2008 | ISO 14001:2004 | OHSAS 18001:2007  
IEC 61215 | IEC 61730-1&2 | IEC 60068-2-68 | IEC 61701 | IEC 62716

[www.waaree.com](http://www.waaree.com)

### Electrical Characteristics\*

Model	WS-290 / 24V	WS-295 / 24V	WS-300 / 24V	WS-305 / 24V	WS-310 / 24V	WS-315 / 24V	WS-320 / 24V	WS-325 / 24V
Nominal Maximum Power, $P_m$ (W)*	290	295	300	305	310	315	320	325
Power tolerance	0 / + 5 W							
Open Circuit Voltage, $V_{oc}$ (V)*	44.80	44.90	45.00	45.10	45.20	45.25	45.30	45.35
Short Circuit Current, $I_{sc}$ (A)*	8.63	8.77	8.89	9.02	9.14	9.29	9.42	9.55
Voltage at Maximum Power, $V_{mp}$ (V)*	36.30	36.40	36.50	36.60	36.70	36.75	36.80	36.85
Current at Maximum Power, $I_{mp}$ (A)*	7.99	8.11	8.22	8.34	8.45	8.58	8.70	8.82
Maximum System Voltage (V)	1000							
Module Efficiency (%)*	14.94	15.20	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.74
Maximum Series Fuse Rating (A)	15	15	15	15	15	15	15	15
Limiting Reverse Current (A)	15	15	15	15	15	15	15	15

\*Under Standard Test Conditions (STC) of 1000 W/m<sup>2</sup> irradiance, AM 1.5 spectrum and 25°C cell temperature.

### Mechanical Characteristics

Length x Width x Thickness (L x W x T) - mm	1960 x 990 x 42
Mounting Holes Pitch (Y) - mm	1060
Mounting Holes Pitch (X) - mm	942
Weight (kg)	22.5
Solar Cells per Module (Units) / Arrangement	72 / 12 x 6
Solar Cell Type	Poly crystalline Silicon
Front Cover (Material / Thickness)	Tempered & Low Iron Glass, 3.2 mm
Encapsulate	Ethylene Vinyl Acetate
Frame Material	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box (Protection degree / Material)	IP 65 or IP 67 rated / Weatherproof PPO enclosure with 3 bypass diodes
Connector	MC4 compatible or MC4, IP67 rated
Cable	4 sq. mm cross section, 1200 mm long
Fire safety class	C
Safety application class	A
Safety class	II

\*\* "/ xxV" in model indicates the voltage rating of applicable battery

### Thermal Characteristics

Temperature coefficient of Current ( $I_{sc}$ ), $\alpha$ (%/°C)	0.0681
Temperature coefficient of Voltage ( $V_{oc}$ ), $\beta$ (%/°C)	-0.2941
Temperature coefficient of Power ( $P_m$ ), $\gamma$ (%/°C)	-0.3845
NOCT (°C)	46 ± 2
Operating temperature range (°C)	-40 to 85

### Packaging Configuration

No. of modules per 40' HC container	636 pcs
No. of modules per 20' container	288 pcs

#### About WAAREE

WAAREE is one of India's leading multi-technology companies, headquartered in Mumbai. Founded in 1989, the company has transformed itself from a single business to a multi-technology organization, diversifying into exciting areas of Solar Energy, Industrials Valves, Petroleum Equipment's and Process control instrumentation. WAAREE has a presence in over 68 countries. It has more than 105 global channel partners, 26 sales offices in India and a huge list of satisfied customers over the years. Waaree is committed to supply best quality products & technology to its customers. WAAREE's products are manufactured at its state-of-the-art manufacturing facilities and is committed to excel in providing the society with world class quality products.

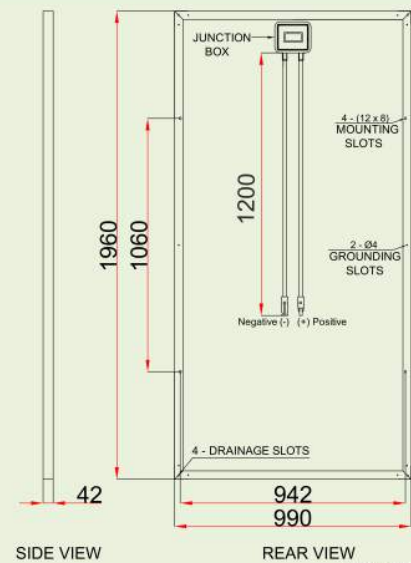
Contact: WAAREE ENERGIES LTD.

602, Western Edge 1, Opp Western Express Highway, Borivali (east), Mumbai- 400 066, Maharashtra, India  
Tel: +91 22 66 44 44 44 Fax: +91 22 66 44 44 00 Email: waaree@waaree.com

\*\* Refer to Waaree's Warranty document for Terms and Conditions

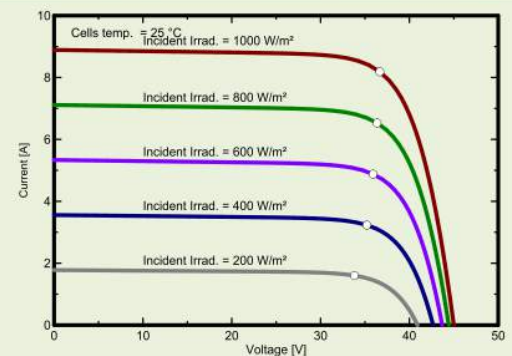
\*The Specifications are for reference purpose only. Waaree reserves the right to change the specifications without prior notice

### Design Specifications

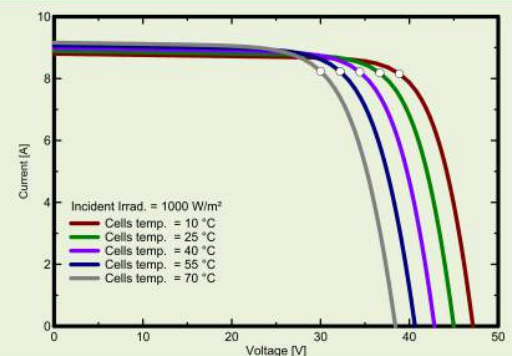


SIDE VIEW REAR VIEW  
All Dimensions are in mm

### I-V Curve Variation with Irradiance



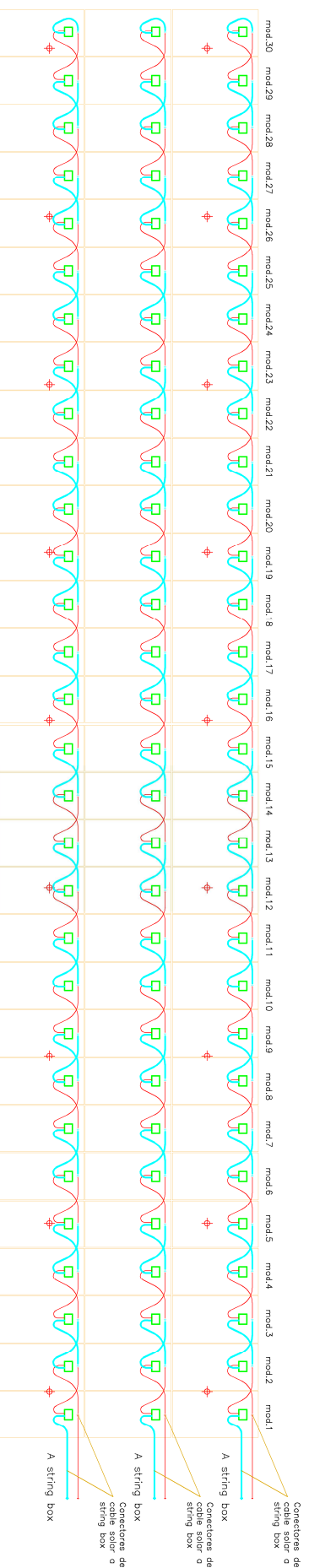
### I-V Curve Variation with Temperature





Apéndice E

Planos



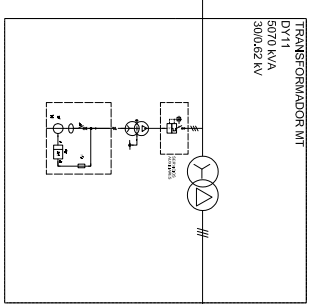
LEGENDA:  
 Polaridad Positiva  
 Polaridad negativa.



