





PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. “GIBRALGALIA II”	 ER INGENIERIA, S.L. POL.IND. C/COROMINAS, 12-14, TFNO. +34 967 140 850. 02600, VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA)	
SITUACIÓN: POLÍGONO 9 Y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA)	Nº OT: 20-732/12	FIRMA: 
CLIENTE: RENOVALIA ALORA, S.L.	RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO COLEGIADO COITIAB Nº 1.026	
DOCUMENTO: PROYECTO TÉCNICO	REALIZADO: JSC	FECHA: Julio 2024
	APROBADO: JMM	
	DOCUMENTO:	REVISIÓN: 23



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

0. RESUMEN.

## 1 TITULAR DE LAS INSTALACIONES.

**RENOVALIA ALORA, S.L.**

CIF: B-02614550

Avenida Picassent, Nº 10 (Bloque A)

02600 Villarrobledo (Albacete)

## 2 PARÁMETROS DE DISEÑO.

CONFIGURACIÓN PLANTA FV “GIBRALGALIA II”			
PARÁMETROS DE DISEÑO			
Potencia Máxima Pico en Paneles	39.019.500 Wp	Energía Producida	69.776,45 MWh/año
Potencia Nominal en Inversores (40°C)	39.900.000 Wn	Horas Solares Equivalentes Producción	1.787 horas
MÓDULOS FV		ESTACIONES DE POTENCIA FV	
Fabricante	Suntech	Fabricante	Power Electronics
Modelo	STP690S	Modelo	MV SKID
Potencia Pico por Módulo	690 Wp	Nº Estaciones Potencia	16
Nº Módulos por String	30	Potencia nominal (40°C)	11x2.100 KVA
Nº de Strings	1.885		4x3.150 KVA
Nº de Módulos	56.550	Potencia max. PSFV 40°C	39.900 KVA
Tipo Célula Dimensiones	Silicio Monocristalino 210mm 2.384x1.303x35m	Potencia max. PSFV 50°C	37.050 KVA
INVERSOR TIPO 1		SISTEMA DE SUJECCIÓN	
Fabricante	Power Electronics	Fabricante	ERIngenieria
Modelo	HEMK 660V FS4200K	Modelo	ERI-15
Potencia de inversor (40°C)	4.200 kW	Tipo	Estructura Metálica Fija Inclinada
Potencia de inversor (50°C)	3.900 kW	Posición de módulos	Horizontal
Nº de inversores	1	Nº módulos por fila	5
CAJAS DE SECCIONAMIENTO		Nº módulos por columna	3
Nº Cajas seccionamiento	221 cajas seccionam.	Nº módulos por estructura	15
		Inclinación	25º
		Azimut	0º

CONFIGURACIÓN PLANTA FV "GIBRALGALIA II"			
INVERSOR TIPO 2		INVERSOR TIPO 3	
Fabricante	Power Electronics	Fabricante	Power Electronics
Modelo	HEMK 660V FS3151K	Modelo	HEMK 660V FS2101K
Potencia de inversor (40°C)	3.150 kW	Potencia de inversor (40°C)	2.100 kW
Potencia de inversor (50°C)	2.925 kW	Potencia de inversor (50°C)	1.950 kW
Nº de inversores	4	Nº de inversores	11

### 3 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSION.

#### 3.1 ENERGIA A EVACUAR.

ENERGÍA A EVACUAR DE PLANTA FV GIBRALGALIA II					
Nº LSMT	BLOQUE	POTENCIA	POTENCIA TOTAL LSMT	DENOMIN.	POTENCIA TRAF0
LSMT 1	BLOQUE 1	3.146,40 KWp	9.450 KVA	1.1	3.150 KVA
	BLOQUE 2	2.277,00 KWp		2.1	2.100 KVA
	BLOQUE 5	2.277,00 KWp		5.1	2.100 KVA
	BLOQUE 6	2.152,80 KWp		6.1	2.100 KVA
LSMT 2	BLOQUE 3	3.125,70 KWp	7.350 KVA	3.1	3.150 KVA
	BLOQUE 4	1.987,20 KWp		4.1	2.100 KVA
	BLOQUE 7	1.966,50 KWp		7.1	2.100 KVA
LSMT 3	BLOQUE 8	1.966,50 KWp	8.400 KVA	8.1	2.100 KVA
	BLOQUE 9	2.070,00 KWp		9.1	2.100 KVA
	BLOQUE 10	4.160,70 KWp		10.1	4.200 KVA
LSMT 4	BLOQUE 12	2.980,80 KWp	7.350 KVA	12.1	3.150 KVA
	BLOQUE 14	1.925,10 KWp		14.1	2.100 KVA
	BLOQUE 16	1.945,80 KWp		16.1	2.100 KVA
LSMT 5	BLOQUE 11	3.001,50 KWp	7.350 KVA	11.1	3.150 KVA
	BLOQUE 13	2.007,90 KWp		13.1	2.100 KVA
	BLOQUE 15	2.028,60 KWp		15.1	2.100 KVA



#### 4 LSMT 1.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-1			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-1	342.637,72	4.073.533,63
Destino	CT-2	342.939,36	4.073.643,63
Destino	CT-5	342.450,91	4.073.842,43
Destino	CT-6	342.348,18	4.073.877,93

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-1:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-1					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L1	CT1	181			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT1	CT2	447			
CT2	P1	567			
P1	P2	38	C1	Gasoducto	Gasoducto
P2	CT5	182			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT5	CT6	136			
Distancia Total		1551			

#### 5 LSMT 2.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-2			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-3	342.759,31	4.073.705,63
Destino	CT-4	342.777,75	4.073.847,63
Destino	CT-7	342.860,98	4.073.947,63

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-2:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-2					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L2	CT3	150			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT3	CT4	232			
CT4	CT7	227			
Distancia Total		609			

## 6 LSMT 3.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-3			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-8	342.860,14	4.074.107,71
Destino	CT-9	342.783,05	4.074.161,71
Destino	CT-10	342.514,1	4.074.399,13

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-3:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-3					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L3	CT8	643			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT8	CT9	154			
CT9	CT10	503			
Distancia Total		1300			

## 7 LSMT 4.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-4			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-12	342.975,15	4.075.180,83
Destino	CT-14	342.988,25	4.075.312,67
Destino	CT-16	343.016,86	4.075.369,54

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-4:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-4					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L4	P3	1.007			PSFV "GIBRALGALIA II" / Lateral de Arroyo
P3	P4	154	C2	Autovia A-357 Cañada Real de Sevilla a Málaga/Arroyo de las Cañas	
P4	P5	123			Parcela Privada
P5	P6	14	C3	Carretera del Canal	
P6	P7	69			Lateral camino del Canal
P7	P8	25	C4	Carretera del Canal	
P8	P9	120			Lateral camino Casarabonela
P9	P10	10	C5	Camino Casarabonela-Alora	
P10	CT12	448			Lateral camino Casarabonela/PSFV "GIBRALGALIA II"
CT12	CT14	199			
CT14	CT16	128			
Distancia Total		2297			

## 8 LSMT 5.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-5			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-11	342.976,19	4.075.046,54
Destino	CT-13	342.716,92	4.075.189,03
Destino	CT-15	342.793,59	4.075.331,54

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-5:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-5					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L5	P3	1007			PSFV GIBRALGALIA/Lateral de Arroyo
P3	P4	154	C2	Autovía A-357/Cañada Real de Sevilla a Málaga/Arroyo de las Cañas	
P4	P5	123			Parcela Privada
P5	P6	14	C3	Carretera del Canal	
P6	P7	69			Lateral Camino del Canal
P7	P8	25	C4	Carretera del Canal	
P8	P9	120			Lateral Camino Casarabonela
P9	P10	10	C5	Camino Casarabonela-Alora	
P10	CT11	320			Lateral camino Casarabonela/PSFV "GIBRALGALIA II"
CT11	CT13	468			
CT13	CT15	191			
Distancia Total		2501			

## 9 ESTACIONES MT.

CARACTERISTICAS ESTACIONES MEDIA TENSIÓN			
Marca	Modelo Estación MT	Nº Trafos / Estación MT	Dimensiones (m)
Power Electronics	MV SKID	16	7,6x2,12x2.29

CARACTERISTICAS TRAFOS					
Marca	Modelo	Potencia Trafo	Relación Transform.	Aislam.	Grupo conexión
Power Electronics	2.100	2.100	30/0,66 kV	Aceite	Dy11
Power Electronics	3.150	3.150	30/0,66 kV	Aceite	Dy11
Power Electronics	4.200	4.200	30/0,66 kV	Aceite	Dy11

CARACTERISTICAS CELDAS MT				
Marca	Celda	Tensión asignada	Tensión corta duración (1min) 50 Hz.	Intensidad nominal embarrado
Power Electronics	Línea (L)	36 kV	70 kV	400A
Power Electronics	I.automático (V)	36 kV	70 kV	400A

CONFIGURACIÓN ESTACIONES M.T. DE PLANTA FV GIBRALGALIA II				
DENOM.CT	DENOMIN.	TIPO ESTACIÓN MT	CONFIGURACIÓN CELDAS	POTENCIA TRAFOS
CT-1	1.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA
CT-2	2.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-3	3.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA
CT-4	4.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-5	5.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-6	6.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-7	7.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-8	8.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-9	9.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-10	10.1	MV SKID	2L + 1V	4.200 KVA
CT-11	11.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA
CT-12	12.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA
CT-13	13.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-14	14.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-15	15.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA
CT-16	16.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA

## 10 LSBT.

CARACTERISTICAS CABLES LSBT		
CONDUCTOR LSBT	TRAMO	TENSION (Vdc)
Al XZ1(S) 1,8kVdc 2x(1x240mm <sup>2</sup> )	INVERSOR-Caja seccionamiento	1.177,5V
Al XZ1(S) 1,8kVdc 2x(1x240mm <sup>2</sup> )	Caja seccionamiento-Strings	
H1Z2Z2-K 1,8kVdc 2x(1x4mm <sup>2</sup> ) Cu	Strings	
CARACTERISTICAS CANALIZACIONES LSBT		
CANALIZACION	SOBRE SOPORTES (ESTRUCTURA FIJA)	DIRECTAMENTE ENTERRADA
CRUZAMIENTOS	CABLES ELECTRICOS	
PARALELISMOS	CABLES ELECTRICOS Y CABLES COMUNICACIONES	

## 11 EMPLAZAMIENTO.

En la siguiente tabla se detallan parcelas, así como la superficie ocupada por la planta FV y la superficie total de las parcelas:

T.M. DE CASARABONELA (MALAGA)				
Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie Total (Ha)	Superficie Ocupada Vallado Planta FV (Ha)
9	58	29040A00900058	20,7012	15,4663
12	23	29040A01200023	54,6521	36,1147
12	13	29040A01200013	12,6857	6,4264
TOTAL			88,0390	58,0074

## 12 PRESUPUESTO.

### RESUMEN PRESUPUESTO

CAP1	OBRA CIVIL .....	521.652,28 €
CAP2	INSTALACIÓN MECÁNICA .....	1.835.688,40 €
CAP3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	1.840.921,79 €
CAP4	LOGÍSTICA GENERAL DE OBRA .....	547.349,34 €
CAP5	INGENIERÍA .....	212.586,77 €
CAP6	SUMINISTRO DE PANELES .....	5.586.009,00 €
CAP7	VARIOS.....	454.310,61 €
CAP8	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	79.008,50 €
CAP9	SUMINISTRO CTs E INVERSORES.....	4.050.458,76 €
CAP10	GESTION DE RESIDUOS.....	7.425,03 €
TOTAL		15.135.410,48 €

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL..... 14.003.854,77 €  
(CAP.1, CAP.2, CAP.3, CAP.4.1, CAP.5.4, CAP.6, CAP.9)

PRESUPUESTO OTRAS PARTIDAS..... 1.131.555,72 €  
(CAP4.2, CAP5.1, CAP5.2., CAP5.3, CAP5.5, CAP5.6, CAP.7, CAP.8, CAP.10)

TOTAL PRESUPUESTO INVERSIÓN 15.135.410,48 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINCE MILLONES CIENTO TREINTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

En Albacete, Julio de 2024



D. José Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n.º 1.026



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

### 1. MEMORIA.



1	ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	5
2	OBJETO DEL PROYECTO .....	5
3	TITULAR DE LAS INSTALACIONES .....	6
4	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN .....	6
5	EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD .....	8
5.1	EMPLAZAMIENTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN .....	8
6	ASPECTOS AMBIENTALES DE PLANTA FV .....	8
7	CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....	9
8	TERRENOS Y EDIFICACIONES .....	9
8.1	CUMPLIMIENTO DE LA L.O.U.A .....	10
8.1.1	Justificación urbanística .....	12
9	PROCESO INDUSTRIAL .....	13
10	MAQUINARIA E INSTALACIONES INDUSTRIALES .....	14
11	POTENCIA TOTAL A INSTALAR .....	14
12	PERSONAL .....	14
13	MATERIAS ALMACENADAS .....	15
14	PRODUCTOS OBTENIDOS .....	15
15	PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	15
16	CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	15
17	RIESGOS AMBIENTALES PREVISIBLES Y MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS .....	16
17.1	RUIDOS Y VIBRACIONES .....	16
17.2	EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....	16
17.3	UTILIZACIÓN DEL AGUA Y VERTIDOS LÍQUIDOS .....	16
17.4	GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS .....	16
17.5	IMPACTO AMBIENTAL .....	17
17.6	ACCESO Y CAMINOS EXISTENTES .....	17
18	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN .....	18
18.1	EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	18
18.2	PUNTOS DE CONEXIÓN .....	18
18.3	TRAZADO .....	18
18.3.1	LSMT 1 .....	20
18.3.2	LSMT 2 .....	21
18.3.3	LSMT 3 .....	22

18.3.4	LSMT 4.....	23
18.3.5	LSMT 5.....	25
18.3.6	Relación de parcelas afectadas. ....	27
18.4	CLASE DE ENERGÍA.....	27
18.5	ENERGÍA A EVACUAR.....	28
18.6	MATERIALES.....	29
18.7	CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.....	29
18.8	INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS. ....	31
18.9	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS. ....	33
18.9.1	Cruzamientos.....	33
18.9.2	Paralelismos y proximidades. ....	34
18.10	PUESTA A TIERRA. ....	35
18.11	PROTECCIONES.....	35
18.11.1	Protección contra sobreintensidades. ....	35
18.11.2	Protección contra sobretensiones.....	36
18.12	RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	38
19	ESTACIÓN MT INTEMPERIE.....	39
19.1	EMPLAZAMIENTO.....	39
19.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN MT. ....	39
19.3	PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA. ....	40
19.4	OBRA CIVIL.....	40
19.4.1	Local .....	40
19.4.2	Estación de media tensión.....	40
19.4.3	Cimentación. ....	41
19.4.4	Solera, pavimento y cerramientos exteriores.....	41
19.4.5	Cubierta.....	41
19.4.6	Pinturas.....	41
19.5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	42
19.5.1	Red de alimentación.....	42
19.5.2	Estaciones de Media Tensión.....	42
19.5.3	Aparamenta A.T. ....	45
19.5.4	Aparamenta B.T.....	48
19.6	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	49
19.7	PUESTA A TIERRA .....	49
19.7.1	Tierra de protección. ....	49

19.7.2 Tierra de servicio.....	50
19.8 INSTALACIONES SECUNDARIAS .....	50
19.8.1 Alumbrado .....	50
19.8.2 Protección contra incendios. ....	50
19.8.3 Ventilación .....	50
19.8.4 Medidas de seguridad.....	50
20 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA INTERCONECTADA. ....	52
20.1 DATOS GENERALES .....	52
20.1.1 Datos identificativos del propietario. ....	52
20.1.2 Situación de la instalación.....	52
20.1.3 Caminos y accesos. ....	54
20.1.4 Obra civil.....	54
20.1.5 Movimiento de tierras. ....	55
20.1.6 Datos de radiación y temperatura ambiente. ....	56
20.1.7 Estudio energético. ....	56
20.1.8 Ahorro anual de emisiones contaminantes. ....	58
20.2 DATOS DE LA INSTALACIÓN. ....	59
20.2.1 Resumen de configuración de la instalación fotovoltaica.....	59
20.2.2 Modulo fotovoltaico propuesto. ....	60
20.3 GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	60
20.3.1 Condiciones estándar.....	60
20.3.2 Otras especificaciones.....	61
20.3.3 Condiciones de trabajo estándar de generador fv.....	62
20.3.4 Condiciones de trabajo ITC-FV-09. ....	63
20.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN. ....	63
20.4.1 Tensión máxima y mínima de entrada al inversor. ....	63
20.4.2 Tensión nominal del inversor. ....	64
20.4.3 Características de los componentes a instalar.....	65
20.4.4 Características de conductores. ....	77
20.4.5 Medidas de protección empleadas. ....	77
20.4.6 Cajas de seccionamiento. ....	85
20.4.7 Tipo de conexión a la red. ....	85
20.4.8 Método de diseño empleado. ....	86
21 CONSIDERACIONES FINALES .....	86

## 1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La empresa RENOVALIA ALORA, S.L. pretende llevar a cabo la construcción de una Planta Solar FV de 39,01 MWp de potencia, denominada "GIBRALGALIA II", situada en la provincia de Málaga, en el término municipal de Casarabonela.