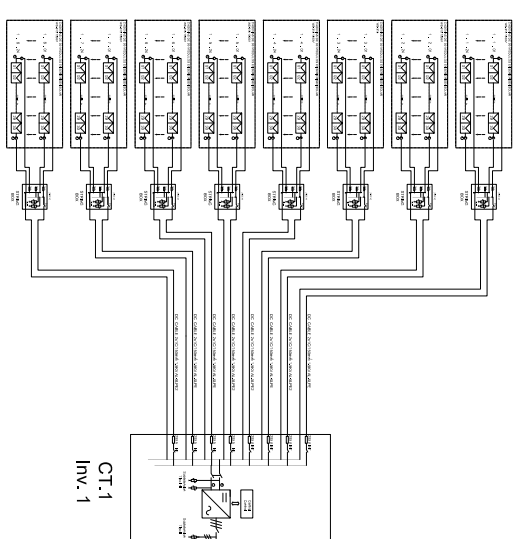
PROYECTO:	Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red	
TÍTULO:	CABLEADO DE MÓDULOS "LEAP FROG"	
PLANO Nº:	1	
ESCALA:	S/E	
EXPEDIENTE:		
FECHA:	24/10/2019	



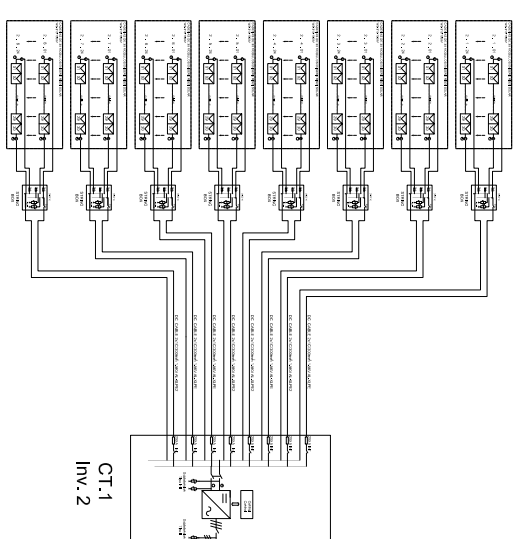
TRANSFORMADOR MT  
 DT1  
 300/22 KV



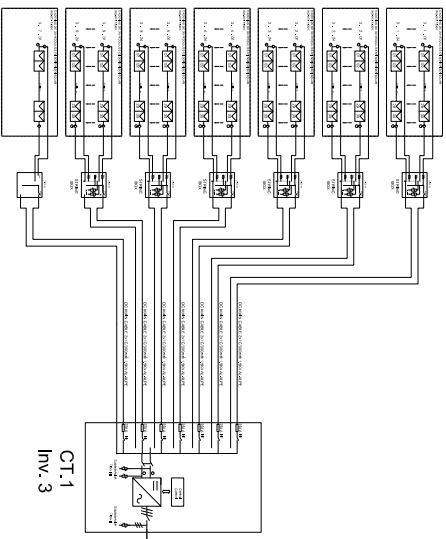
CIRCUITO SUBTERRANEO



CT.1  
 Inv. 1



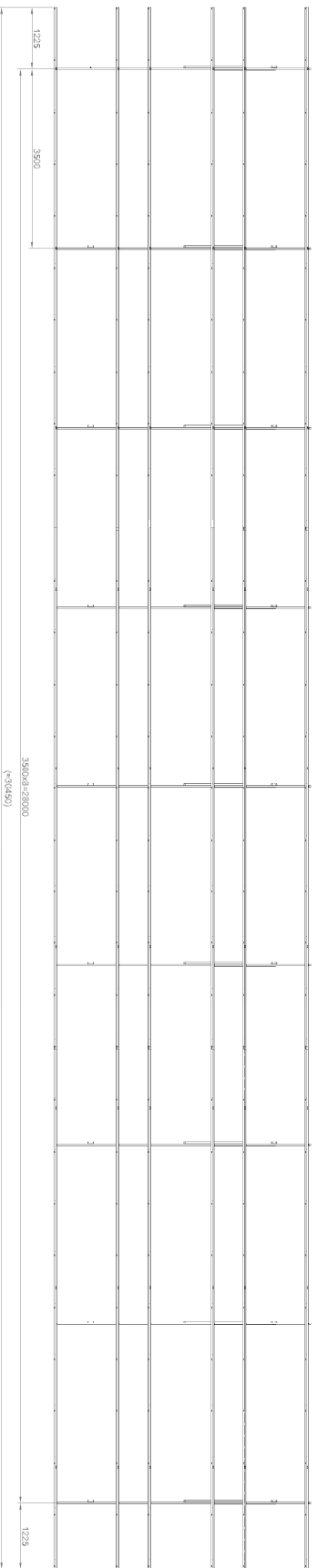
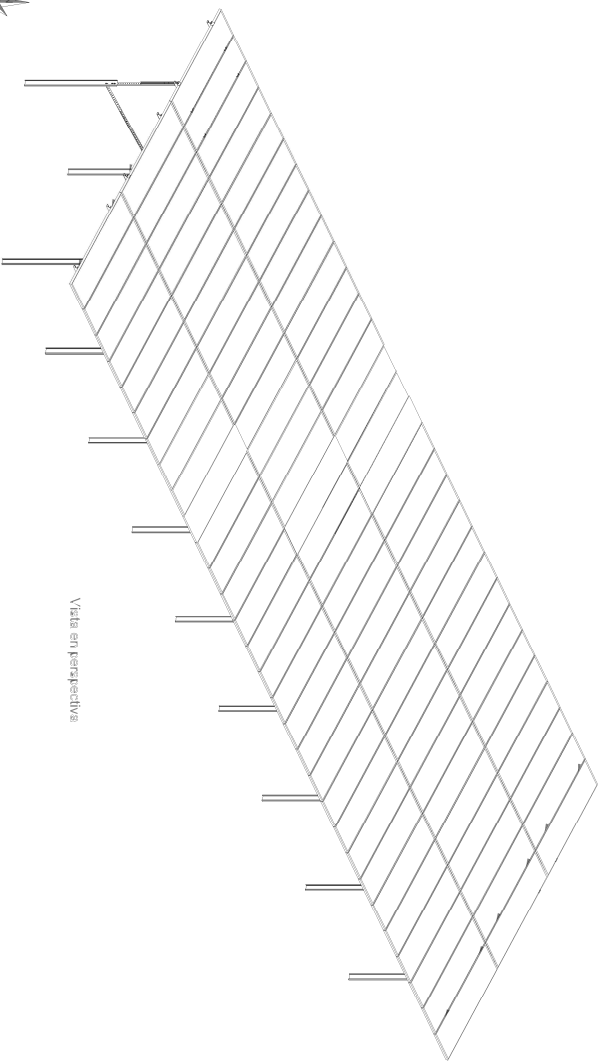
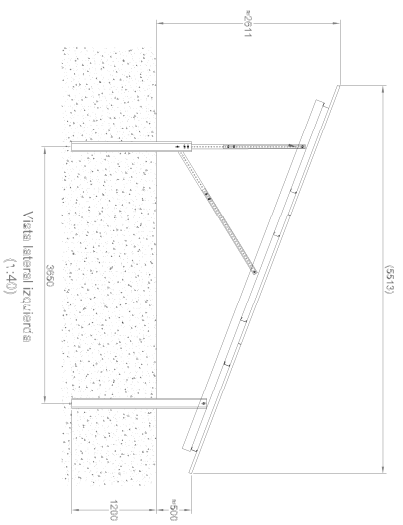
CT.1  
 Inv. 2