Ante la necesidad de realizar el correspondiente proyecto, y su legalización ante los organismos oficiales competentes, se ha realizado el encargo de redacción y firma del mismo al técnico D. José Miguel Martínez Moreno, colegiado nº 1026 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Albacete.

## 2 OBJETO DEL PROYECTO

El presente Proyecto tiene por objeto diseñar, definir y calcular las siguientes infraestructuras:

- ✚ 5 Líneas Subterráneas de Media Tensión.
  - LSMT 1: RHZ1 OL 18/30kV 3x240mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.551 m.
  - LSMT 2: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 609 m.
  - LSMT 3: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.300 m.
  - LSMT 4: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.297 m.
  - LSMT 5: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.501 m.
- ✚ 16 Estaciones Media Tensión Power Electronics con:
  - 11 Transformadores Aceite de 2.100 KVA (30/0,66 KV).
  - 4 Transformadores Aceite de 3.150 KVA (30/0,66 KV).
  - 1 Transformador Aceite de 4.200 KVA (30/0,66 KV).
  - 16 Bloques de Celdas MT con aislamiento integral en SF6.
  - 11 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS2101K 2100KWn.
  - 4 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS3151K 3150KWn.
  - 1 Inversor Power Electronics HEMK 660V FS4200K 4200KWn.
  - Armarios C.C. y C.A. Power Electronics.
- ✚ Planta solar fotovoltaica:
  - 56.550 módulos FV Suntech STP690S de 690 Wp.
  - 3.770 estructuras fijas inclinadas 25º ER Ingeniería ERI-15.
  - 221 Cajas seccionamiento.
- ✚ PPC Power Electronics Freesun PPC.

Las líneas subterráneas de media tensión que interconectan las Estaciones de Media Tensión en la planta FV discurrirán por terrenos cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la Planta FV GIBRALGALIA II y por terrenos del término municipal de Casarabonela.

Los organismos afectados por las líneas subterráneas de media tensión serán:

- ✚ Ayuntamiento de Casarabonela.
- ✚ Exolum.
- ✚ Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (Vías pecuarias de Andalucía).
- ✚ Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas).

Al mismo tiempo, servirá de base para cuantas autorizaciones y permisos sean necesarios para la realización de los trabajos de construcción y para el desarrollo de la actividad que se ejercerá posteriormente.

### 3 TITULAR DE LAS INSTALACIONES

La titularidad de las instalaciones proyectadas reside en:

RENOVALIA ALORA, S.L.  
CIF: B-02614550  
Avenida Picassent, Nº 10 (Bloque A)  
02600 Villarrobledo (Albacete)

### 4 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- ✚ Regulación de las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica. (Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre).
- ✚ RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- ✚ Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- ✚ Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. (Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo).
- ✚ Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).

- ✚ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✚ Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- ✚ Decreto-ley 2/2018, de 26 de junio, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.
- ✚ Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- ✚ Pliego de instalaciones Técnicas para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red del IDAE.
- ✚ Normas Particulares y Condicionantes Impuestos de la Compañía Suministradora.
- ✚ Normas UNE, EN y Documentos de Armonización HD de obligado cumplimiento.
- ✚ Normativa UNESA de Obligado cumplimiento.
- ✚ Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos Públicos Afectados.
- ✚ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✚ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✚ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✚ Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✚ Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✚ Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✚ Otra normativa y recomendaciones que tenga relación con la Instalación, reflejada en la Memoria general del presente proyecto.

## 5 EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD.

La Planta FV “GIBRALGALIA II” está distribuida en varias parcelas de los Polígonos 9 y 12, del término municipal de Casarabonela, provincia de Málaga.

En la siguiente tabla se detallan dichas parcelas, así como la superficie ocupada por la planta FV y la superficie total de las parcelas, teniendo:

T.M. DE CASARABONELA (MALAGA)				
Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie Total (Ha)	Superficie Ocupada Vallado Planta FV (Ha)
9	58	29040A00900058	20,7012	15,4663
12	23	29040A01200023	54,6521	36,1147
12	13	29040A01200013	12,6857	6,4264
TOTAL			88,0390	58,0074

La superficie total de las parcelas es de 88,0390 Ha. La actividad contará con una superficie ocupada total de 58,0074 Ha y su morfología será poligonal.

### 5.1 EMPLAZAMIENTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.

Las líneas subterráneas de media tensión que parten de las Estaciones de Media Tensión discurrirán por terrenos cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la Planta FV GIBRALGALIA II y por terrenos del término municipal de Casarabonela, hasta llegar a la nueva SET “GIBRALGALIA II” situada en las inmediaciones de la Planta FV.

En concreto, la nueva Subestación “GIBRALGALIA II” se construirá en la parcela 23 del polígono 12 del término municipal de Casarabonela y será objeto de otro proyecto, siendo de titularidad de la sociedad Renovalia Alora, S.L.

## 6 ASPECTOS AMBIENTALES DE PLANTA FV.

Se elaborará un Estudio de Impacto Ambiental independiente al presente proyecto para la Planta Solar FV “GIBRALGALIA II”. En dicho Estudio de Impacto Ambiental se realizará una valoración ambiental de las instalaciones de la Planta FV y la determinación de las medidas necesarias para prevenir, corregir y, en su caso compensar, los posibles efectos

adversos sobre el medio ambiente de dicha Planta FV.

## 7 CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD.

La actividad que se pretende corresponde, según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, CNAE, al número 3519, cuya actividad consiste en la Producción de energía eléctrica de otros tipos.

Desde el punto de vista de la ocupación por parte de las personas, se trata de una “ACTIVIDAD PRIVADA”. En la planta no va a existir más presencia que la de los titulares de la instalación y la de los empleados que en la misma trabajen.

Desde el punto de vista Técnico se va a considerar la instalación como “INSTALACIÓN GENERADORA INTERCONECTADA DE BAJA TENSIÓN” y como “INSTALACIÓN EN LOCAL MOJADO”, por ser una instalación a la intemperie. Por todo ello le será de aplicación el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión las ITC generales: 19, 20, 21, 22, 23, 24 y en especial la ITC-BT-40 y la ITC-BT-30.

Desde el punto de vista de la actividad no se considera molesta, nociva ni peligrosa.

## 8 TERRENOS Y EDIFICACIONES.

La actividad se instalará en varias parcelas de los polígonos 9 y 12 del término municipal de Casarabonela (Málaga). El detalle y superficies de las parcelas han sido detalladas con anterioridad en el apartado 5 “Descripción del Emplazamiento”.

La única actividad que se realizará será la de producción de energía eléctrica.

El acceso a la actividad se realizará desde la Carretera A-357 en su punto kilométrico 36+050 desde donde parte la Carretera del Canal con referencia catastral 29040A012090180000FH que da acceso a la Planta FV “GIBRALGALIA II”. Así mismo, se realizará el acceso a la actividad desde la Carretera A-357 en su punto kilométrico 34+825, desde donde parte el Camino del Valle de Adalajis con referencia catastral 29040A012090050000FK.

La actividad contará con una superficie ocupada total de 58,0074 Ha y su morfología será poligonal.



En la actividad se contará con una superficie útil de captación de módulos solares de aproximadamente 175.664,2 m<sup>2</sup>.

La actividad tiene un ratio de 1,486 Ha/MW. Puesto que la tecnología fotovoltaica presenta un amplio margen de mejora en cuanto al aumento de la eficiencia de los módulos fotovoltaicos, en un futuro no muy lejano supondrá un mejor ratio Ha/MW.

## 8.1 CUMPLIMIENTO DE LA L.O.U.A

Las energías renovables, impulsadas por distintos factores de tipo social, económico, político y técnico, han experimentado un importante impulso en los últimos años permitiendo su uso de una manera cada vez más popular y contribuyendo a paliar el progresivo aumento de la demanda energética con una reducción de emisiones contaminantes implícitas a otras tecnologías de generación eléctrica convencionales; consiguientemente se está contribuyendo de una manera importante a la protección del Medio Ambiente y al Desarrollo Sostenible.

Entre los distintos sistemas de generación mediante energías renovables se encuentra la generación solar fotovoltaica. Este sistema permite el aprovechamiento de la energía solar para convertirla en electricidad mediante los paneles solares. Dicha energía, a través de un equipo denominado inversor, se adecua a los requerimientos que la red de suministro exige y es inyectada para el consumo de los distintos receptores. Este sistema, además de aportar una larga vida útil (los fabricantes garantizan la generación con sus paneles durante más de 20 años), no requiere de cuidados especiales y el mantenimiento es mínimo.

Por todo lo mencionado anteriormente, la actividad se ha de desarrollar en suelo rústico, debido a la necesidad de utilizar una superficie plana y libre de obstáculos que permita captar la máxima energía procedente del sol, por lo que será necesaria una recalificación de los terrenos. Debido a todo ello se ha tenido en cuenta lo especificado en el Código de Urbanismo de Andalucía (Edición de 12/06/2020) que incluye entre otras normativas la Ley 7/2002 de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía (BOJA num.154, 31/12/2002) con sus modificaciones posteriores.

En el artículo 12 de la Ley 2/2007 de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía, se describe la implantación de las actuaciones de producción de energía eléctrica mediante fuentes energéticas renovables y el procedimiento urbanístico, teniendo:

1. Las actuaciones de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos vinculados a la generación mediante fuentes energéticas renovables, incluidos su transporte y distribución, que se ubiquen en Andalucía, sean de promoción pública o privada, serán consideradas como Actuaciones de Interés Público a los efectos del Capítulo V del Título I de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
2. Para aquellas actuaciones cuya competencia corresponda a la Comunidad Autónoma de Andalucía, el promotor de las mismas deberá acompañar a la solicitud de autorización de la instalación a otorgar por la Consejería competente en materia de energía, junto a la documentación sectorial exigida, un anexo que describa las determinaciones del planeamiento urbanístico de aplicación y el análisis de su cumplimiento y un informe de compatibilidad urbanística emitido por el Ayuntamiento en cuyo municipio se pretenda la actuación.
3. Para las actuaciones cuya competencia corresponda a la Comunidad Autónoma de Andalucía, reglamentariamente se articulará la unificación de los trámites de información pública contemplados en los procedimientos de autorización municipal y de los distintos organismos competentes implicados.
4. En el marco de la correspondiente planificación energética en vigor, a las actuaciones de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos vinculados a la generación mediante fuentes energéticas renovables, incluidos su transporte y distribución, no les será de aplicación lo referente a la prestación de garantía prevista en el artículo 52.4 de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre.
5. Para las actuaciones de interés público vinculadas a la generación y evacuación de energía eléctrica mediante energía renovable, la aprobación del proyecto de actuación, en su caso, previstos en el apartado 3 del artículo 42 de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, será sustituida por la emisión de informe favorable por parte de la Consejería competente en materia de urbanismo. Para ello, previamente a la obtención de la licencia urbanística y una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes, el promotor deberá solicitar dicho informe presentando la documentación correspondiente.
6. En el caso de actuaciones contempladas en programas territoriales de energías renovables que hayan sido desarrollados a su vez mediante Planes Especiales de Ordenación, para su implantación será suficiente el Proyecto de Ejecución que, entre otros aspectos, definirá suficientemente el conjunto de las construcciones, instalaciones y transformaciones que se deriven de la actuación.

7. Estas actuaciones requerirán, tras las autorizaciones que procedan de acuerdo con el resto de normas de aplicación, el otorgamiento de la correspondiente licencia urbanística municipal.

#### 8.1.1 Justificación urbanística.

Tal y como se ha indicado la actividad se encuentra situada en el Término Municipal de Casarabonela, Málaga.

Las parcelas se encuentran en un suelo clasificado como suelo no urbanizable de carácter rural, suelo en el que puede ubicarse la Planta Fotovoltaica.

El Ayuntamiento de Casarabonela posee todas las competencias relativas a ordenación de territorio, normativa urbanística, autorización de las obras, etc. por lo que se tendrá en cuenta para la elaboración del presente proyecto el cumplimiento del Plan General de Ordenación Urbanística de Casarabonela Documento de aprobación inicial del año 2017.

La actuación se considera como utilidad pública o interés social vinculada a la generación de energía eléctrica de tipo renovable por lo que el promotor de la Planta FV "GIBRALGALIA II" deberá realizar la solicitud de los correspondientes Informes de Compatibilidad Urbanística ante el Excmo. Ayuntamiento de Casarabonela con carácter previo al inicio de las obras, así como la correspondiente Solicitud de Licencia de Obra.

Del mismo modo, será necesario tramitar las correspondientes autorizaciones y permisos ante los Organismos Autonómicos y Estatales competentes.

## 9 PROCESO INDUSTRIAL.

La actividad consistirá en el aprovechamiento de la energía solar para convertirla en electricidad mediante los paneles solares. Dicha energía, a través de un equipo denominado inversor, se adecua a los requerimientos que la red de suministro exige y es inyectada para el consumo de los distintos receptores. Este sistema, además de aportar una larga vida útil (los fabricantes garantizan la generación con sus paneles durante más de 20 años), no requiere de cuidados especiales y el mantenimiento es mínimo.

En el plano denominado “Esquema Unifilar” se puede apreciar el diagrama del proceso mencionado anteriormente.

En la actividad intervienen dieciséis bloques fotovoltaicos donde se instalarán estructuras fijas, las cuales albergarán los paneles fotovoltaicos.

En la misma planta, se instalarán dieciséis estaciones de media tensión de intemperie que albergará el inversor outdoor, el transformador, envolvente metálica que incluyen en su interior las celdas de media tensión y los cuadros de baja tensión.

Dada la potencia de generación se hace necesaria la evacuación de energía en media tensión, por lo que se realizarán las infraestructuras eléctricas necesarias para la entrega hasta las instalaciones de la subestación de alta tensión.