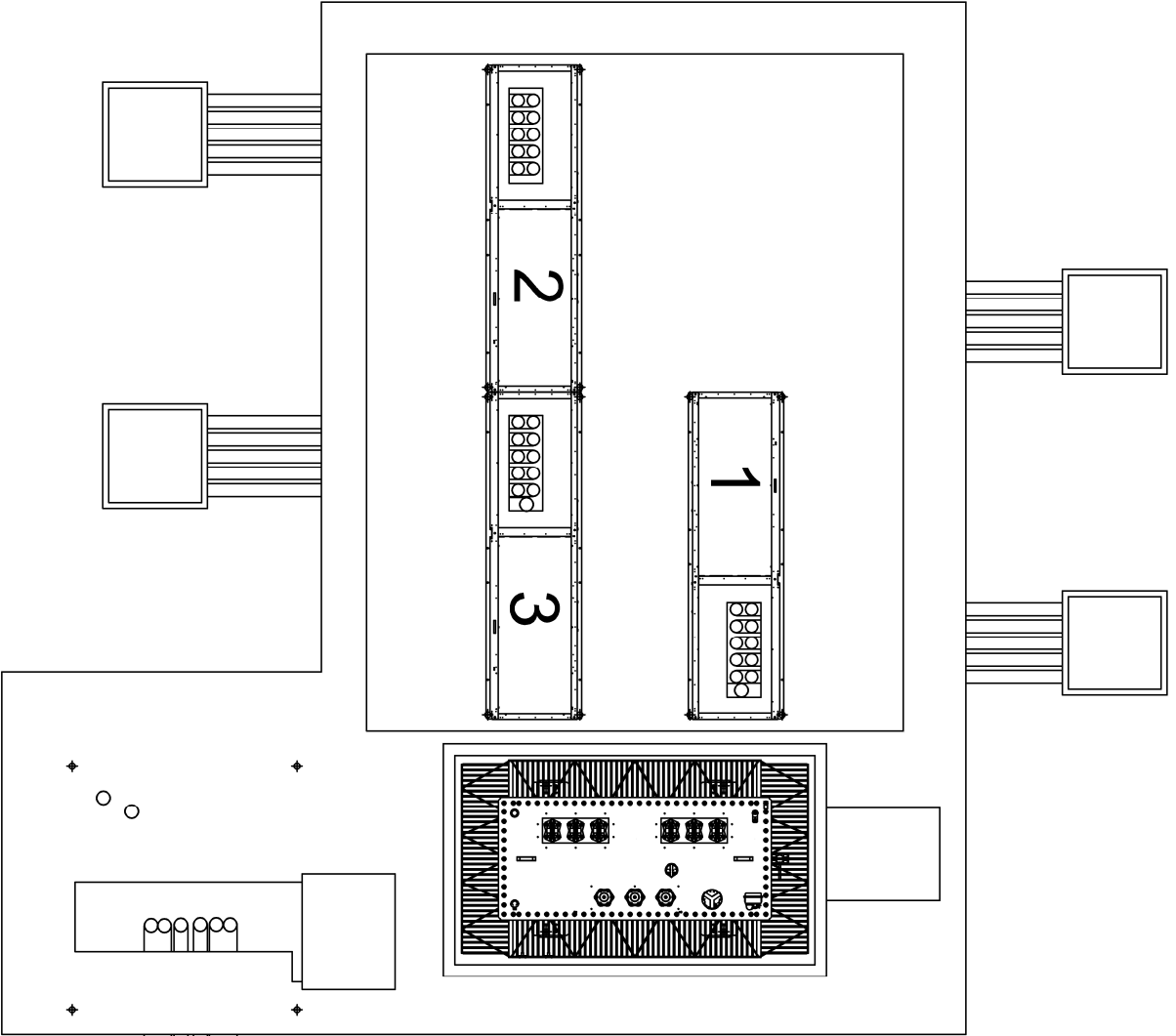
CT.1  
 Inv. 3



PROYECTOR:	Estudio técnico economico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija de 5,2 MW conectada a la red	
TÍTULO:	DIAGRAMA UNIFILAR TENSION DC/AC	
PLANO N.º:	2	
ESCALA:	S/E	
EXPEDIENTE:		
FECHA:	24/10/2019	



<b>PROYECTO:</b> Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija de 5,2 MW conectada a la red		<b>PLANO Nº:</b> 3	
<b>TÍTULO:</b> ESTRUCTURA FUA 3V		<b>ESCALA:</b> S/E	
<b>FECHA:</b> 24/10/2019		<b>EXPEDIENTE:</b>	



PROYECTOR:

Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red

TÍTULO:

POWER STATION

PLANO N°:

4

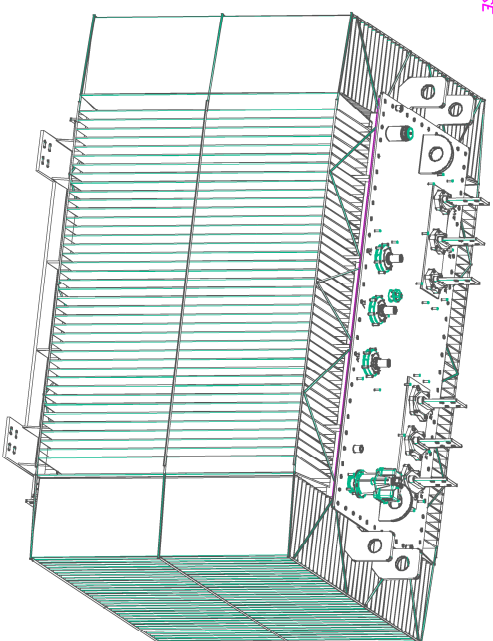
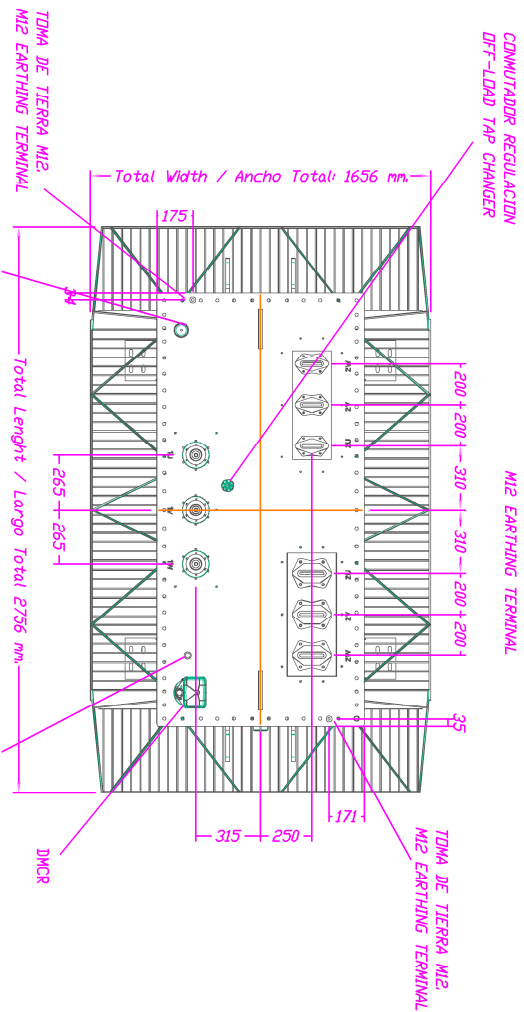
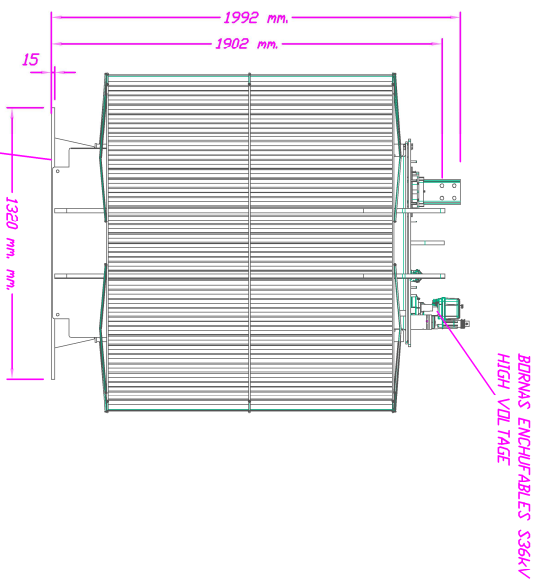
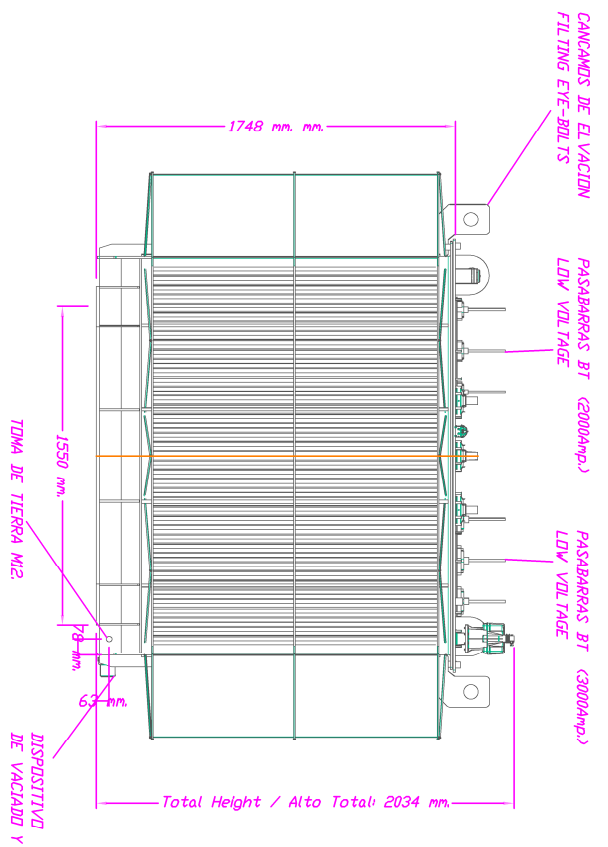
ESCALA:

S/E

EXPEDIENTE:

FECHA:

24/10/2019



PROYECTOR:

Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red

TÍTULO:

TRANSFORMADOR  
5070kVA 30kV 650V

PLANO N.º:

5

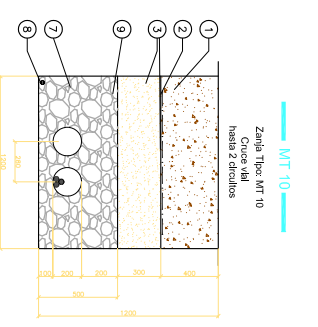
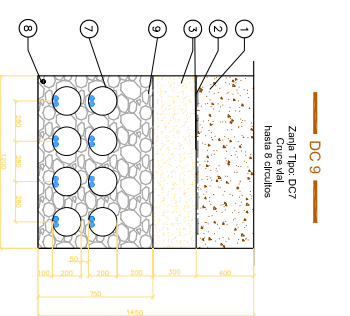
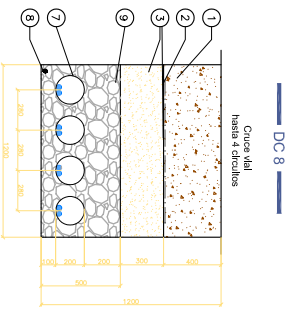
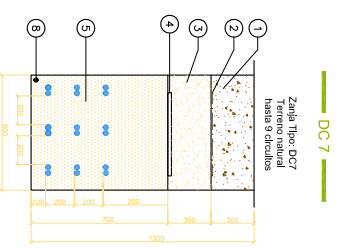
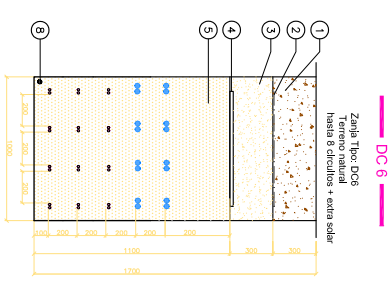
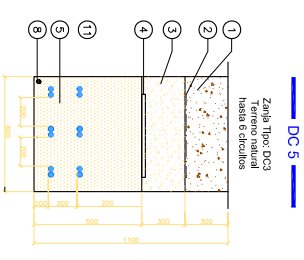
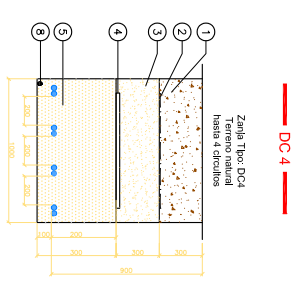
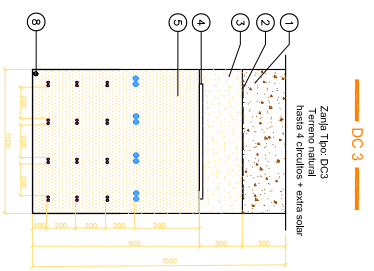
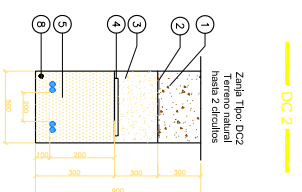
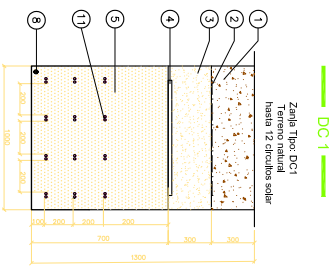
ESCALA:

S/E

EXPEDIENTE:

FECHA:

24/10/2019



Materia	Denominación
9	HORMIGÓN EN MASA HM-20
8	CABLE DE TIERRA Cu 35mm²
7	TUBO PE Ø 200/300 mm
6	CABLE XLPE 1x6 mm² 1500V Cu
5	ARENA DE RÍO LAVADA
4	PLACA DE PROTECCIÓN Y SERIALIZACIÓN
3	TIERRA SELECCIONADA
2	CINTA DE SERIALIZACIÓN
1	TIERRA PROCEDENTE DE EXCAVACIÓN
••	CABLE XLPE 1x150/300 mm² 1500V Al
••	CABLE MT 240 mm² Al

PROYECTO:

Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija de 5,2 MW conectada a la red

TÍTULO:

DETALLE DE ZANJAS

PLANO Nº:

6

ESCALA:

S/E

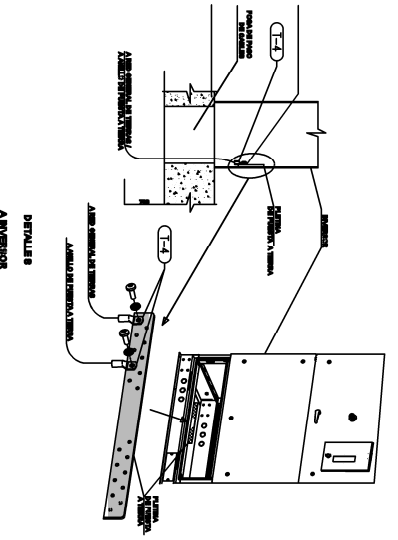
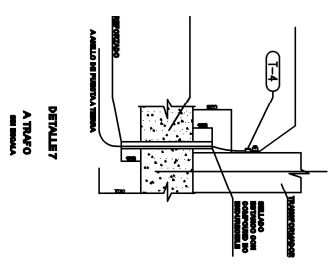
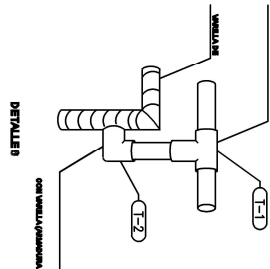
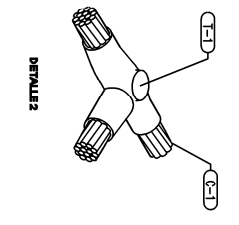
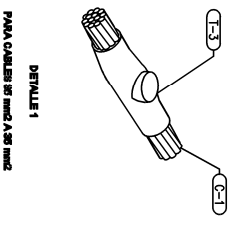
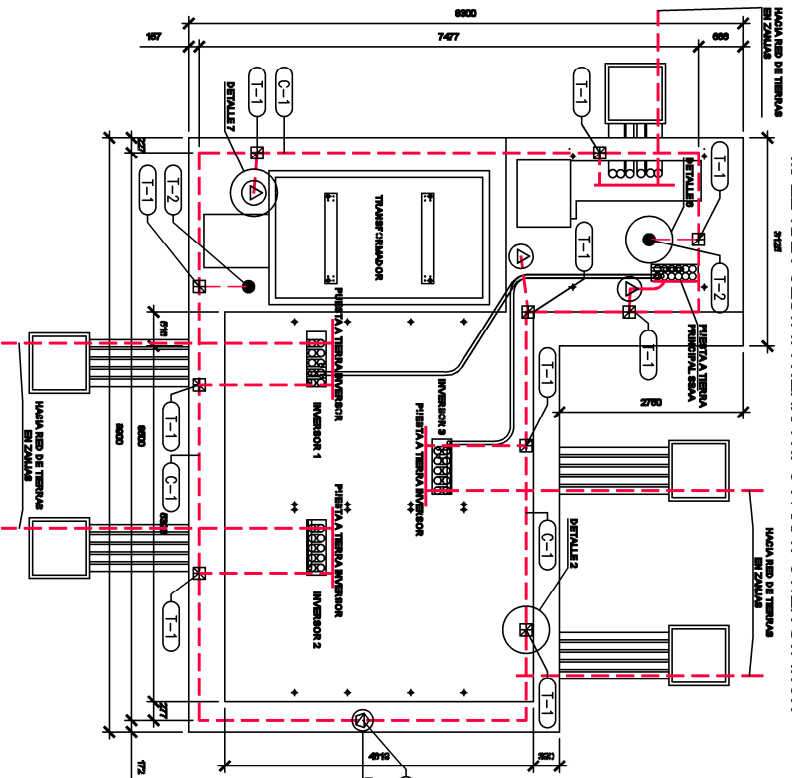
EXPEDIENTE:

FECHA:

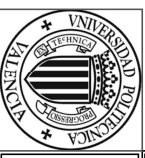
24/10/2019



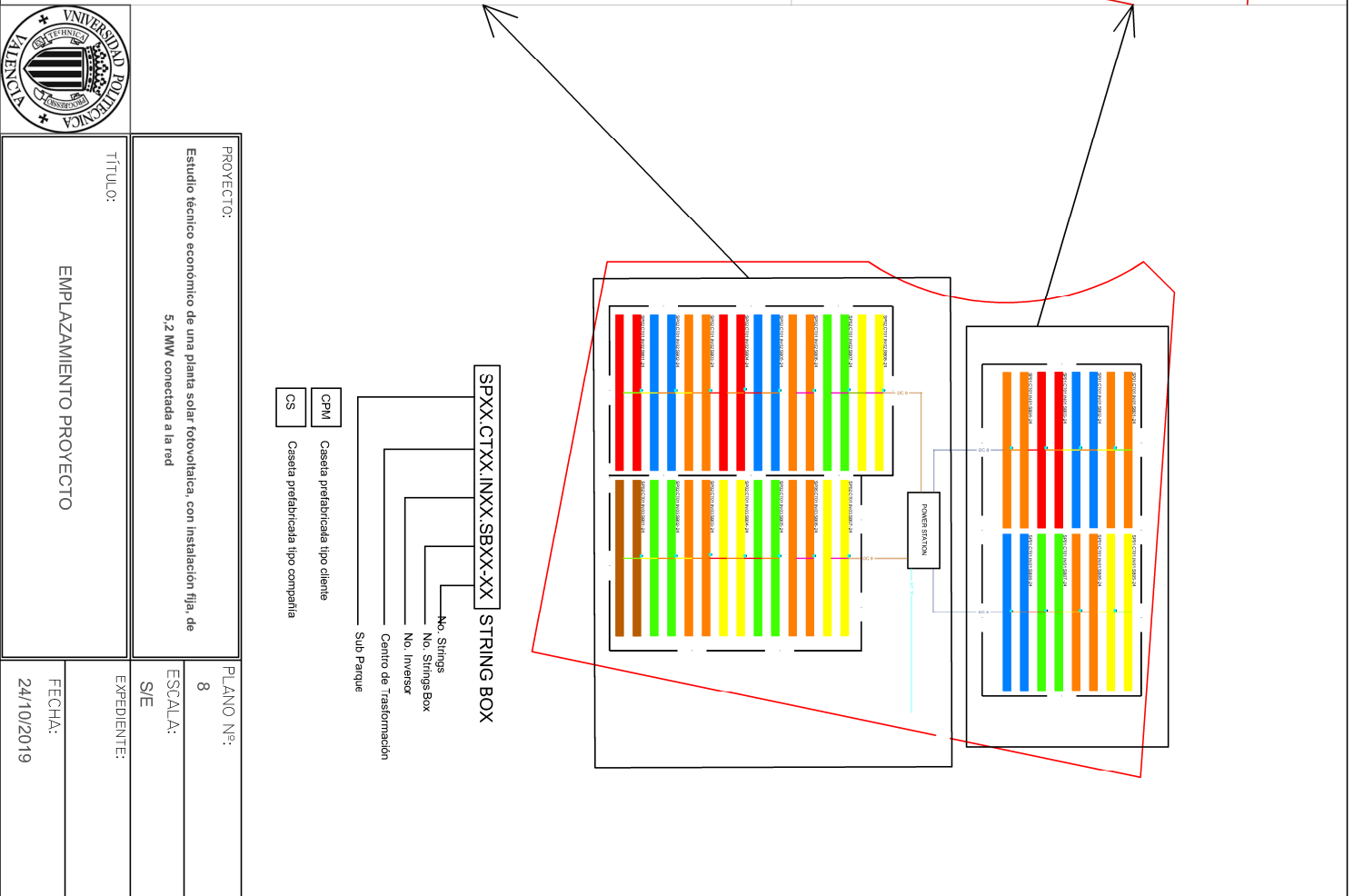
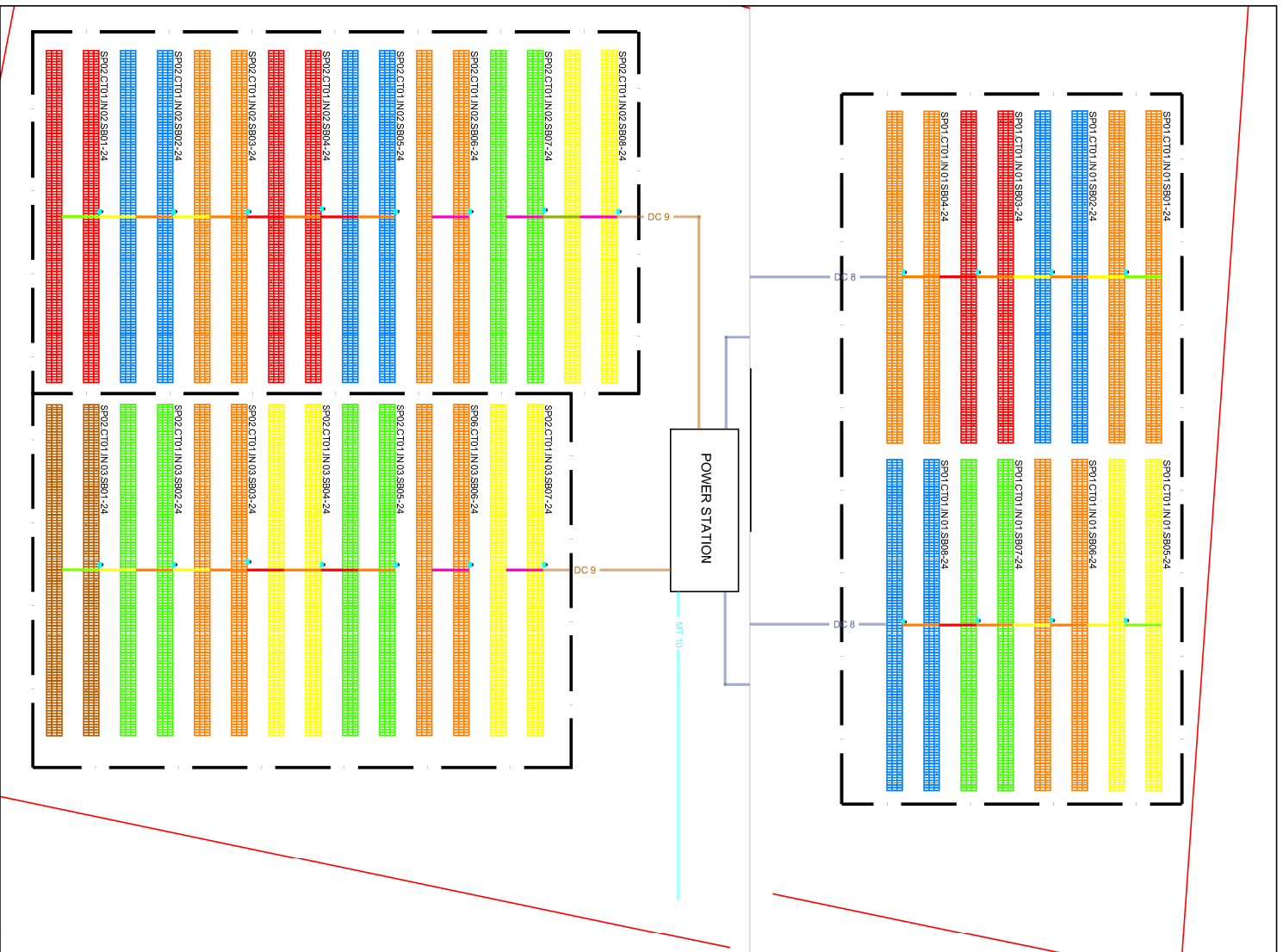
# MALLA DE PUESTA A TIERRA TIPO PARA POWER STATION




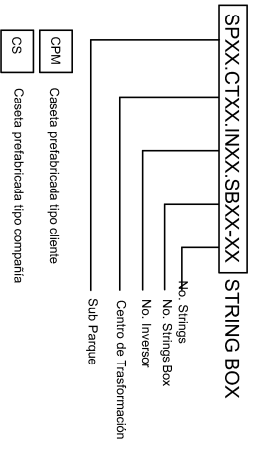
POB	CANT.	DESCRIPCION
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>		
<b>MALLA DE PUESTA A TIERRA POWER STATION</b>		
1-1	8	UN CONECTOR ESTERILIZADO EN TUBO DE ALUMINIO DE 30mm x 30mm
1-2	2	UN CONECTOR A TIERRA ANILLO DE IDENTIFICACION
1-3	1	UN CONECTOR ESTERILIZADO EN TUBO DE ALUMINIO DE 30mm x 30mm (CON TUBO)
1-4	2	UN TERMINAL DE CONEXION CABLE (GRANDE) DE 40x50mm
0-1	4	UN CONECTOR DE TIERRA DE COPPER BONDADO 30mm
<b>CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA DE INTERCONEXION DE HT Y BT</b>		
1-1	-	UN CONECTOR ESTERILIZADO EN TUBO DE ALUMINIO DE 30mm x 30mm (CON TUBO)
1-2	-	UN CONECTOR ESTERILIZADO EN TUBO DE ALUMINIO DE 30mm x 30mm (CON TUBO)
1-4	-	UN TERMINAL DE CONEXION CABLE (GRANDE) DE 40x50mm
1-5	-	UN CONECTOR ESTERILIZADO EN TUBO DE ALUMINIO DE 30mm x 30mm (CON TUBO)
1-6	-	UN TERMINAL DE CONEXION CABLE (GRANDE) DE 40x50mm
1-7	-	UN CONECTOR ESTERILIZADO EN TUBO DE ALUMINIO DE 30mm x 30mm (CON TUBO)
0-1	-	UN CONECTOR DE TIERRA DE COPPER BONDADO 30mm

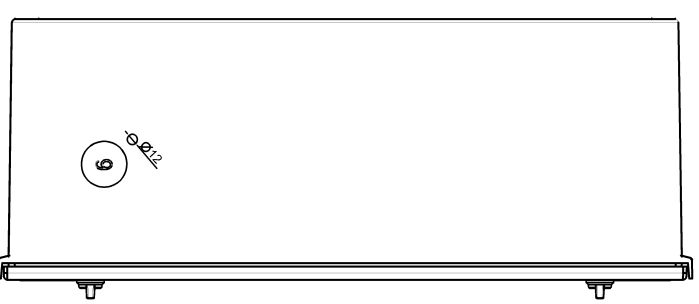
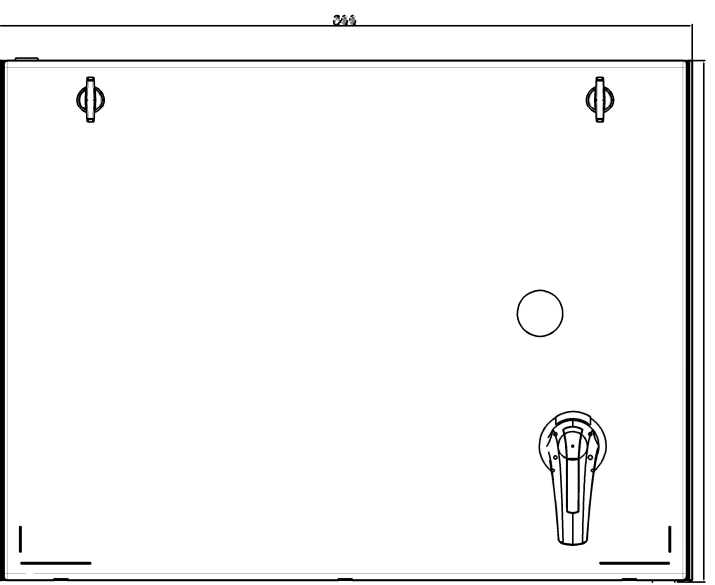
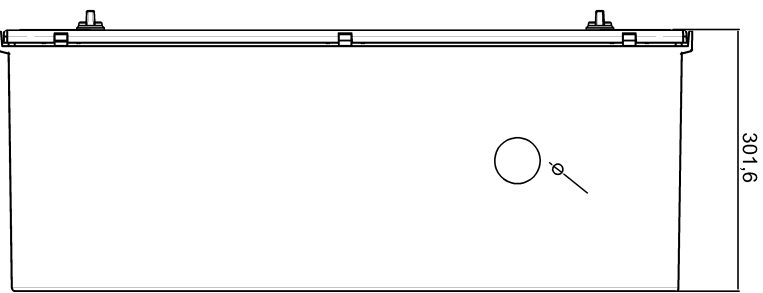
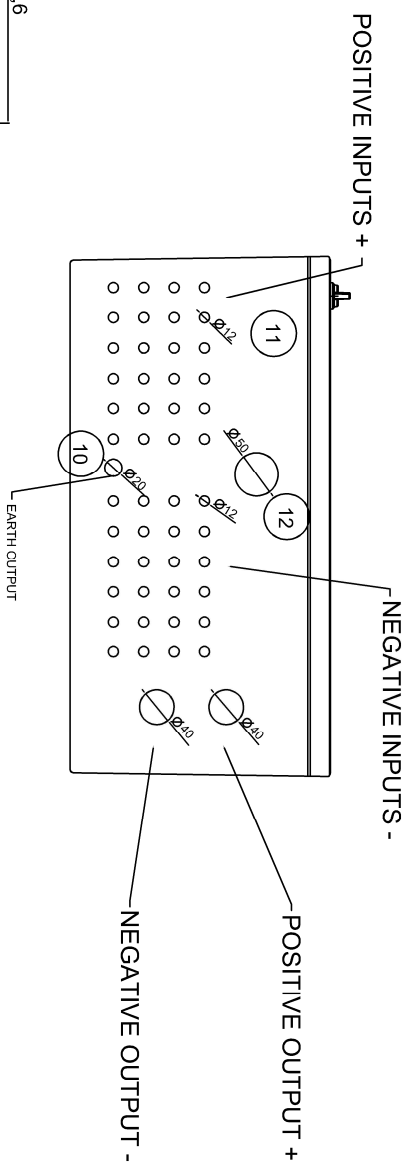


PROYECTOR:	Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija de 5,2 MW conectada a la red	PLANO Nº:	7
TÍTULO:	TERRAS POWER STATION	ESCALA:	S/E
		EXPEDIENTE:	
		FECHA:	24/10/2019



	PROYECTO:	Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red	PLANO Nº:	8
	TÍTULO:	EMPLAZAMIENTO PROYECTO	ESCALA:	S/E
			EXPEDIENTE:	
			FECHA:	24/10/2019

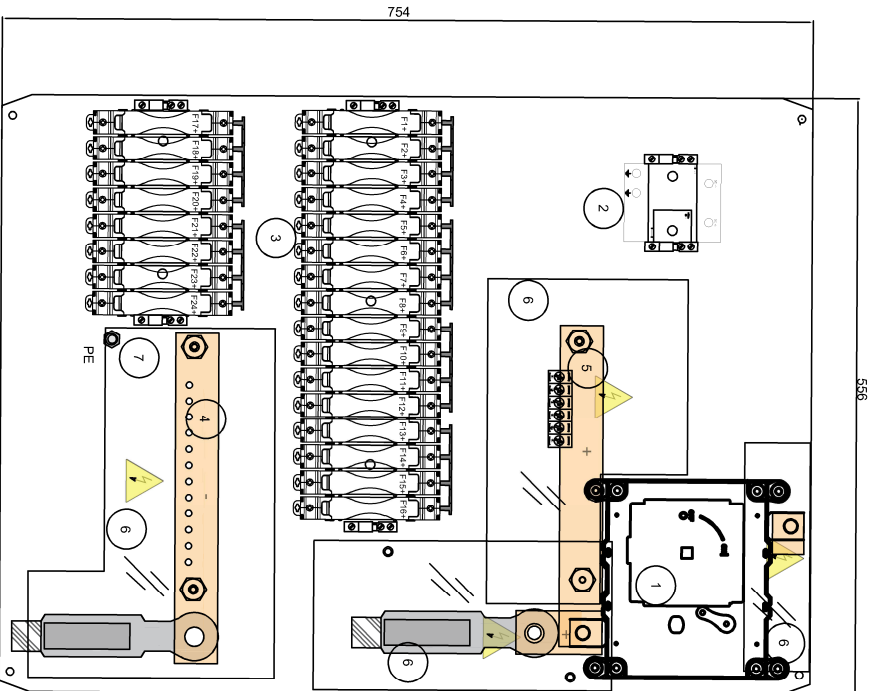




PROYECTOR: Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red		PLANO N.º: 9	
TÍTULO: STRING BOX LAVAOUT		ESCALA: S/E	
FECHA: 24/10/2019		EXPEDIENTE:	



ID	DESCRIPTION
1	Out/Off Switch at Load 315A 1500Vdc
2	Surge Protector 1500V Type I + II 40kA
3	Fuse 10x85 15A 1500Vdc
4	Cooper Bus Bar for Negative - pole
5	Cooper Bus Bar for Positive + pole
6	Polycarbonate protection
7	Screw Earth terminal M8
8	Polyster Enclosure IP65 800x600x300
9	Ventilation plugs
10	Cable glands
11	MC4 panel/rectizaje connector
12	Drainage system IP65



PROYECTOR:

Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red

TÍTULO:

STRING BOX  
LAYOUT

PLANO Nº:

10

ESCALA:

S/E

EXPEDIENTE:

FECHA:





PROYECTOR:  
Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija de 5,2 MW conectada a la red