Las máquinas, así como cualquier elemento industrial que utilice energía eléctrica para su funcionamiento deberán estar conectadas a tierra.

La instalación funcionará durante las horas de sol, permaneciendo fuera de servicio durante las horas nocturnas.

## 10 MAQUINARIA E INSTALACIONES INDUSTRIALES.

### ✚ 5 Líneas Subterráneas de Media Tensión.

- LSMT 1: RHZ1 OL 18/30kV 3x240mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.551 m.
- LSMT 2: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 609 m.
- LSMT 3: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.300 m.
- LSMT 4: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.297 m.
- LSMT 5: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.501 m.

### ✚ 16 Estaciones Media Tensión Power Electronics con:

- 11 Transformadores Aceite de 2.100 KVAs (30/0,66 KV).
- 4 Transformadores Aceite de 3.150 KVAs (30/0,66 KV).
- 1 Transformador Aceite de 4.200 KVAs (30/0,66 KV).
- 16 Bloques de Celdas MT con aislamiento integral en SF6.
- 11 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS2101K 2100KWn.
- 4 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS3151K 3150KWn.
- 1 Inversor Power Electronics HEMK 660V FS4200K 4200KWn.
- Armarios C.C. y C.A. Power Electronics.

### ✚ Planta solar fotovoltaica:

- 56.550 módulos FV Suntech STP690S de 690 Wp.
- 3.770 estructuras fijas inclinadas 25° ER Ingeniería ERI-15.
- 221 Cajas seccionamiento.

### ✚ PPC Power Electronics Freesun PPC.

## 11 POTENCIA TOTAL A INSTALAR.

La potencia a instalar será:

POTENCIA MÁXIMA PICO EN PANELES:	39.019.500 Wp
POTENCIA NOMINAL EN INVERSORES (50°C):	37.050.000 Wn
POTENCIA NOMINAL EN INVERSORES (40°C):	39.900.000 Wn
POTENCIA MÁXIMA A EVACUAR (*):	45.000.000 Wn
(*) Potencia máxima a evacuar controlada por PPC.	

## 12 PERSONAL

No será necesario para la actividad expuesta plantilla de personal laboral, ya que la instalación será totalmente autónoma, disponiendo de los equipos necesarios para su mantenimiento y vigilancia.

### 13 MATERIAS ALMACENADAS.

Durante todo el proceso de producción de la actividad, no será necesario el almacenamiento de ningún tipo de materia prima, dado que toda la energía será inyectada a la red eléctrica.

### 14 PRODUCTOS OBTENIDOS.

Como ya se ha descrito anteriormente durante el desarrollo de esta actividad se producirá la transformación de energía solar en energía eléctrica, siendo ésta el producto obtenido.

### 15 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Está previsto un plazo de ejecución de las instalaciones de un año, a partir de la obtención de todos los permisos administrativos.

### 16 CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Debido a que la actividad propiamente dicha se realiza al aire libre, no existiendo ningún edificio el cual albergue personas ó en el que se realice algún tipo de actividad, no le es de aplicación ninguno de los reglamentos que se citan:

- ✚ Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- ✚ DB-SI "Documento Básico SI, Seguridad en Caso de Incendio" del Código Técnico De La Edificación.

## 17 RIESGOS AMBIENTALES PREVISIBLES Y MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS.

### 17.1 RUIDOS Y VIBRACIONES.

Teniendo en cuenta el tipo de actividad y la ubicación de la misma, los ruidos y vibraciones que produce son mínimos, no obstante, no se consideran apreciables dada la situación geográfica, por lo que no se considera necesario un estudio sobre las mismas.

Aun así, para reducir al máximo los niveles de perturbación por vibraciones se tendrán en cuenta las siguientes medidas correctoras:

Los elementos móviles de máquinas se mantendrán en perfecto estado de conservación, especialmente su equilibrado dinámico y estático, cojinetes y caminos de rodadura.

Dada la poca entidad de la maquinaria, respecto a la emisión de vibraciones y teniendo en cuenta que poseen de sistema antivibratorio, diseñado por el fabricante, se estima que no hay que adoptar medidas correctoras especiales. No obstante, el aislamiento utilizado es suficiente para eliminar las vibraciones.

### 17.2 EMISIONES A LA ATMOSFERA.

Debido al tipo de actividad no se prevén emisiones de ningún tipo a la atmósfera.

### 17.3 UTILIZACIÓN DEL AGUA Y VERTIDOS LÍQUIDOS.

Debido al tipo de actividad no se prevén emisiones de ningún tipo de agua ni vertidos líquidos.

### 17.4 GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.

Se contempla la gestión de residuos en el documento 2.2 “Anexo Gestión de Residuos” del presente proyecto.

## 17.5 IMPACTO AMBIENTAL.

La instalación estará compuesta de estructuras metálicas fijas con una altura máxima de 2,8 m.

Además, se realizará un vallado perimetral de la planta fotovoltaica, dotando a dicha valla de cancelas de entrada con dimensiones adecuadas para el paso de personas y vehículos. La superficie ocupada por el vallado perimetral es 58,0074 ha. Las características de dicho vallado perimetral vienen reflejadas en el documento planos.

El retranqueo tanto a parcelas colindantes, caminos o cualquier otra afección se realizará cumpliendo la normativa vigente según el caso.

## 17.6 ACCESO Y CAMINOS EXISTENTES.

Se procurará que el acceso sea fácil y se utilicen las infraestructuras existentes en la zona, como caminos rurales en uso con objeto de minimizar la ocupación de terreno natural, y se adecuarán para evitar que se interrumpa su funcionalidad por las obras del proyecto.

Caso de producirse alguna alteración o daño en los caminos rurales existentes, serán restaurados convenientemente hasta recuperar su funcionalidad.



## 18 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.

### 18.1 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

Las líneas subterráneas de media tensión que parten de las Estaciones de Media Tensión discurrirán por terrenos cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la Planta FV GIBRALGALIA II y por terrenos del término municipal de Casarabonela, hasta llegar a la nueva SET "GIBRALGALIA II" situada en las inmediaciones de la Planta FV.

En concreto, la nueva Subestación "GIBRALGALIA II" se construirá en la parcela 23 del polígono 12 del término municipal de Casarabonela y será objeto de otro proyecto, siendo de titularidad de la sociedad Renovalia Alora, S.L.

### 18.2 PUNTOS DE CONEXIÓN.

El punto de conexión se realizará en una nueva subestación objeto de otro proyecto (SET "GIBRALGALIA II"), en concreto se realizará en cinco posiciones de línea nuevas (Celdas L-1, L-2, L-3, L-4 y L-5) dispuestas para la nueva planta solar fotovoltaica.

La evacuación de la energía generada por la planta se realizará a través de esa nueva subestación y de una nueva línea de evacuación ambas objeto de sendos proyectos, siendo titularidad de la sociedad Renovalia Alora, S.L.U.

### 18.3 TRAZADO.

Las líneas subterráneas de media tensión que parten de las Estaciones de Media Tensión discurrirán por terrenos cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la Planta FV GIBRALGALIA II y por terrenos del término municipal de Casarabonela, hasta llegar a la nueva SET "GIBRALGALIA II" situada en las inmediaciones de la Planta FV.

La línea subterránea de media tensión se instalará directamente enterrada en todo su trazado excepto en los cruzamientos que se instalarán mediante canalización entubada con tubos hormigonados.

En la siguiente tabla se indican los puntos en los que el trazado cambia el tipo de canalización, teniendo los siguientes puntos:

PLANTA FV GIBRALGALIA II (COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30 S)		
Nº PUNTO	X	Y
P1	342.575,75	4.073.770,28
P2	342.538,98	4.073.779,85
P3	342.992,62	4.074.401,08
P4	343.080,57	4.074.528,23
P5	343.143,23	4.074.633,78
P6	343.150,65	4.074.640,60
P7	343.122,23	4.074.702,51
P8	343.101,39	4.074.713,63
P9	343.036,72	4.074.811,73
P10	343.034,44	4.074.821,77

Los cruzamientos producidos por el trazado de las líneas subterráneas son los siguientes:

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN						
Tramo	Cruce	Organismo afectado	Elemento con el que se cruza la línea eléctrica	Termino Municipal	Polig.	Parcela
P1-P2	C1	EXOLUM	Oleoducto	Casarabonela	12	23
P3-P4	C2	Red Autonómica Carreteras	Carretera A-357	Casarabonela	12	9017
		Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía	Cañada Real de Sevilla a Málaga	Casarabonela	-	-
		Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía	Arroyo	Casarabonela	12	9002
		Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía	Arroyo de las Cañas	Casarabonela	12	9015
P5-P6	C3	Ayuntamiento de Casarabonela	Carretera del Canal	Casarabonela	12	9018
P7-P8	C4	Ayuntamiento de Casarabonela	Carretera del Canal	Casarabonela	12	9018
P9-P10	C5	Ayuntamiento de Casarabonela	Camino Casarabonela-Alora	Casarabonela	12	9003

### 18.3.1 LSMT 1.

La línea subterránea de media tensión denominada LSMT-1 partirá de la nueva celda de línea denominada L-1 situada en la nueva SET GIBRALGALIA II hasta llegar a las Estaciones de Media Tensión de intermedia denominadas CT-1, CT-2, CT-5 y CT-6 a instalar, para la alimentación de los trafos a una tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia.

El trazado de la línea LSMT-1 tiene su origen en la nueva SET "GIBRALGALIA II" y su destino final en los CT-1, CT-2, CT-5 y CT-6 con una longitud aproximada de 1.551 metros.

La línea subterránea de media tensión LSMT-1 discurre por los terrenos de la Planta FV "GIBRALGALIA II" cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la instalación y por terrenos del término municipal de Casarabonela.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-1			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-1	342.637,72	4.073.533,63
Destino	CT-2	342.939,36	4.073.643,63
Destino	CT-5	342.450,91	4.073.842,43
Destino	CT-6	342.348,18	4.073.877,93

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-1:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-1					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L1	CT1	181			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT1	CT2	447			
CT2	P1	567			
P1	P2	38	C1	Gasoducto	Gasoducto
P2	CT5	182			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT5	CT6	136			
Distancia Total		1551			

### 18.3.2 LSMT 2.

La línea subterránea de media tensión denominada LSMT-2 partirá de la nueva celda de línea denominada L-2 situada en la nueva SET hasta llegar a las Estaciones de Media Tensión de intermedia denominadas CT-3, CT-4 y CT-7 a instalar, para la alimentación de los trafos a una tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia.

El trazado de la línea LSMT-2 tiene su origen en la nueva SET "GIBRALGALIA II" y su destino final en los CT-3, CT-4 y CT-7 con una longitud aproximada de 609 metros.

La línea subterránea de media tensión LSMT-2 discurre por los terrenos de la Planta FV "GIBRALGALIA II" cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la instalación y por terrenos del término municipal de Casarabonela.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-2			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-3	342.759,31	4.073.705,63
Destino	CT-4	342.777,75	4.073.847,63
Destino	CT-7	342.860,98	4.073.947,63

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-2:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-2					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L2	CT3	150			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT3	CT4	232			
CT4	CT7	227			
Distancia Total		609			

### 18.3.3 LSMT 3.

La línea subterránea de media tensión denominada LSMT-3 partirá de la nueva celda de línea denominada L-3 situada en la nueva SET hasta llegar a las Estaciones de Media Tensión de intermedia denominadas CT-8, CT-9 y CT-10 a instalar, para la alimentación de los trafos a una tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia.

El trazado de la línea LSMT-3 tiene su origen en la nueva SET "GIBRALGALIA II" y su destino final en los CT-8, CT-9 y CT-10 con una longitud aproximada de 1.300 metros.

La línea subterránea de media tensión LSMT-3 discurre por los terrenos de la Planta FV "GIBRALGALIA II" cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la instalación y por terrenos del término municipal de Casarabonela.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-3			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-8	342.860,14	4.074.107,71
Destino	CT-9	342.783,05	4.074.161,71
Destino	CT-10	342.514,1	4.074.399,13

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-3:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-3					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L3	CT8	643			PSFV "GIBRALGALIA II"
CT8	CT9	154			
CT9	CT10	503			
Distancia Total		1300			

#### 18.3.4 LSMT 4.

La línea subterránea de media tensión denominada LSMT-4 partirá de la nueva celda de línea denominada L-4 situada en la nueva SET hasta llegar a las Estaciones de Media Tensión de intermedia denominadas CT-12, CT-14 y CT-16 a instalar, para la alimentación de los trafos a una tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia.

El trazado de la línea LSMT-4 tiene su origen en la nueva SET “GIBRALGALIA II” y su destino final en los CT-12, CT-14 y CT-16 con una longitud aproximada de 2.297 metros.

La línea subterránea de media tensión LSMT-4 discurre por los terrenos de la Planta FV “GIBRALGALIA II” cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la instalación y por terrenos del término municipal de Casarabonela.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-4			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-12	342.975,15	4.075.180,83
Destino	CT-14	342.988,25	4.075.312,67
Destino	CT-16	343.016,86	4.075.369,54

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-4:

TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-4					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L4	P3	1.007			PSFV "GIBRALGALIA II" / Lateral de Arroyo
P3	P4	154	C2	Autovia A-357 Cañada Real de Sevilla a Málaga/Arroyo de las Cañas	
P4	P5	123			Parcela Privada
P5	P6	14	C3	Carretera del Canal	
P6	P7	69			Lateral camino del Canal
P7	P8	25	C4	Carretera del Canal	
P8	P9	120			Lateral camino Casarabonela
P9	P10	10	C5	Camino Casarabonela- Alora	
P10	CT12	448			Lateral camino Casarabonela/PSFV "GIBRALGALIA II"
CT12	CT14	199			
CT14	CT16	128			
Distancia Total		2297			

### 18.3.5 LSMT 5.

La línea subterránea de media tensión denominada LSMT-5 partirá de la nueva celda de línea denominada L-5 situada en la nueva SET hasta llegar a las Estaciones de Media Tensión de intermedia denominadas CT-11, CT-13 y CT-15 a instalar, para la alimentación de los trafos a una tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia.

El trazado de la línea LSMT-5 tiene su origen en la nueva SET “GIBRALGALIA II” y su destino final en los CT-11, CT-13 y CT-15 con una longitud aproximada de 2.501 metros.

La línea subterránea de media tensión LSMT-5 discurre por terrenos cuyo derecho de uso es propiedad del titular de la Planta FV “GIBRALGALIA II” y por terrenos del término municipal de Casarabonela.

COORDENADAS UTM DATUM ETRS89 Huso 30 DE TRAZADO LSMT-5			
Punto	Lugar	Coordenada UTM-X	Coordenada UTM-Y
Origen	SET GIBRALGALIA II	342.672,01	4.073.616,87
Destino	CT-11	342.976,19	4.075.046,54
Destino	CT-13	342.716,92	4.075.189,03
Destino	CT-15	342.793,59	4.075.331,54

A continuación se muestra una tabla resumen del trazado de la línea LSMT-5:



TABLA RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. LSMT-5					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long (m)	Cruce	Elemento cruce	Trazado
SET-L5	P3	1007			PSFV GIBRALGALIA/Lateral de Arroyo
P3	P4	154	C2	Autovía A-357/Cañada Real de Sevilla a Málaga/Arroyo de las Cañas	
P4	P5	123			Parcela Privada
P5	P6	14	C3	Carretera del Canal	
P6	P7	69			Lateral Camino del Canal
P7	P8	25	C4	Carretera del Canal	
P8	P9	120			Lateral Camino Casarabonela
P9	P10	10	C5	Camino Casarabonela-Alora	
P10	CT11	320			Lateral camino Casarabonela/PSFV "GIBRALGALIA II"
CT11	CT13	468			
CT13	CT15	191			
Distancia Total		2501			

### 18.3.6 Relación de parcelas afectadas.

Las líneas subterráneas de evacuación de media tensión están ubicadas en el término municipal de Casarabonela, en la provincia de Málaga.

En la siguiente tabla se detallan las parcelas afectadas por el trazado de las líneas de evacuación:

PARCELAS AFECTADAS POR RECORRIDO DE LINEAS SUBTERRANEAS MT			
Término municipal	Polígono Nº	Nº parcela según catastro	Ref. Catastral
CASARABONELA	12	13	29040A01200013
CASARABONELA	12	23	29040A01200023
CASARABONELA	12	22	29040A01200022
CASARABONELA	12	9017	29040A01209017
CASARABONELA	12	9002	29040A01209002
CASARABONELA	12	21	29040A01200021
CASARABONELA	12	9015	29040A01209015
CASARABONELA	12	35	29040A01200035
CASARABONELA	12	9018	29040A01209018
CASARABONELA	12	9003	29040A01209003
CASARABONELA	9	9016	29040A00909016
CASARABONELA	9	58	29040A00900058

### 18.4 CLASE DE ENERGÍA.

Las líneas eléctricas proyectadas estarán dimensionadas para una tensión nominal de 30 kV por lo que queda clasificada en el grupo de Tercera Categoría, de acuerdo con el artículo 3 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Las características principales son las siguientes:

❖ Clase de corriente	Alterna trifásica.
❖ Frecuencia	50 Hz.
❖ Tensión nominal	30 kV.
❖ Tensión más elevada material	36 kV.
❖ Tensión soportada nominal a frecuencia industrial: 70 kV eficaces.	
❖ Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo): 170 kV de cresta.	

## 18.5 ENERGÍA A EVACUAR.

El cálculo de la instalación se realizará en base a la potencia instalada en los inversores de la instalación fotovoltaica, especificándose a continuación las instalaciones a considerar y la potencia de evacuación:

ENERGÍA A EVACUAR DE PLANTA FV GIBRALGALIA II					
Nº LSMT	BLOQUE	POTENCIA	POTENCIA TOTAL LSMT	DENOMIN.	POTENCIA TRAFO
LSMT 1	BLOQUE 1	3.146,40 KWp	9.450 KVA <sub>s</sub>	1.1	3.150 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 2	2.277,00 KWp		2.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 5	2.277,00 KWp		5.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 6	2.152,80 KWp		6.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
LSMT 2	BLOQUE 3	3.125,70 KWp	7.350 KVA <sub>s</sub>	3.1	3.150 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 4	1.987,20 KWp		4.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 7	1.966,50 KWp		7.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
LSMT 3	BLOQUE 8	1.966,50 KWp	8.400 KVA <sub>s</sub>	8.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 9	2.070,00 KWp		9.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 10	4.160,70 KWp		10.1	4.200 KVA <sub>s</sub>
LSMT 4	BLOQUE 12	2.980,80 KWp	7.350 KVA <sub>s</sub>	12.1	3.150 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 14	1.925,10 KWp		14.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 16	1.945,80 KWp		16.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
LSMT 5	BLOQUE 11	3.001,50 KWp	7.350 KVA <sub>s</sub>	11.1	3.150 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 13	2.007,90 KWp		13.1	2.100 KVA <sub>s</sub>
	BLOQUE 15	2.028,60 KWp		15.1	2.100 KVA <sub>s</sub>

La potencia máxima a evacuar es de 45 MWn y será controlada por el Power Plant Controller.

## 18.6 MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1. La tensión más elevada del material ( $U_m$ ) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado ( $U_s$ ). La tensión asignada del cable  $U_0/U$  se elegirá en función de la tensión nominal de la red ( $U_n$ ), o tensión más elevada de la red ( $U_s$ ), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

En nuestro caso la tensión asignada del cable  $U_0/U$  será 18/30 kV ya que la tensión nominal de la red  $U_n$  será 30 kV y la tensión más elevada de la red  $U_s$  será 36 kV.

## 18.7 CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta

semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

El conductor que se utilizará para realizar la red de media tensión subterránea será de aluminio, unipolar aislado tipo polietileno reticulado XLPE de 240 mm<sup>2</sup> de sección, de tensión nominal 18/30 kV y sección de la pantalla 25 mm<sup>2</sup> del tipo RHZ1-OL.

Aun así, la aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el punto siguiente de cálculo del proyecto.



### HERSATENE RHZ1

**Conductor:** Aluminio, semirígido clase 2  
**Aislación:** Polietileno reticulado (XLPE)  
**Cubierta:** Polietileno termoplástico libre de halógenos  
**Pantalla:** Hilos de cobre  
**Norma:** ENDESA CND001 - Norma constructiva  
 ENDESA CND013 - Norma constructiva  
 UNE-EN 50267 - Libro de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases  
 IEC 60754 - Libro de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

**Voltaje:** 12/20 kV - 18/30 kV

- Cables para distribución de energía en instalaciones de media tensión al aire, canalizadas o enterradas.
- Cubierta resistente a la abrasión y al desgarramiento.
- Mayor facilidad de despliegue.
- Cable libre de halógenos.
- Temperatura máxima en servicio permanente 90°C.



SECCIÓN	DIÁMETRO INTERIOR	DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	PESO MÁXIMO CABLEADO	PESO MÁXIMO PO. CONDUCTOR	INTENSIDAD A 40°C / 40°C	INTENSIDAD A 40°C / 30°C
mm <sup>2</sup>	mm	mm	kg/km	mm	kg/km	A	A
35	16.6	18.1	208	300	0.16	130	170
50	18.2	19.8	248	360	0.22	150	200
70	20.4	22.0	300	440	0.28	180	240
95	22.5	24.2	370	560	0.36	220	290
120	24.5	26.4	450	700	0.45	270	360

## 18.8 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS.

Las líneas de media tensión de la planta FV “GIBRALGALIA II” discurrirán en canalización directamente enterrada, entubada y en perforación horizontal por las parcelas citadas en el punto “18.3.6. Relación de parcelas afectadas”. Las parcelas por las que se dispondrán las canalizaciones están calificadas como suelo rustico.

El trazado será lo más rectilíneo posible, así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación:

Directamente enterrados. Los cables se alojarán en zanjas con una profundidad mínima de 0,80 m y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya. El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río, lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima ira otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 m, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección consistirá en una placa cubrecables, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc, de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Posteriormente, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

Las líneas se enterrarán bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 70 cm en aceras y tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.

Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en la ITC-LAT-06.

Se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución hasta su agotamiento.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

Las canalizaciones podrán llevar tetratubos de control ubicados encima de los tubos eléctricos mediante soportes. Esta canalización, tendrá continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. Las derivaciones de cable de fibra óptica se realizarán en arquetas independientes a las de la red eléctrica.

En galerías. Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.



En atarjeas o canales revisables. Son canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared. Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En nuestra instalación las líneas de media tensión discurrirán en canalización directamente enterrada y en los cruzamientos se dispondrá enterrada bajo tubo.

## 18.9 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a las condiciones que como consecuencia de las disposiciones legales puedan imponer los Organismos competentes de las instalaciones o propiedades afectados. La situación de cada uno de ellos queda especificada a continuación, en los siguientes apartados en los cuales se han detallado los datos necesarios.

De modo general para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección que correspondan.

### 18.9.1 Cruzamientos.

En nuestro caso tenemos cruzamiento con otros cables de energía eléctrica por lo que se adoptaran las medidas especiales detalladas a continuación.



#### 18.9.1.1 Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de AT y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140mm de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 18.9.2 Paralelismos y proximidades.

Los cables subterráneos de A.T. deberán evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones. En nuestro caso disponemos de paralelismos y proximidades con otros cables de energía eléctrica y con cables de telecomunicación por lo que cumplirán las siguientes condiciones.

##### 18.9.2.1 Otros cables de energía eléctrica.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de AT. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia.

#### 18.9.2.2 Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 18.10 PUESTA A TIERRA.

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

#### 18.11 PROTECCIONES.

##### 18.11.1 Protección contra sobreintensidades.

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de

actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

#### 18.11.2 Protección contra sobretensiones.

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

Colocaremos veintisiete pararrayos con dispositivo de cebado de la marca PSR PARARRAYOS, modelo EC-SAT 1000 con un radio de acción máximo de 107 m en nivel 4 según el CTE.

ESTADO DE CONTAS DE RESULTADOS				
	DO 01/01/2019 - 30/06/2019	DO 01/01/2018 - 30/06/2018	DO 01/01/2017 - 30/06/2017	DO 01/01/2016 - 30/06/2016
RECEITA TOTAL	1.000.000,00	950.000,00	900.000,00	850.000,00
DESEMBOLSOS	(500.000,00)	(450.000,00)	(400.000,00)	(350.000,00)
RESULTADO LÍQUIDO	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00
RECEITA OPERACIONAL	800.000,00	750.000,00	700.000,00	650.000,00
DESEMBOLSOS OPERACIONAIS	(400.000,00)	(350.000,00)	(300.000,00)	(250.000,00)
RESULTADO OPERACIONAL	400.000,00	400.000,00	400.000,00	400.000,00
RECEITA FINANCEIRA	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS FINANCEIROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO FINANCEIRO	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA PATRIMONIAL	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS PATRIMONIAIS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO PATRIMONIAL	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE OUTROS	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
DESEMBOLSOS DE OUTROS	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)	(50.000,00)
RESULTADO DE OUTROS	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
RECEITA DE				

## Especificaciones técnicas pararrayos EC-SAT 1000.

## 18.12 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.

Se recopilará toda la información posible de todos los servicios subterráneos previamente existentes en la zona. Además se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas particulares existentes en los cruzamientos o paralelismos con las Líneas de Media Tensión.

Como se puede comprobar en el documento planos, parte de las líneas subterráneas de media tensión de la Planta FV “GIBRALGALIA II” discurren por terrenos pertenecientes al termino municipal de Casarabonela.

Las entidades que se ven afectadas por la traza de las líneas son las siguientes:

- ✚ Ayuntamiento de Casarabonela.
- ✚ Exolum.
- ✚ Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (Vías pecuarias de Andalucía).
- ✚ Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas).

Los bienes y derechos afectados por las líneas subterráneas de media tensión son las parcelas pertenecientes al Termino Municipal de Casarabonela y descritas en el punto “18.3.6 Relación de parcelas afectadas”.

## 19 ESTACIÓN MT INTEMPERIE.

### 19.1 EMPLAZAMIENTO.

Las estaciones de media tensión de intemperie están ubicadas en el interior de la Planta Solar FV, su ubicación exacta se muestra en el documento planos.

Se accederá a las estaciones de media tensión de intemperie, directamente desde una vía pública o, excepcionalmente, desde una vía privada, con la correspondiente servidumbre de paso.

### 19.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN MT.

La estación de media tensión objeto del presente proyecto será prefabricada de intemperie. La estación de media tensión será de la marca Power Electronics, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectúa a una tensión de servicio de 30 kV y una frecuencia de 50 Hz.

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF6).

La estación de media tensión Power Electronics es una plataforma compacta y resistente, con todos los equipos de media tensión integrados. Incluyendo transformadores outdoor de media tensión, celdas de protección y desconexión, cubas de aceite y filtros. Además, permite una conexión sencilla con los inversores HEMK.

### 19.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar la planta solar fotovoltaica a una tensión de 660 V, por lo que se tiene que:

POTENCIA INSTALADA PSFV GIBRALGALIA II				
BLOQUE	POTENCIA	DENOMIN.	POTENCIA INVERSOR	POTENCIA TRAFO
BLOQUE 1	3.146,40 KWp	1.1	3.150 KWp	3.150 KVA
BLOQUE 2	2.277,00 KWp	2.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 3	3.125,70 KWp	3.1	3.150 KWp	3.150 KVA
BLOQUE 4	1.987,20 KWp	4.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 5	2.277,00 KWp	5.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 6	2.152,80 KWp	6.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 7	1.966,50 KWp	7.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 8	1.966,50 KWp	8.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 9	2.070,00 KWp	9.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 10	4.160,70 KWp	10.1	4.200 KWp	4.200 KVA
BLOQUE 11	3.001,50 KWp	11.1	3.150 KWp	3.150 KVA
BLOQUE 12	2.980,80 KWp	12.1	3.150 KWp	3.150 KVA
BLOQUE 13	2.007,90 KWp	13.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 14	1.925,10 KWp	14.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 15	2.028,60 KWp	15.1	2.100 KWp	2.100 KVA
BLOQUE 16	1.945,80 KWp	16.1	2.100 KWp	2.100 KVA

### 19.4 OBRA CIVIL

#### 19.4.1 Local

La estación de media tensión estará ubicada a la intemperie, por lo que no dispone de local.

Las celdas de media tensión se instalarán en un armario metálico prefabricado de exterior del fabricante Power Electronics.

#### 19.4.2 Estación de media tensión.

La estación M.T. Power Electronics es una plataforma compacta de exterior realizada en acero galvanizado de alta resistencia, integrándose sobre la misma todo el equipamiento de media tensión.

La estación de media tensión de intemperie estará totalmente aislada por lo que ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas del lugar donde se prevé el emplazamiento de la instalación a efectos de la influencia de la temperatura, hielo, viento, humedad, contaminación, etc., sobre los equipos y demás elementos que componen la instalación.

#### 19.4.3 Cimentación.

Para la ubicación de la estación de media tensión de intemperie se realizará una excavación, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 15 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de  $1 \text{ kg/cm}^2$ , de tal manera que las instalaciones anejas a la estación de media tensión y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

La cimentación de las estaciones de media tensión se realizarán de acuerdo a los requerimientos del fabricante.

Las características y dimensiones de la cimentación de la estación de media tensión se muestra en el documento planos.

#### 19.4.4 Solera, pavimento y cerramientos exteriores.

No procede.

#### 19.4.5 Cubierta.

No procede.

#### 19.4.6 Pinturas.

Se tomarán medidas contra la corrosión que pueda afectar a los elementos metálicos por su exposición a la intemperie, debiendo utilizarse protecciones adecuadas, tales como galvanizados, pintura u otros recubrimientos.



## 19.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 19.5.1 Red de alimentación.

La red de la cual se alimentan las estaciones de media tensión es del tipo subterráneo, con una tensión de 30 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (ITC-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

### 19.5.2 Estaciones de Media Tensión.

Las estaciones de Media Tensión de la marca Power Electronics son unas plataformas compactas y resistentes, llave en mano, con todos los equipos de media tensión integrados. Incluye transformadores outdoor de media tensión, celdas de protección y desconexión, cubas de aceite y filtros. Además, permite una conexión sencilla con los inversores HEMK. Esta solución cumple con los requerimientos de plantas solares de gran producción.