TÍTULO:  
ESQUEMA ELÉCTRICO STRING BOX

PLANO Nº:

11

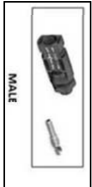
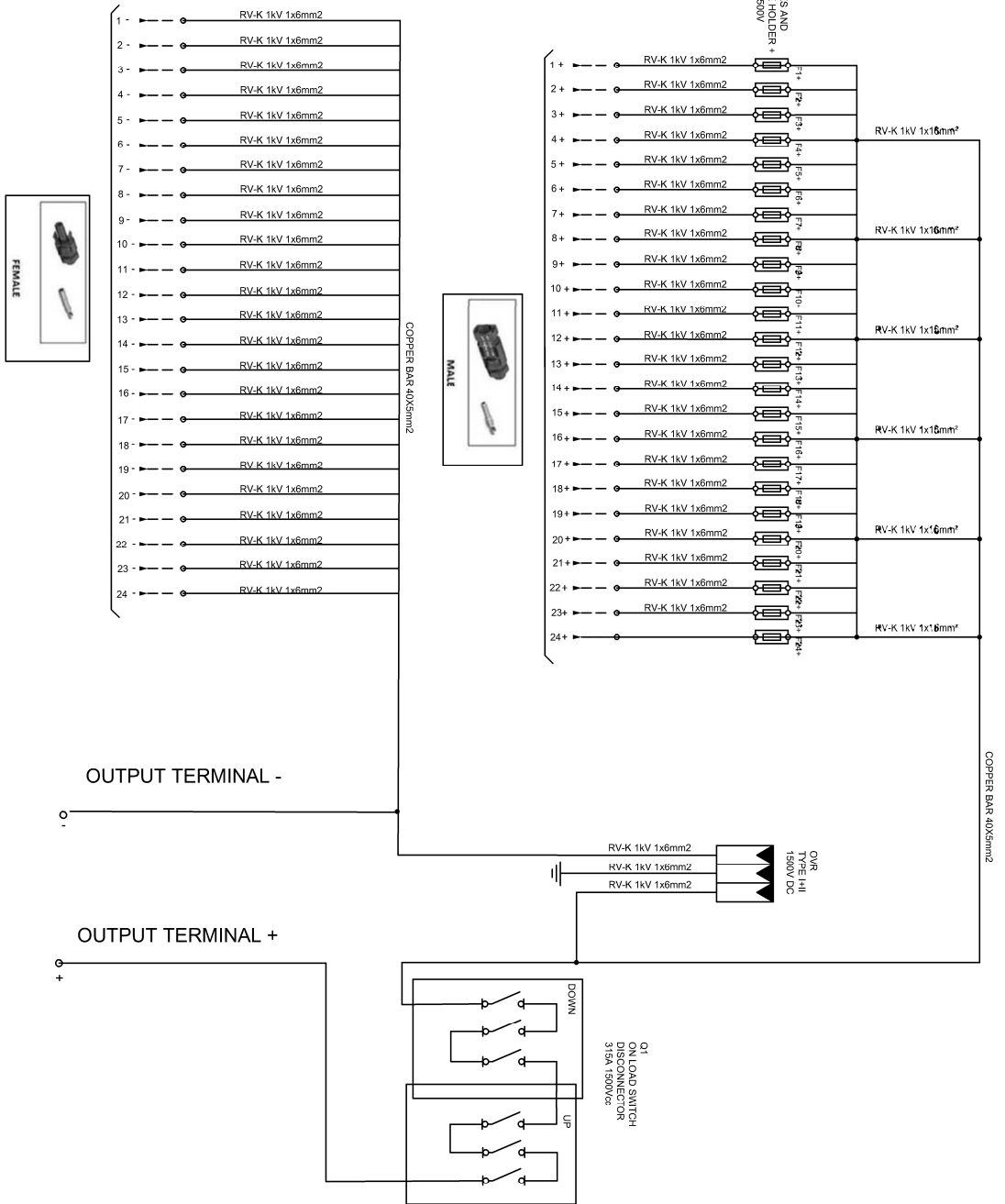
ESCALA:

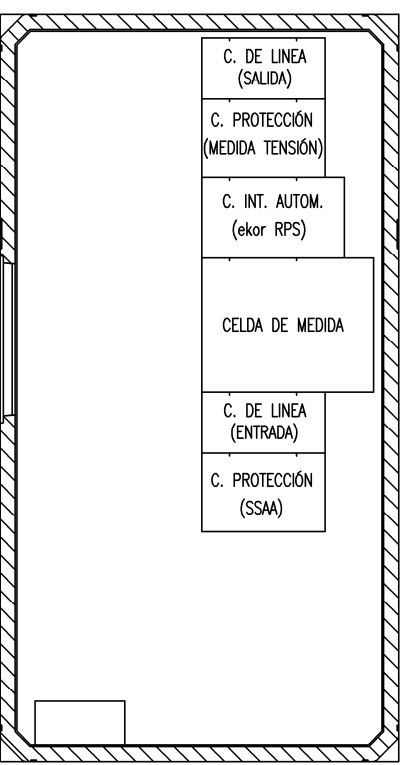
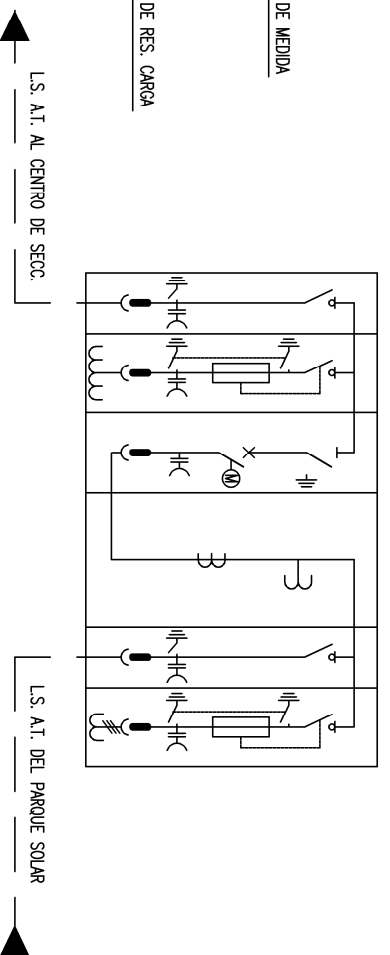
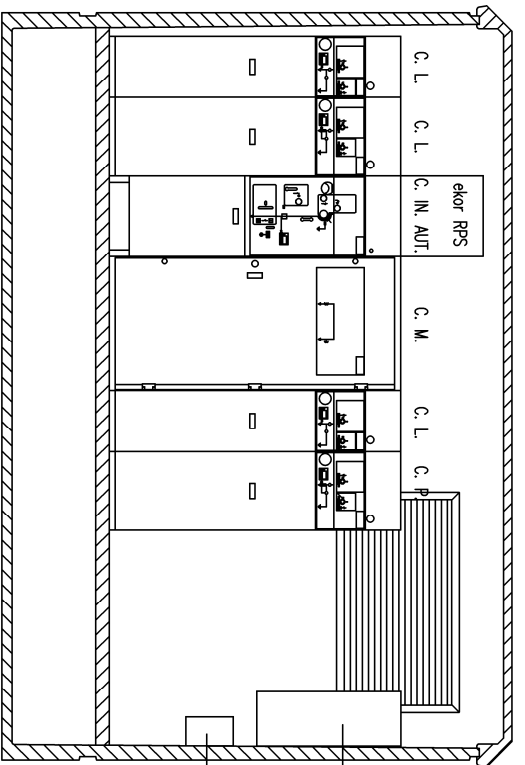
S/E

EXPEDIENTE:

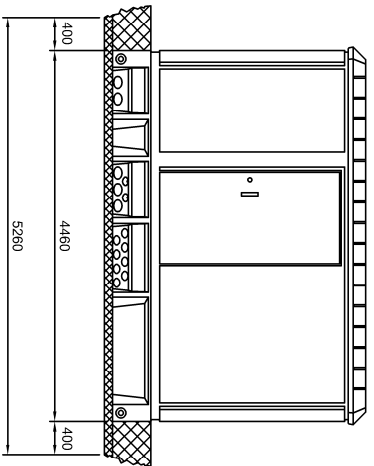
FECHA:

24/10/2019

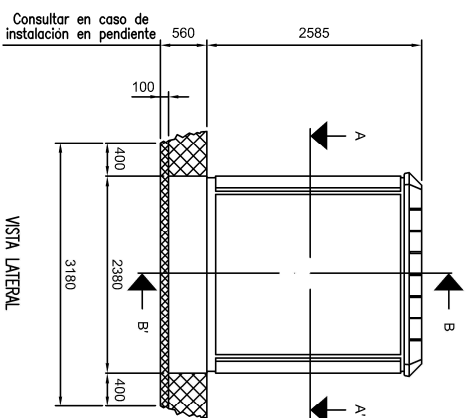




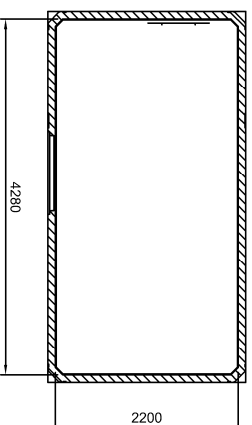
PROYECTOR:	Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red	PLANO N.º:	12
TÍTULO:	CASITA PREFABRICADA CLIENTE (CPM)	ESCALA:	S/E
		EXEDIENTE:	
		FECHA:	24/10/2019



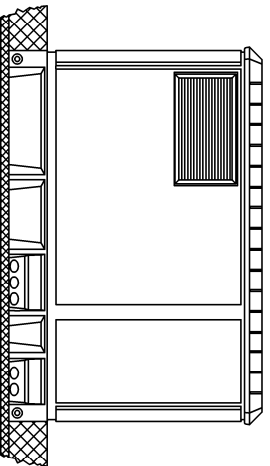
VISTA FRONTAL



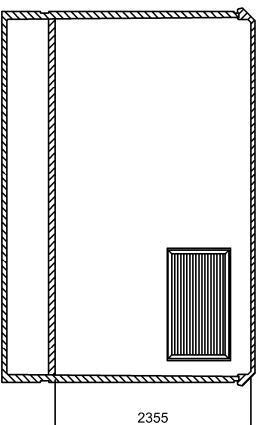
VISTA LATERAL



SECCION A-A'



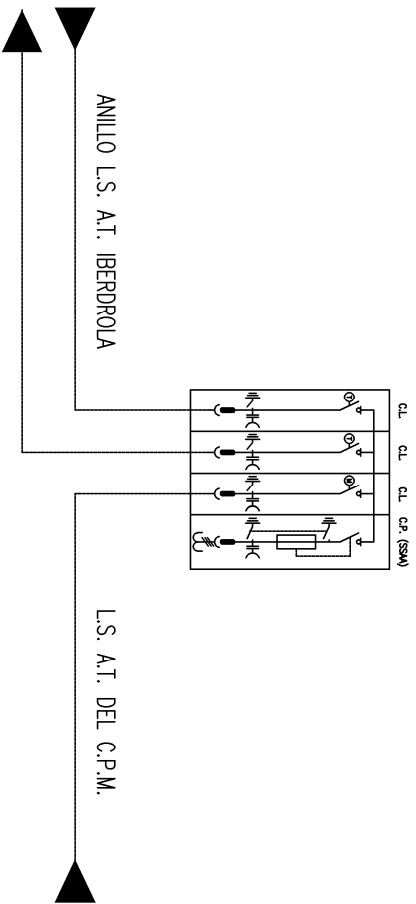
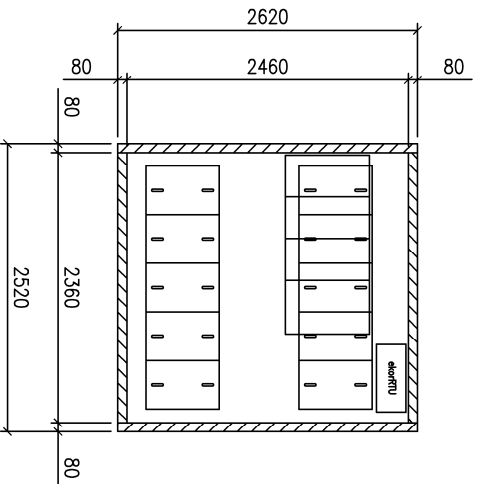
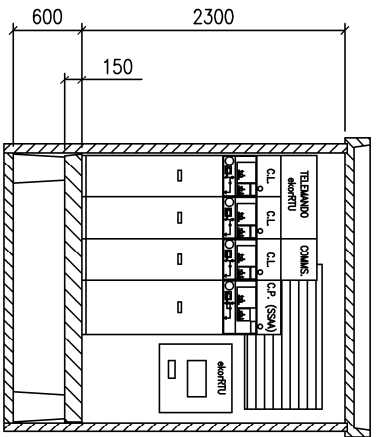
VISTA POSTERIOR



SECCION B-B'



PROYECTO: Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2 MW, conectada a la red		PLANO Nº: 13	
TÍTULO: CASETA PREFABRICADA CLIENTE (CPM)		ESCALA: S/E	
FECHA: 24/10/2019		EXPEDIENTE:	



PROYECTO:

Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica, con instalación fija, de 5,2 MW conectada a la red

TÍTULO:

CASETA PREFABRICADA COMPAÑÍA (CS)

PLANO Nº:

14

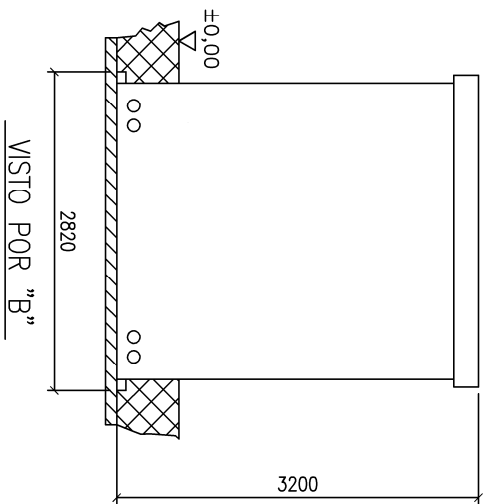
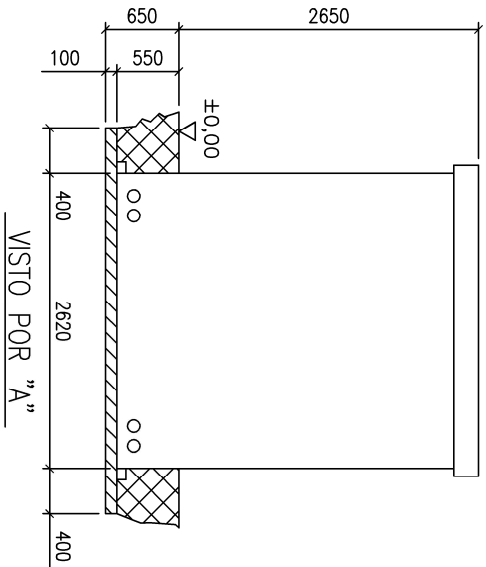
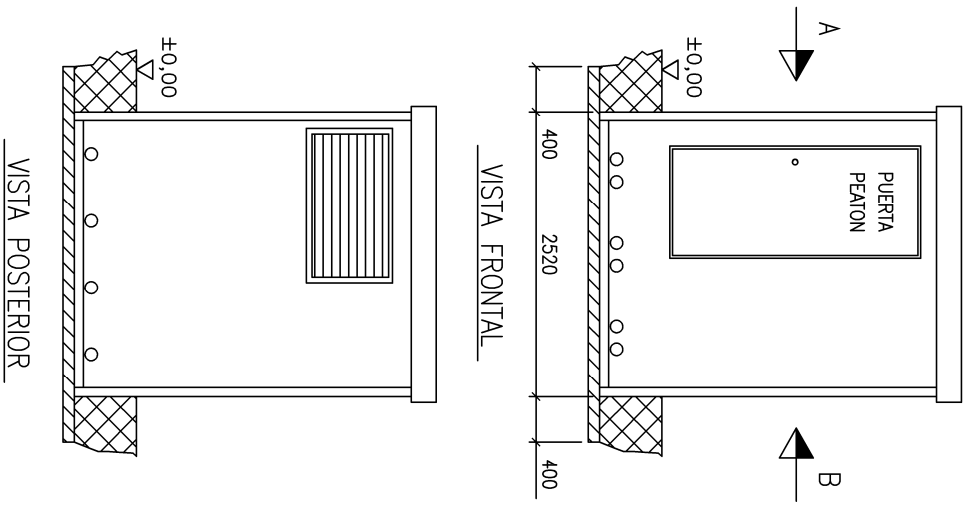
ESCALA:

S/E

EXPEDIENTE:

FECHA:

24/10/2019



PROYECTOR:	Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica con instalación fija de 5,2 MW conectada a la red
TÍTULO:	CASETA PREFABRICADA COMPANÍA (CS)
PLANO Nº:	15
ESCALA:	S/E
EXPEDIENTE:	
FECHA:	24/10/2019