#### SOLUCIÓN ADOPTADA:

Instalaremos dieciséis estaciones POWER ELECTRONICS, modelo MV SKID en la Planta FV, teniendo la siguiente configuración:

CONFIGURACIÓN ESTACIONES M.T. DE PLANTA FV GIBRALGALIA II				
DENOM.CT	DENOMIN.	TIPO ESTACIÓN MT	CONFIGURACIÓN CELDAS	POTENCIA TRAFO
CT-1	1.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA's
CT-2	2.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-3	3.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA's
CT-4	4.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-5	5.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-6	6.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-7	7.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-8	8.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-9	9.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-10	10.1	MV SKID	2L + 1V	4.200 KVA's
CT-11	11.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA's
CT-12	12.1	MV SKID	2L + 1V	3.150 KVA's
CT-13	13.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-14	14.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-15	15.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's
CT-16	16.1	MV SKID	2L + 1V	2.100 KVA's

# PROYECTO DE ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 39 MW “GIBRALTALIA II”

## MV Skid Compact

<b>TRANSFORMADOR</b>	Unidad de potencia	2100 KVA, 3150 KVA, 4200 KVA
	Relación de transformación	30/0,66 kV
	Medio de refrigeración	Forzada por aceite y agua
	Temperatura máxima de aceite	130°C
	Temperatura máxima de agua	50°C
<b>INVERSOR FREESUN HEMK</b>	Unidad de potencia	2100 KVA, 3150 KVA, 4200 KVA
	Relación de transformación	30/0,66 kV
	Medio de refrigeración	Forzada por aceite y agua
	Temperatura máxima de aceite	130°C
	Temperatura máxima de agua	50°C
<b>CUADRO DE PROTECCIÓN</b>	Unidad de potencia	2100 KVA, 3150 KVA, 4200 KVA
	Relación de transformación	30/0,66 kV
	Medio de refrigeración	Forzada por aceite y agua
	Temperatura máxima de aceite	130°C
	Temperatura máxima de agua	50°C
<b>CUADRO AUXILIAR</b>	Unidad de potencia	2100 KVA, 3150 KVA, 4200 KVA
	Relación de transformación	30/0,66 kV
	Medio de refrigeración	Forzada por aceite y agua
	Temperatura máxima de aceite	130°C
	Temperatura máxima de agua	50°C
<b>TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES</b>	Unidad de potencia	2100 KVA, 3150 KVA, 4200 KVA
	Relación de transformación	30/0,66 kV
	Medio de refrigeración	Forzada por aceite y agua
	Temperatura máxima de aceite	130°C
	Temperatura máxima de agua	50°C
<b>TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES</b>	Unidad de potencia	2100 KVA, 3150 KVA, 4200 KVA
	Relación de transformación	30/0,66 kV
	Medio de refrigeración	Forzada por aceite y agua
	Temperatura máxima de aceite	130°C
	Temperatura máxima de agua	50°C

Características técnicas Estación MT MV SKID.

Las estaciones tipo MV SKID de la marca POWER ELECTRONICS agrupan los siguientes equipos principales:

- 1 transformador de potencia 2100 KVA, 3150 KVA o 4200 KVA de relación de transformación 30/0,66 kV de aceite.
- 1 inversor Freesun HEMK 660V (2100KWn, 3150KWn o 4200KWn).
- Celdas de media tensión.
- Cuadros de protección CC.
- Cuadro auxiliar BT.
- Transformador de servicios auxiliares.

### 19.5.3 Aparamenta A.T.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden 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.
- ❑ En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las celdas de media tensión se instalarán en una envolvente metálica para instalación en exterior. La envolvente metálica tendrá un grado de protección IP 54, no teniendo acceso a las conexiones desde el exterior.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal ( $U_n$ ):

$$20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$$

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

#### 19.5.3.1 Características Celdas M.T.

En cada Estación de Media Tensión que nos ocupa se dispondrán celdas prefabricadas de Power Electronics, con la configuración indicada en la tabla del punto 19.5.2. Estaciones de media tensión.

#### 19.5.3.2 Características Armario Metalico Celdas M.T.

Las celdas de media tensión descritas en el punto anterior se instalarán en un armario metálico independiente de exterior con acceso frontal, del tipo prefabricado y específico para aparamenta de media tensión.

El armario metálico prefabricado dispone de una elevada seguridad para las personas Clase IAC-AB 20kA 1 s. El grado de protección de la envolvente metálica es IP-54, siendo su montaje integro en fábrica y ensayado como una unidad.

La envolvente metálica incluye puertas con cerradura, manetas, topes y está preparada para candados de 10 mm Ø. Las puertas de acceso a la aparamenta son dobles, con las dimensiones que se especifican en el documento planos. Así mismo dispone de rejillas de ventilación con filtro atrapapolvo.

Las puertas son abatibles a 90° y 180° e incorporan dos puntos de anclaje y una varilla de sujeción para las posiciones de apertura, a fin de impedir el cierre involuntario.

La envolvente metálica prefabricada ha sido diseñada para su empleo en espacios exteriores bajo condiciones de servicio normales, conforme a la

norma IEC-62271-1.

El armario metálico ha sido diseñado para su empleo en aplicaciones donde el aire ambiente puede contener polvo, gases corrosivos, vapores o sal. El grado de contaminación (promedio) no debe ser superior al nivel II, de acuerdo con la Tabla 1 de la norma IEC 60815. La categoría de corrosividad de la envolvente es C4 H (ISO 12944-1). La altitud del sitio de instalación no debe exceder los 1.000 mts.

Una vez atornillada, la envolvente de las celdas de media tensión forma una estructura metálica completa, donde cada compartimento cuenta con conexión a tierra.

Para la unión e interconexión de los colectores de puesta a tierra se utilizan conductores de cobre desnudos y trenzados de 35 mm<sup>2</sup>. El sistema de aparamenta de media tensión incluye dos colectores de puesta a tierra M12 desde los que puede realizarse la conexión al sistema de puesta a tierra en el emplazamiento.

En la parte inferior derecha se incluyen dos prensaestopas para las entradas de la conexión del circuito de tierra y/o la de control de circuito de la aparamenta de protección.

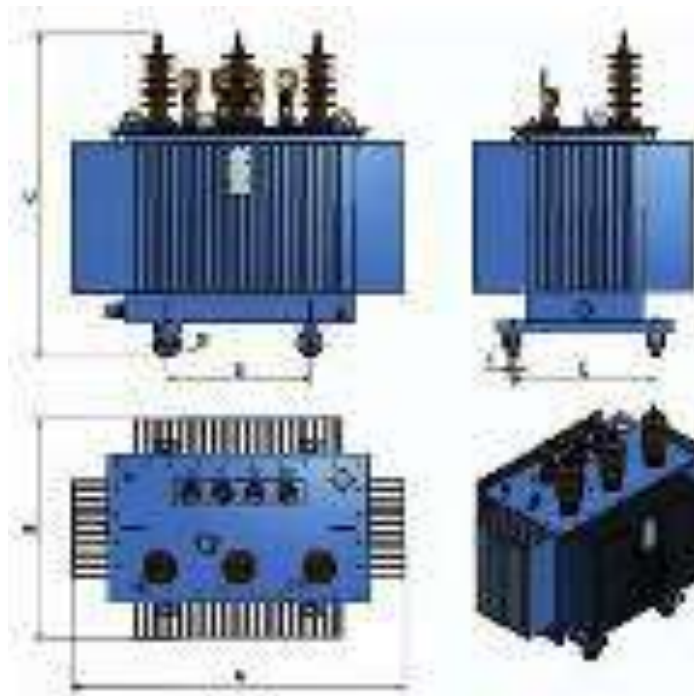
#### 19.5.3.3 Transformadores.

En la instalación disponemos de cuatro tipos de transformadores según su potencia, de 2.100 kVA, 3.150 kVA y de 4.200 kVA. El transformador es trifásico reductor de tensión de refrigeración natural en aceite. Se dispone de una envolvente metálica para protección de los elementos en tensión del transformador (terminales AT, BT,...), con un grado de protección IP 54.

Los transformadores serán de la marca POWER ELECTRONICS, de refrigeración en aceite, con relación de transformación 30/0,66kV, grupo de conexión Dy11 y vienen integrados dentro de cada estación de media tensión. El número de transformadores y su potencia viene indicada en la tabla del punto 19.5.2. Estaciones de media tensión.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10(D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor. Dicha conexión viene integrada en la estación de media tensión de Power Electronics.





Detalle Transformador.

#### 19.5.4 Aparamenta B.T.

El cuadro de baja tensión tipo UNESA dispone de una envolvente metálica con grado de protección IP54 para la acometida al mismo. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (4). Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Cuando son necesarias más de 4 salidas en B.T. se permite ampliar el cuadro reseñado mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm<sup>2</sup>. Dicha conexión viene realizada por el fabricante Power Electronics.

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

En las estaciones de media tensión de Power Electronics se integrarán los cuadros de baja tensión y elementos auxiliares necesarios. (Scada, estación meteorológica, sistema de alimentación de seguidores solares, protecciones, ....).

## 19.6 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida y protección general de la instalación solar FV se llevará a cabo mediante una celda de remonte - medida y otra de protección mediante interruptor automático, ambas a instalar en las nuevas SET objeto de otros proyectos.

## 19.7 PUESTA A TIERRA

### 19.7.1 Tierra de protección.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, carcasa de los transformadores, etc., así como la plataforma de la estación de media tensión.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.



### 19.7.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado 0,6/1 kV.

## 19.8 INSTALACIONES SECUNDARIAS

### 19.8.1 Alumbrado

La planta solar fotovoltaica no contará con instalaciones de alumbrado interior ni exterior.

### 19.8.2 Protección contra incendios.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

### 19.8.3 Ventilación

No procede ya que el transformador está instalado a la intemperie.

### 19.8.4 Medidas de seguridad.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- ✚ Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- ✚ El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- ✚ La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

- ✚ Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en las estaciones de media tensión interconectadas con ésta, incluso en el eventual caso de inundación de la envolvente metálica.

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.

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.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

En un lugar bien visible de la estación de media tensión se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el edificio, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos. Para realizar maniobras en A.T. la estación MT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

## 20 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA INTERCONECTADA.

### 20.1 DATOS GENERALES

#### 20.1.1 Datos identificativos del propietario.

El propietario de la planta FV “GIBRALGALIA II” es la empresa RENOVALIA ALORA, S.L. con CIF: B-02614550 y domicilio en Avenida Picassent, nº 10 (Bloque A), en Villarrobledo (Albacete).

#### 20.1.2 Situación de la instalación.

La planta solar Fotovoltaica “GIBRALGALIA II” se halla ubicada en el polígono 12, parcela 23 (Paraje Pasadallana) y parcela 13 (Paraje El Almendro) y en el polígono 9, parcela 58 (Paraje Pasadallana) pertenecientes al Término Municipal de Casarabonela, provincia de Málaga.

Las instalaciones proyectadas ocuparan una superficie de 58,0074 ha.

El acceso a la actividad se realizará desde la Carretera A-357 en su punto kilométrico 36+050 desde donde parte la Carretera del Canal con referencia catastral 29040A012090180000FH que da acceso a la Planta FV “GIBRALGALIA II”. Así mismo, se realizará el acceso a la actividad desde la Carretera A-357 en su punto kilométrico 34+825, desde donde parte el Camino del Valle de Adalajis con referencia catastral 29040A012090050000FK.

La planta fotovoltaica está comprendida entre las siguientes coordenadas UTM ETRS89 / Huso 30S:

PLANTA FV GIBRALGALIA II (COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30 S)					
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
P1	342.520,82	4.073.411,54	P27	342.569,49	4.074.077,03
P2	342.591,69	4.073.411,54	P28	342.406,53	4.073.932,11
P3	342.618,58	4.073.492,60	P29	342.235,43	4.073.987,71
P4	342.815,53	4.073.546,48	P30	342.169,94	4.073.987,71
P5	342.903,14	4.073.550,60	P31	342.169,94	4.073.911,97
P6	342.973,43	4.073.595,66	P32	342.629,42	4.073.957,29
P7	343.074,40	4.073.635,59	P33	342.703,21	4.073.957,29
P8	343.088,80	4.073.728,67	P34	342.898,63	4.074.234,60
P9	343.036,02	4.073.728,67	P35	342.732,01	4.074.277,90
P10	342996,92	4.073.718,11	P36	342.732,01	4.074.464,09
P11	342.912,39	4.073.695,39	P37	342.596,07	4.074.464,09
P12	342.927,47	4.073.876,34	P38	342.596,07	4.074.501,73
P13	342.769,63	4.073.783,86	P39	342.343,93	4.074.477,00
P14	342.762,41	4.073.801,81	P40	342.343,93	4.074.340,78
P15	342.969,86	4.073.958,52	P41	342.507,78	4.074.330,15
P16	343.023,98	4.074.015,90	P42	342.608,57	4.074.123,56
P17	343.019,93	4.074.212,64	P43	342.924,93	4.074.975,72
P18	342.919,98	4.074.226,71	P44	342.961,16	4.074.974,61
P19	342.544,49	4.073.694,96	P45	343.089,90	4.075.069,65
P20	342.532,78	4.073.662,34	P46	343.093,78	4.075.146,76
P21	342.531,50	4.073.601,63	P47	343.018,10	4.075.306,58
P22	342.517,59	4.073.571,48	P48	343.059,08	4.075.355,52
P23	342.495,47	4.073.549,45	P49	342.889,17	4.075.534,85
P24	342.363,80	4.073.767,49	P50	342.681,48	4.075.266,70
P25	342.539,86	4.073.767,44	P51	342.656,14	4.075.230,91
P26	342.599,65	4.073.987,99	P52	342.735,96	4.075.064,61

Se puede observar con más detalle en el documento planos la situación de cada punto anteriormente citado de las coordenadas UTM de la planta solar fotovoltaica.

### 20.1.3 Caminos y accesos.

La planta fotovoltaica dispondrá de caminos internos que servirán para acceder a las inmediaciones de los módulos fotovoltaicos y de las estaciones de media tensión.

A través de los caminos se dotará a la planta de distintos puntos de acceso para optimizar la explotación de la misma y facilitar las labores de mantenimiento.

### 20.1.4 Obra civil.

Para la construcción de la planta fotovoltaica se realizará la obra civil siguiente:

- ✚ Explanación y acondicionamiento del terreno, lo que implica la realización de excavaciones, rellenos, compactación y estabilidad mediante taludes.
- ✚ Adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento.
- ✚ Construcción de viales necesarios en la planta fotovoltaica.
- ✚ Construcción del cerramiento mediante malla de simple torsión galvanizada.
- ✚ Hincado de los perfiles metálicos de las estructuras en el terreno.
- ✚ Obras de drenaje.
- ✚ Realización de zanjas para los cables de potencia, control y antiintrusismo.
- ✚ Implantación de las casetas de los centros de transformación y caseta de vigilancia, control y seguridad.
- ✚ Cimentación de soportes para la ubicación de los equipos de antiintrusismo.

## 20.1.5 Movimiento de tierras.

Para la elaboración del movimiento de tierras, la empresa CTIN ha elaborado un informe de cálculo que se adjunta al presente proyecto en el anexo denominado: “2.2. Anexo de cálculo de movimiento de tierras (CTIN)”.

### 20.1.5.1 Tabla de volúmenes de movimiento de tierras.

La planta FV “GIBRALGALIA II” está compuesta por 3.770 estructuras metálicas fijas con una inclinación de 25° y capaz de contener 5x3 paneles en posición horizontal y con distintas separaciones entre la parte posterior de una estructura y el comienzo de la siguiente teniendo:

Para el diseño de movimiento de tierras de la planta “GIBRALGALIA II” se utilizan programas y software especializados. El objetivo es obtener el mínimo movimiento de tierras necesario para conseguir una rasante recta que permita la instalación de la estructura. La tolerancia usada como premisa ha sido +0,10m y -0,10m.

A continuación, se adjunta la tabla resumen del movimiento de tierras para la Planta “GIBRALGALIA II”:

VOLUMEN AREA DE PANELES PSFV GIBRALGALIA II (m <sup>3</sup> )	
Desmante:	11.322,58
Terraplén:	12.343,68
Neto Terraplén:	1.021,10

VOLUMEN AREA DE CTs PSFV GIBRALGALIA II (m <sup>3</sup> )	
Desmante:	252,78
Terraplén:	240,28
Neto Desmante:	12,5

El valor neto obtenido corresponde al volumen de tierras necesarias para completar el terraplén calculado.

Estas tierras se obtendrán de otras plantas adyacentes del mismo titular.

## 20.1.6 Datos de radiación y temperatura ambiente.

Para el cálculo de la estimación de la producción de la planta FV “GIBRALGALIA II” se han considerado los datos de radiación y de temperaturas de la localidad de Casarabonela tomados del Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) del Joint Research Centre de la Comisión Europea.

## 20.1.7 Estudio energético.

La planta FV “GIBRALGALIA II” está compuesta por 3.770 estructuras metálicas fijas con una inclinación de 25° y capaz de contener 5x3 paneles en posición horizontal y dispone de distintos pitch según el bloque fotovoltaico, teniendo:

PITCH IMPLANTACIÓN PSFV GIBRALGALIA	
BLOQUE (CT)	PITCH (m)
BLOQUE 1	11
BLOQUE 2	11
BLOQUE 3	17
BLOQUE 4	12
BLOQUE 5	17
BLOQUE 6	19
BLOQUE 7	12
BLOQUE 8	19
BLOQUE 9	19
BLOQUE 10	17
BLOQUE 11	9,5
BLOQUE 12	9,5
BLOQUE 13	9,5
BLOQUE 14	9,5
BLOQUE 15	9,5
BLOQUE 16	9,5

La planta FV “GIBRALGALIA II” tiene una potencia instalada de 39.019,5 KWp.

Para la estimación de la producción de la planta “GIBRALGALIA II” se utiliza el software PVSYST V7.4.8 realizando la simulación para la Planta FV. En el documento anexo de cálculos se muestran dichos cálculos junto a las tablas resumen.

A continuación, se adjunta la tabla resumen de cálculos energéticos para la Planta “GIBRALGALIA II”:

RESULTADOS PRINCIPALES PSFV GIBRALGALIA II			
BLOQUE	Energía producida total (MWh/año)	Horas equivalentes (Horas)	Índice rendimiento PR (%)
CT1	5514,03	1752	81,34
CT2	3927,04	1725	80,05
CT3	5546,89	1775	82,37
CT4	3466,49	1744	80,97
CT5	4013,80	1763	81,82
CT6	3867,77	1797	83,39
CT7	3408,26	1733	80,45
CT8	3516,75	1788	83,01
CT9	3716,86	1796	83,34
CT10	7585,26	1823	84,62
CT11	5423,91	1807	83,88
CT12	5395,44	1810	84,02
CT13	3614,96	1800	83,57
CT14	3521,84	1829	84,91
CT15	3707,46	1828	84,83
CT16	3549,69	1824	84,68
TOTAL	69.776,45	1.787	82,95

Los resultados principales para la Planta FV “GIBRALGALIA II” son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE PLANTA FV “GIBRALGALIA II”	
Horas equivalentes:	1.787 Horas
Índice de rendimiento PR:	82,95 %
Energía producida TOTAL:	69.776,45 MWh/año



## 20.1.8 Ahorro anual de emisiones contaminantes.

No se consume materia en la planta fotovoltaica únicamente se genera energía, evitando gases de efecto invernadero.

### ✚ Balance de energía

La planta fotovoltaica no consume energía, con lo cual evita emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La energía solar fotovoltaica está dentro del selecto grupo de las llamadas “energías limpias”, ya que produce electricidad sin expulsar a la atmósfera gases de efecto invernadero.

### ✚ Cálculo de cantidad de CO<sub>2</sub> evitado anualmente

#### Emisiones de CO<sub>2</sub> en la fabricación durante la vida útil de un panel (30 años).

Se estima que una instalación de 1 kWp genera 2,06 tCO<sub>2</sub>, por tanto, la presente instalación genera en su fabricación 80.380,17 tCO<sub>2</sub>.

Estas emisiones se reducirán cuando se apliquen medidas de reciclado de paneles. Según algunos autores, el reciclado podría reducirlas hasta en un 45%. Y por último se encuentran los adelantos tecnológicos en la producción de dichos paneles, los mismos adelantos que hicieron que entre mediados de los años noventa y la actualidad, el nivel de emisiones se haya reducido hasta en un 85%.

#### Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas durante la vida útil de un panel (30 años).

El sistema eléctrico español ronda los 0,181 Kg/kWh producido en el mix de centrales, según REE. La generación de la planta es de aproximadamente 69.776,45 MWh/año, con ello la cantidad de CO<sub>2</sub> evitado mediante esta tecnología, es de:

$$12.629,53 \text{ tCO}_2/\text{año}$$

Vemos que en aproximadamente 6,37 años se consigue recuperar el CO<sub>2</sub> generado en la fabricación.

Durante la vida útil de la instalación descontando las emisiones en la fabricación, tendremos:

$$\text{tCO}_2 \text{ evitado: } 298.505,95$$

## 20.2 DATOS DE LA INSTALACIÓN.

### 20.2.1 Resumen de configuración de la instalación fotovoltaica.

La planta solar fotovoltaica “GIBRALGALIA II” está constituida por las siguientes instalaciones:

- ✚ INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:
  - 56.550 módulos Suntech STP690S (690 Wp).
  - 3.770 estructuras metálicas fijas para soporte de 15 módulos inclinación 25° ER Ingenieria modelo ERI-15.
- ✚ 11 INVERSORES POWER ELECTRONICS HEMK 660VAC FS2101K (2.100KWn).
- ✚ 4 INVERSORES POWER ELECTRONICS HEMK 660VAC FS3151K (3.150KWn).
- ✚ 1 INVERSORES POWER ELECTRONICS HEMK 660VAC FS4200K (4.200KWn).
- ✚ ARMARIOS C.C. Y C.A. POWER ELECTRONICS.
- ✚ POWER PLANT CONTROLLER POWER ELECTRONICS FREESUN PPC.
- ✚ 221 CAJAS DE SECCIONAMIENTO.

La instalación contará con una potencia de 39.019,5 MWpico.

Para las instalaciones de la planta solar fotovoltaica se dividirá la instalación en series iguales de 30 módulos fotovoltaicos por cada serie, con las tensiones e intensidades nominales siguientes:

- ✚  $V_{nom} = 1.177,5 \text{ V}$  e  $I_{nom} = 17,59 \text{ A}$  para módulos Suntech STP690S.

La distribución del conexionado de las series, así como su división en calles y su entrada al inversor se refleja detalladamente en el documento planos.

## 20.2.2 Modulo fotovoltaico propuesto.

Se utilizarán módulos solares de la marca SUNTECH modelo STP690S-D66 con una potencia de 690 Wp.

✚ Condiciones estándar:

Sus características en condiciones estándar son las siguientes:

Características técnicas modulo SUNTECH STP690S-D66/Wmh			
Célula	Silicio Monocristalino 210mm	Temperatura de operación	-40°C a +85°C
Nº Célula	132 (6x22)	Coeficientes de temperaturas	
Tensión Máxima	1.500 Vdc	$\alpha_{Pm}$	-0,3 %/°C
Potencia pico	690 Wp	$\alpha_{Isc}$	0,046 %/°C
Dimensiones	2.384x1.303x35mm	$\alpha_{Voc}$	-0,25 %/°C
CARACTERISTICAS CONDICIONES ESTANDAR (STC: 25°C, 1.000 W/m², AM 1,5)			
Voc	47,25 V	Isc	18,59 A
Vmp	39,25 V	Imp	17,59 A

✚ Otras especificaciones:

Coeficientes Temperatura STP690S	
NOMT	42±2 °C
Coef. Temperatura (Pmax):	-0,30 % / °C
Coef. Temperatura (Isc):	+0,046 % / °C
Coef. Temperatura (Voc):	-0,25 % / °C

## 20.3 GENERADOR FOTOVOLTAICO.

### 20.3.1 Condiciones estándar.

GENERADOR FOTOVOLTAICO	
Potencia pico Planta FV:	39,0195 MWp
Potencia pico 1 serie:	20,7 kWp
Tensión circuito abierto (Voc):	1.417,5 V
Intensidad de cortocircuito (Isc):	18,59 A
Tensión máxima potencia (Vmp):	1.177,5 V
Intensidad máx. potencia (Imp):	17,59 A

### ➤ Resumen de generador fotovoltaico:

Fabricante	Modelo	Módulos/ Strings	Nº Strings	Nº módulos.	Potencia instalada
Suntech	STP690S	30	1.885	56.550	39,0195 MWp

## 20.3.2 Otras especificaciones.

### 20.3.2.1 Número total de módulos.

En el generador fotovoltaico hay un total de 56.550 paneles con una potencia total de 39.019.500 Wp instalados.

### 20.3.2.2 Modulos en serie y/o paralelo.

En el generador fotovoltaico se dividirá la instalación en series iguales de 30 módulos fotovoltaicos por cada serie. Cada caja de seccionamiento está formada por diez strings.

### 20.3.2.3 Inclinación de los módulos.

En la instalación FV que nos ocupa se prevé la instalación sobre estructuras metálicas fijas con una inclinación de 25°.

### 20.3.2.4 Sombreado y distancias entre módulos.

En la planta solar fotovoltaica utilizaremos la estructura metálica fija con una inclinación de 25° y capaz de contener 5x3 paneles en posición horizontal, y se ancla al suelo en 4 puntos. Las estructuras metálicas se colocan en varias filas por lo que se producen pérdidas por sombras de unas estructuras sobre otras.

Estas pérdidas se minimizan al escoger una distancia de separación suficiente entre estructuras metálicas, en nuestro caso se han escogido distintas separaciones entre la parte posterior de una estructura y el comienzo de la siguiente estructura, lo que permite tener una ocupación de terreno mínima y unas pérdidas por sombreado bajas. En el documento planos se muestran los detalles de sección de la PSFV donde se muestran las distintas separaciones.

En el anexo de cálculos se muestran las pérdidas por sombreado cercano y pérdidas causadas por obstáculos lejanos simuladas mediante el software PVSyst.

#### 20.3.2.5 Tensión máxima y mínima del punto de máxima potencia del generador fv.

Las tensiones máxima y mínima del punto de máxima potencia alcanzable por el generador fotovoltaico (100W/m<sup>2</sup> y 5°C, 1.000W/m<sup>2</sup> y 70°C) son:

$$V_{mp} (5^{\circ}\text{C}) = 1.236,37 \text{ V.}$$

$$V_{mp} (70^{\circ}\text{C}) = 1.045,03 \text{ V.}$$

#### 20.3.2.6 Tensión máxima y mínima en circuito abierto del generador fv.

Las tensiones máxima y mínima alcanzable por el generador fotovoltaico en circuito abierto (100W/m<sup>2</sup> y 5°C, 1.000W/m<sup>2</sup> y 70°C) son:

$$V_{oc} (5^{\circ}\text{C}) = 1.488,37 \text{ V.}$$

$$V_{oc} (70^{\circ}\text{C}) = 1.258,03 \text{ V.}$$

#### 20.3.3 Condiciones de trabajo estándar de generador fv.

Las condiciones de trabajo estándar para cada serie de 30 módulos STP690S será:

- ❖ Temperatura nominal (25 °C)

In:	17,59 A
Vn:	30 x 39,25 = 1.177,5 V
Voc:	30 x 47,25 = 1.417,5 V
Isc:	18,59 A

#### 20.3.4 Condiciones de trabajo ITC-FV-09.

Las condiciones de trabajo exigidas en la instrucción ITC-FV-09 de la orden de 26 de marzo de 2007 serán:

- 1) Condiciones de trabajo por cada serie del generador fotovoltaico (Temperatura mínima 5°C):

In:	17,42 A
Vn:	$30 \times 41,21 = 1.236,37 \text{ V}$
Voc:	$30 \times 49,61 = 1.488,37 \text{ V}$
Isc:	18,41 A

- 1) Condiciones de trabajo por cada serie del generador fotovoltaico (Temperatura máxima 70°C):

In:	17,87 A
Vn:	$30 \times 34,83 = 1.045,03 \text{ V}$
Voc:	$30 \times 41,93 = 1.258,03 \text{ V}$
Isc:	18,88 A

En el anexo de cálculos se aporta la justificación a la ITC-FV-09 de la Orden de 26 de marzo de 2007 por la que se aprueban las especificaciones de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.

## 20.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN.

### 20.4.1 Tensión máxima y mínima de entrada al inversor.

Las características principales de los inversores a instalar en la planta FV son:

Inversor POWER ELECTRONICS HEMK 660V FS2101K	
DATOS DE ENTRADA	
Gama de Tensión MPPT (Vdc)	934V - 1500V
Tensión Máxima de entrada (Vdc)	1.500 V
Corriente Máxima de entrada	1.837 A
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal / máxima	2.100kW (40°C) / 1.950kW (50°C)
Rendimiento Euro	98,45%
Tensión de red / frecuencia	660V / 50Hz
Coeficiente de distorsión no lineal (THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia	1

Inversor POWER ELECTRONICS HEMK 660V FS3151K	
DATOS DE ENTRADA	
Gama de Tensión MPPT (Vdc)	934V - 1500V
Tensión Máxima de entrada (Vdc)	1.500 V
Corriente Máxima de entrada	2.756 A
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal / máxima	3.150kW (40°C) / 2.925kW (50°C)
Rendimiento Euro	98,48
Tensión de red / frecuencia	660V / 50Hz
Coeficiente de distorsión no lineal (THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia	1

Inversor POWER ELECTRONICS HEMK 660V FS4200K	
DATOS DE ENTRADA	
Gama de Tensión MPPT (Vdc)	934V - 1500V
Tensión Máxima de entrada (Vdc)	1.500 V
Corriente Máxima de entrada	3.674 A
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal / máxima	4.200kW (40°C) / 3.900kW (50°C)
Rendimiento Euro	98,65
Tensión de red / frecuencia	660V / 50Hz
Coeficiente de distorsión no lineal (THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia	1

- Tensión máxima entrada al inversor: 1.500 V.
- Tensión mínima de entrada al inversor (660V): 934 V.

#### 20.4.2 Tensión nominal del inversor.

- Tensión nominal generador fotovoltaico: 1.177,5 V.

### 20.4.3 Características de los componentes a instalar.

#### 20.4.3.1 Módulos fotovoltaicos.

Se utilizarán módulos solares de la marca SUNTECH modelo STP690S-D66 con una potencia de 690 Wp. Los paneles considerados de la marca SUNTECH según fabricante, garantizan un alto rendimiento lineal durante 25 años. Se considera un total de 56.550 paneles para la instalación FV con una potencia total de 39.019.500 Wp instalados.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, potencia pico y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Los módulos llevarán los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Los paneles estarán diseñados para formar una estructura modular, siendo posible combinarlos entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta, a fin de obtener la tensión e intensidad deseadas. El fabricante proporcionará los accesorios e instrucciones necesarios para lograr una interconexión fácil y segura. En cualquier caso, las conexiones se efectuarán utilizando terminales en los cables.

Todos los módulos interconectados deberán tener la misma curva i-V, a fin de evitar descompensaciones.

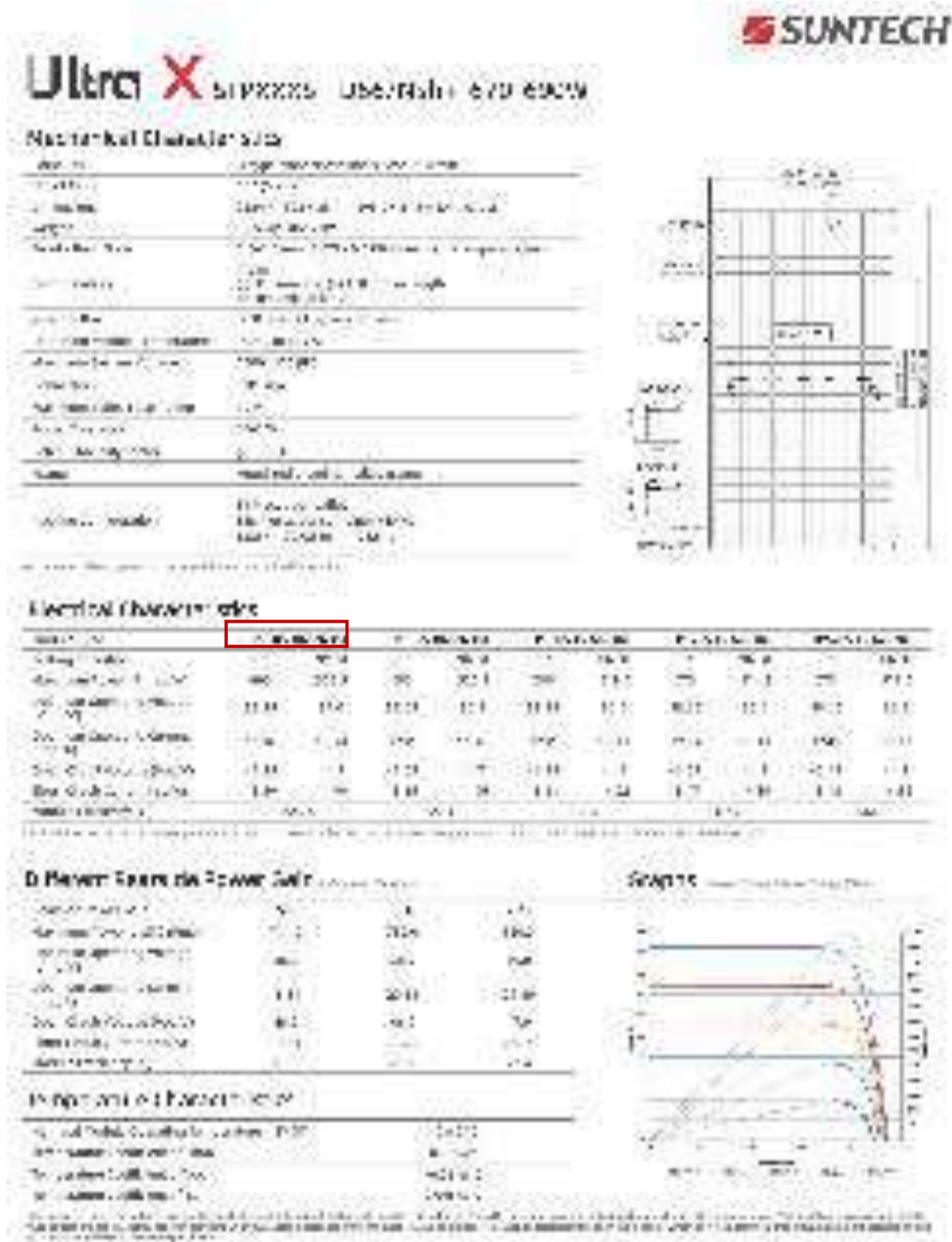
Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.



## SOLUCIÓN ADOPTADA:

Utilizaremos 56.550 módulos fotovoltaicos marca SUNTECH modelo STP690S de 690 Wp cuyas características se muestran a continuación:



Características técnicas módulos SUNTECH STP690S.

#### 20.4.3.2 Estructura y soporte.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. La estructura se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Documento Básico SE-AE "Acciones en la Edificación" del Código Técnico de la Edificación.

La estructura deberá permitir una altura mínima del panel de 30 cm, aumentándose esta altura en zonas de montaña o donde se produzcan abundantes precipitaciones de nieve, a fin de evitar que los paneles queden parcial o totalmente cubiertos.

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

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma. Tanto la estructura como los soportes serán preferiblemente de aluminio anodizado, acero inoxidable o hierro galvanizado. El espesor de la capa de galvanizado será, como mínimo, de 100  $\mu\text{m}$ .

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

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

La estructura que soporta los paneles podrá estar dotada de un sistema de seguimiento continuo de la posición del Sol, con el fin de aprovechar más la radiación incidente, tanto a lo largo del día como en las diferentes épocas del año. Los mecanismos de seguimiento podrán ser de un sólo eje o de dos ejes. Los primeros permitirán a la estructura y paneles rígidamente unidos a ella girar en torno a un eje horizontal, vertical o inclinado. En los sistemas de dos ejes, además del movimiento de giro este-oeste alrededor del primer eje, también será posible un segundo movimiento rotatorio alrededor de un eje horizontal.

Los sistemas de seguimiento serán de aplicación en zonas de poca nubosidad, ya que optimizan la captación de la radiación directa.

En caso de adoptarse esta medida, se utilizará alguno de los siguientes sistemas para conseguir el movimiento de la estructura:

- Motor eléctrico y sistema de engranajes.
- Motor eléctrico y dispositivo de ajuste automático (subsistema electrónico).
- Sistema pasivo de seguimiento, sin motor.

#### SOLUCIÓN ADOPTADA:

En la planta solar fotovoltaica utilizaremos la estructura metálica fija con una inclinación de 25° y capaz de contener 5x3 paneles en posición horizontal, y se ancla al suelo en 4 puntos. En total se dispondrán 3.770 estructuras metálicas fijas de la marca ER Ingeniería modelo ERI-15.

## Cantidad y Características de la Estructura Fija FRI-15

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1. Estructura Fija FRI-15	1
2. Estructura Fija FRI-15	1
3. Estructura Fija FRI-15	1
4. Estructura Fija FRI-15	1
5. Estructura Fija FRI-15	1
6. Estructura Fija FRI-15	1
7. Estructura Fija FRI-15	1
8. Estructura Fija FRI-15	1
9. Estructura Fija FRI-15	1
10. Estructura Fija FRI-15	1
11. Estructura Fija FRI-15	1
12. Estructura Fija FRI-15	1
13. Estructura Fija FRI-15	1
14. Estructura Fija FRI-15	1
15. Estructura Fija FRI-15	1
16. Estructura Fija FRI-15	1
17. Estructura Fija FRI-15	1
18. Estructura Fija FRI-15	1
19. Estructura Fija FRI-15	1
20. Estructura Fija FRI-15	1
21. Estructura Fija FRI-15	1
22. Estructura Fija FRI-15	1
23. Estructura Fija FRI-15	1
24. Estructura Fija FRI-15	1
25. Estructura Fija FRI-15	1
26. Estructura Fija FRI-15	1
27. Estructura Fija FRI-15	1
28. Estructura Fija FRI-15	1
29. Estructura Fija FRI-15	1
30. Estructura Fija FRI-15	1
31. Estructura Fija FRI-15	1
32. Estructura Fija FRI-15	1
33. Estructura Fija FRI-15	1
34. Estructura Fija FRI-15	1
35. Estructura Fija FRI-15	1
36. Estructura Fija FRI-15	1
37. Estructura Fija FRI-15	1
38. Estructura Fija FRI-15	1
39. Estructura Fija FRI-15	1
40. Estructura Fija FRI-15	1
41. Estructura Fija FRI-15	1
42. Estructura Fija FRI-15	1
43. Estructura Fija FRI-15	1
44. Estructura Fija FRI-15	1
45. Estructura Fija FRI-15	1
46. Estructura Fija FRI-15	1
47. Estructura Fija FRI-15	1
48. Estructura Fija FRI-15	1
49. Estructura Fija FRI-15	1
50. Estructura Fija FRI-15	1
51. Estructura Fija FRI-15	1
52. Estructura Fija FRI-15	1
53. Estructura Fija FRI-15	1
54. Estructura Fija FRI-15	1
55. Estructura Fija FRI-15	1
56. Estructura Fija FRI-15	1
57. Estructura Fija FRI-15	1
58. Estructura Fija FRI-15	1
59. Estructura Fija FRI-15	1
60. Estructura Fija FRI-15	1
61. Estructura Fija FRI-15	1
62. Estructura Fija FRI-15	1
63. Estructura Fija FRI-15	1
64. Estructura Fija FRI-15	1
65. Estructura Fija FRI-15	1
66. Estructura Fija FRI-15	1
67. Estructura Fija FRI-15	1
68. Estructura Fija FRI-15	1
69. Estructura Fija FRI-15	1
70. Estructura Fija FRI-15	1
71. Estructura Fija FRI-15	1
72. Estructura Fija FRI-15	1
73. Estructura Fija FRI-15	1
74. Estructura Fija FRI-15	1
75. Estructura Fija FRI-15	1
76. Estructura Fija FRI-15	1
77. Estructura Fija FRI-15	1
78. Estructura Fija FRI-15	1
79. Estructura Fija FRI-15	1
80. Estructura Fija FRI-15	1
81. Estructura Fija FRI-15	1
82. Estructura Fija FRI-15	1
83. Estructura Fija FRI-15	1
84. Estructura Fija FRI-15	1
85. Estructura Fija FRI-15	1
86. Estructura Fija FRI-15	1
87. Estructura Fija FRI-15	1
88. Estructura Fija FRI-15	1
89. Estructura Fija FRI-15	1
90. Estructura Fija FRI-15	1
91. Estructura Fija FRI-15	1
92. Estructura Fija FRI-15	1
93. Estructura Fija FRI-15	1
94. Estructura Fija FRI-15	1
95. Estructura Fija FRI-15	1
96. Estructura Fija FRI-15	1
97. Estructura Fija FRI-15	1
98. Estructura Fija FRI-15	1
99. Estructura Fija FRI-15	1
100. Estructura Fija FRI-15	1



## Manejo de residuos

El presente documento describe el procedimiento de manejo de residuos que se aplicará en el desarrollo de las actividades de construcción e instalación eléctrica de la planta solar fotovoltaica de 39 MW "GIBRALGALIA II".

## Control

Elaborado por:	Controlado por:
Revisado por:	Aprobado por:

## Villarrobledo S.A. DGSCTT

Avda. de la Industria, s/nº 2  
02600 VILLARROBLEDO (AB)  
Tel: +34 967 140 850



© 2017 Villarrobledo S.A.



#### 20.4.3.3 Inversores.

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

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

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

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

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

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

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superiores a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores



de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

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

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

#### SOLUCIÓN ADOPTADA:

Colocaremos once inversores de la marca POWER ELECTRONICS, modelo Freesun HEMK 660V FS2101K 2.100 KWn de potencia, cuatro inversores de la marca POWER ELECTRONICS, modelo Freesun HEMK 660V FS3151K 3.150 KWn de potencia y un inversor de la marca POWER ELECTRONICS, modelo Freesun HEMK 660V FS4200K 4.200 KWn de potencia junto con las protecciones correspondientes de la instalación, los cuales situaremos en la estación de media tensión de intemperie.

INVERSOR TIPO 1 (FS2101K)				
Nº Inversores	Nº módulos Inversores	Nº Strings Inversores	Potencia Inversores	Nº Cajas seccionamiento
11	32.760	1.092	22.604,4 KW	138

INVERSOR TIPO 2 (FS3151K)				
Nº Inversores	Nº módulos Inversores	Nº Strings Inversores	Potencia Inversores	Nº Cajas seccionamiento
4	17.760	592	12.254,4 KW	62

INVERSOR TIPO 3 (FS4200K)				
Nº Inversores	Nº módulos Inversores	Nº Strings Inversores	Potencia Inversores	Nº Cajas seccionamiento
1	6.030	201	4.160,7 KW	21



Detalle Inversores FREESUN HEMK 690V.

Las características de estos inversores son las siguientes:

HOUSEHOLD #1		HOUSE #1		HOUSE #2	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	
HOUSE #1		HOUSE #2		HOUSE #3	

## Características técnicas Inversores Freesun HEMK 660V.

Los inversores, garantizan condiciones óptimas de calidad de inyección en red. Su baja distorsión armónica ( $< 3\%$  para todos los modelos) así como su control de software sobre la tensión y frecuencia inyectados garantizan el que estos valores se encuentren dentro de los fijados por el RD 1663/2000.

Los inversores actúan como fuente de corriente sincronizada con la red, de tipo autoconmutado y funcionamiento con bandas de histéresis. Asimismo, actúan como seguidor de máxima potencia e inhiben el funcionamiento en isla, mediante medida de la impedancia de red.



Los inversores cumplen todas las normativas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad electromagnética. Así, cuentan con protecciones de: falta a tierra, fallo de red (tensión o frecuencia fuera de rango o cambio brusco de frecuencia), impedancia alta de red y tensión alta de entrada, polaridad inversa y cortocircuito en red.

El propio inversor dispone en su interior de varistores (descargadores de sobretensión), tanto en DC como AC.

Los inversores visualizan todas sus alarmas mediante LEDs indicadores de estado, pantalla LCD y teclado para monitorización en el frontal del equipo. Asimismo, permiten la monitorización de gran cantidad de parámetros.

El sistema fotovoltaico incorporará una llave de desconexión general de la red, siguiendo especificaciones del RD 1663/2000. Esta misma llave permite la desconexión del inversor, ya que éste se para cuando no ve tensión de red.

#### 20.4.3.4 Power plant controller.

El Power Plant Controller del fabricante Power Electronics se instala en el punto de interconexión de la planta de generación y es la interfaz entre el operador de red y los equipos que componen la planta. Cumple con los requisitos de conexión a red exigidos por las normativas más restrictivas.

El PPC se puede configurar para cumplir con los estándares más restrictivos en redes eléctricas de todo tipo. Opera bajo las instrucciones de un controlador externo y ofrece una gran variedad de modos de control que contribuyen a garantizar la calidad y estabilidad en el sistema eléctrico.

Los modos de control del PPC de la marca Power Electronics son los siguientes:

- ✚ Control de potencia activa: El PPC permite regular potencia activa en lazo abierto o cerrado. En lazo abierto, la potencia activa medida en el punto de interconexión será igual a la definida menos las pérdidas en planta. En lazo cerrado, se obtendrá la referencia comandada siempre que haya suficiente potencia activa disponible en planta.
- ✚ Control de Potencia-frecuencia: La potencia activa se puede ajustar automáticamente en respuesta a eventos de alta o baja frecuencia.

- ✚ Control de Potencia Reactiva: El PPC permite regular potencia reactiva en lazo abierto o cerrado. En lazo abierto, la potencia reactiva medida en el punto de interconexión será igual a la definida menos las pérdidas en planta. En lazo cerrado, se obtendrá la referencia comandada siempre que haya suficiente potencia reactiva disponible en planta.
- ✚ Control de Factor de Potencia: Este modo de control se implementa en lazo cerrado. Sus entradas son la potencia activa medida en el punto de interconexión y el valor ajustado de referencia de factor de potencia a obtener en dicho punto.
- ✚ Control de Tensión: En función de la tensión medida en el punto de interconexión y de la consigna de tensión definida, el PPC comandará a los equipos que componen la planta el valor de potencia reactiva inductiva o capacitiva a inyectar, según se requiera reducir o aumentar el valor de tensión en el punto de interconexión para alcanzar la referencia ajustada.
- ✚ Control de Potencia Reactiva-tensión: La potencia reactiva se puede ajustar automáticamente en respuesta a eventos de alta o baja tensión.

## SOLUCIÓN ADOPTADA

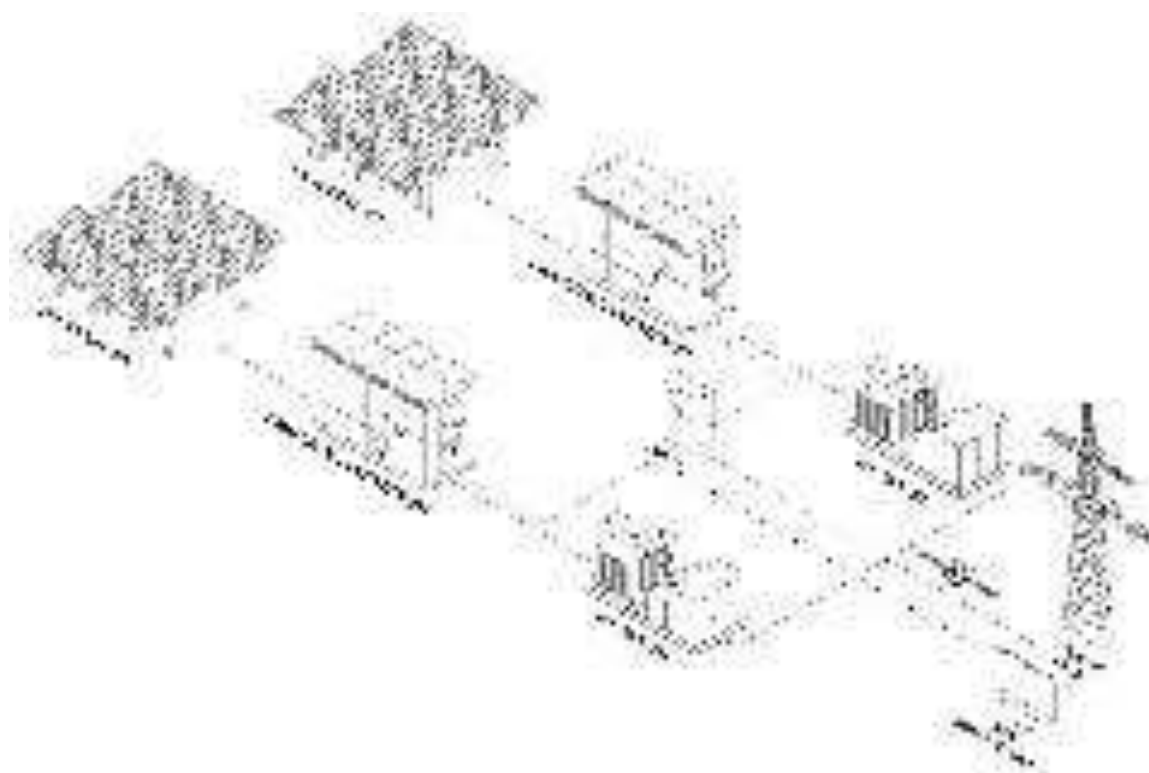
Colocaremos un Power Plant Controller de la marca POWER ELECTRONICS, modelo Freesun PPC.



FREESUN PPC Power Electronics

TECHNICAL CHARACTERISTICS		
GENERAL DATA	Conversion efficiency	98% (25°C)
	Power	100W
	Mounting system	Free-standing or rack-mountable
	Control system	Power MOSFET, 100kHz, 100V, 100mA
	Power supply	100V AC
DC-DC CONVERTER	Efficiency	98% (25°C)
	Power	100W
	Control system	Power MOSFET, 100kHz, 100V, 100mA
	Power supply	100V AC
	Mounting system	Free-standing or rack-mountable
ENVIRONMENTAL	Operating temperature	-40°C to +85°C
	Storage temperature	-40°C to +85°C
	Humidity	5% to 95%
	Shock resistance	100g
	Vibration resistance	10g
CERTIFICATION	CE	
NOTES	See datasheet for full technical specifications	

Características técnicas FREESUN PPC de Power Electronics



Esquema conexión FREESUN PPC de Power Electronics

#### 20.4.4 Características de conductores.

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

Los conductores serán de Aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

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

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

Las secciones de los circuitos pueden observarse en el documento anexo de cálculos adjunto.

#### 20.4.5 Medidas de protección empleadas.

##### 20.4.5.1 Protección contra contactos directos.

###### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

###### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- ✚ Con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- ✚ Bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- ✚ Bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### 20.4.5.2 Proteccion contra contactos indirectos.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

$R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

$U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

#### 20.4.5.3 Efecto del punto caliente sobre los módulos.

Un punto caliente es una zona del módulo fotovoltaico que se encuentra funcionando a una temperatura alta que puede producir daño a la célula o a cualquier otro elemento del módulo. Los puntos calientes pueden tener su origen en una gran variedad de causas incluyendo el sombreadamiento parcial o el *mismatch*.

La corriente de cortocircuito y la tensión de circuito abierto vienen impuestas por la célula fotovoltaica que proporcione el rendimiento eléctrico más bajo en serie y en paralelo respectivamente. En condiciones de cortocircuito cuando una célula fotovoltaica está defectuosa, se polarizará de forma inversa con lo cual adquiere un valor de tensión igual, pero de signo contrario al resto de células. Esta célula se convierte en carga para el resto de células y en una zona con gran estrés térmico convirtiéndose en un punto caliente.

Los módulos fotovoltaicos STP690S-D66/Wmh del fabricante Suntech son de tecnología half-cell. Según el fabricante Suntech la tecnología half cell ayuda a reducir los riesgos que generan los puntos de concentración del calor en los módulos de alta potencia. En dicha tecnología half cell del fabricante Suntech la corriente de la unidad se reduce a la mitad y la temperatura de los puntos de concentración del calor del módulo half-cell

baja entre 20~25°C en comparación con la de los módulos convencionales, con lo que se reduce el efecto de los puntos de concentración de calor. Tres diodos protegen respectivamente las tres conexiones en paralelo para reducir los puntos de concentración de calor.

#### 20.4.5.4 Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- ❖ Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- ❖ Cortocircuitos.
- ❖ Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. En nuestro caso el dispositivo estará constituido por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas, tal y como se describe en los cálculos.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Teniendo en la instalación como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas, como se muestra en los cálculos correspondientes.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

#### 20.4.5.5 Protección contra sobretensiones.

##### a) Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobre tensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (KV)			
SISTEMAS TRIFASICOS	SISTEMAS MONOFASICOS	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-- --	8	6	4	2,5

##### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

##### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

##### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparatos: Interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.



#### Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de tele medida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

##### b) Medidas para el control de las sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

##### c) Selección de los materiales en la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría. Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.

En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

#### 20.4.5.6 Funcionamiento de la instalación en isla.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Los inversores de conexión a red de la marca Power Electronics llevan integrados un sistema de protección anti-isla con desconexión automática.

#### ✚ Otras medidas de seguridad.

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

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

#### 20.4.5.7 Máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um).

Según lo descrito en la ITC-BT40 en las instalaciones de generación que puedan estar interconectadas con la red de distribución pública, se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Estas corresponderán a un modelo homologado y deberán estar debidamente verificadas y precintadas por un Laboratorio reconocido.

Las protecciones mínimas a disponer en la Planta FV serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relees directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actúen en un tiempo inferior a 0,5 segundos a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión conectado entre una fase y neutro y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.

El inversor contará con protección automática para la conexión-desconexión de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red. Incorporarán relés de enclavamiento accionados por variaciones de tensión.

Así mismo el inversor contará con protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente).

Los inversores de conexión a red de la marca Power Electronics disponen de certificado de conformidad de las protecciones de tensión y frecuencia indicados para la desconexión del inversor y de cumplimiento de todos los requisitos de respuesta frente a huecos de tensión según el procedimiento de operación 12.3.

#### 20.4.5.8 Protección en corriente continua.

En la parte de corriente continua, a la salida de cada serie de paneles, se colocarán bases porta-fusibles de la marca NILED modelo PF-6 con seccionadores-fusibles de 25 A.

A su vez cada instalación ira protegida en corriente continua en cabecera con fusibles de 250 A. Ambos fusibles tienen Poder de Corte > 10 tal y como se muestra en el anexo de cálculos.

#### 20.4.6 Cajas de seccionamiento.

La Planta Fotovoltaica está basada en grupos de 30 módulos conectados en serie formando series o strings.

A su vez la Planta FV en grupos de series o strings. Dichos grupos de strings están divididos por entradas a inversor, teniendo cada entrada 10 strings de 30 módulos.

Para la protección de cada entrada a inversor se dispondrá de cajas de seccionamiento, la cual incluye los siguientes elementos:

- ✚ Fusibles de protección DC.
- ✚ Equipos de protección contra tensiones y descargas atmosféricas.
- ✚ Dispositivos de desconexión en carga para facilitar las tareas de mantenimiento y evitar accidentes.
- ✚ Grado de protección IP-54.

Es necesario la disposición de protecciones (fusibles) ya que se realiza un cambio de sección en el cableado entre la parte aérea (parte anterior a la caja de seccionamiento) y la parte subterránea (parte posterior a la caja de seccionamiento).

Las cajas de seccionamiento se conectarán con los inversores a través de cable de aluminio de diferentes secciones, según a la distancia que nos encontremos para minimizar las caídas de tensión y respectivas potencias

#### 20.4.7 Tipo de conexión a la red.

El tipo de conexión a la red es trifásico.

#### 20.4.8 Método de diseño empleado.

Para el diseño de la planta fotovoltaica “GIBRALGALIA II” se han realizado diversos estudios sobre la ubicación más adecuada para la implementación de la instalación y el tipo de configuración de la misma. Una vez vistos todos los condicionantes, se ha diseñado la distribución de la planta fotovoltaica tal y como se puede observar en planos y demás documentos.

## 21 CONSIDERACIONES FINALES

Con lo anteriormente expuesto en esta memoria, junto a planos y demás documentos, se considera suficiente idea de la instalación que se pretende, por lo que se espera dar cumplimiento al objeto del presente Proyecto y que tras los trámites oportunos no exista inconveniente por parte de las diferentes Administraciones implicadas para conceder cuantos permisos sean necesarios.

En Albacete, Julio de 2024



D. José Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n.º 1.026



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

## 2. ANEXO DE CALCULOS.

1	RED DE MEDIA TENSIÓN .....	3
1.1	FÓRMULAS GENERALES .....	3
1.2	CÁLCULOS MEDIA TENSIÓN.....	5
1.2.1	Línea subterránea media tensión 1.....	5
1.2.2	Línea subterránea media tensión 2.....	8
1.2.3	Línea subterránea media tensión 3.....	10
1.2.4	Línea subterránea media tensión 4.....	12
1.2.5	Línea subterránea media tensión 5.....	16
2	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	20
2.1	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....	20
2.2	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	20
2.3	CORTOCIRCUITOS.....	21
2.3.1	Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	21
2.3.2	Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.....	21
2.3.3	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	22
2.4	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	22
2.4.1	Comprobación por densidad de corriente.....	22
2.4.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	22
2.4.3	Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.....	23
2.5	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	23
2.6	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	24
2.7	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	24
2.8	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	24
2.8.1	Estación tipo MV SKID.....	24
3	CÁLCULOS CONTINUA.....	32
3.1	FÓRMULAS GENERALES .....	32
3.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	36
3.2.1	Inversor 2100KW.....	37
3.2.2	Inversor 3150KW.....	40
3.2.3	Inversor 4200KW.....	43
3.2.4	Calculo de la puesta a tierra .....	45
4	CÁLCULOS ENERGÉTICOS.....	46
4.1	BLOQUE 1.....	48

4.2	BLOQUE 2.....	49
4.3	BLOQUE 3.....	50
4.4	BLOQUE 4. ....	51
4.5	BLOQUE 5.....	52
4.6	BLOQUE 6.....	53
4.7	BLOQUE 7.....	54
4.8	BLOQUE 8.....	55
4.9	BLOQUE 9.....	56
4.10	BLOQUE 10.....	57
4.11	BLOQUE 11. ....	58
4.12	BLOQUE 12. ....	59
4.13	BLOQUE 13. ....	60
4.14	BLOQUE 14.....	61
4.15	BLOQUE 15. ....	62
4.16	BLOQUE 16.....	63
4.17	RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS. ....	64
5	JUSTIFICACIÓN DE LA ORDEN 26 DE MARZO DE 2007 POR LA QUE SE APRUEBAN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS. ....	65
5.1	CÁLCULOS DE TENSIÓN E INTENSIDAD A LA ENTRADA DEL INVERSOR CONFORME ICT-FV-09-INSTALACIONES INTERCONECTADAS. ....	65
5.1.1	Módulos fotovoltaicos.....	65
5.1.2	Inversores.....	66
5.1.3	Justificación ITC-FV-09.....	67
6	CONSIDERACIONES FINALES.....	68



## 1 RED DE MEDIA TENSIÓN

### 1.1 FÓRMULAS GENERALES

Emplearemos las siguientes:

$$I = S * 1000 / \sqrt{3} * U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = \sqrt{3} * I [(L * \cos \phi / k * s * n) + (X_u * L * \sin \phi / 1000 * n)] = \text{Voltios (V)}$$

Donde:

- ✚ I: Intensidad en Amperios.
- ✚ e: Caída de tensión en Voltios.
- ✚ S: Potencia de cálculo en kVA.
- ✚ U: Tensión de servicio en voltios.
- ✚ S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- ✚ L: Longitud de cálculo en metros.
- ✚ K: Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28.
- ✚  $\cos \phi$ : Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.
- ✚  $X_u$ : Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.
- ✚ N: N° de conductores por fase.

#### Fórmulas Conductividad eléctrica

$$K = 1 / \rho$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I / I_{\max})^2]$$

Donde,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = resistividad del conductor a 20°C.

Cu = 0.017241 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m.

Al = 0.028264 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m.

AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m.

Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m.

Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m.

$\alpha$  = coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al y demás conductores = 0.004032.

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C).

Cables enterrados = 25°C.

Cables al aire = 40°C.

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C).

XLPE, EPR = 90°C.

HEPR = 90°C ( 105°C,  $U_0/U \leq 18/30$  kv).

PVC = 70°C.

Conductores Recubiertos = 90°C.

Conductores Desnudos = 85°C.

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Cortocircuito

$$I_{pccM} = S_{cc} * 1000 / \sqrt{3} * U$$

Donde:

- ✚  $I_{pccM}$ : Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.
- ✚  $S_{cc}$ : Potencia de c.c. en MVA.
- ✚  $U$ : Tensión nominal en kV.

$$I_{cccs} = K_c * S / (t_{cc})^{1/2}$$

Donde:

- ✚  $I_{cccs}$ : Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".
- ✚  $S$ : Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>.
- ✚  $t_{cc}$ : Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.
- ✚  $K_c$ : Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

*Constante cortocircuito  $K_c$ :*

- ✚ PVC, Sección  $\leq 300$  mm<sup>2</sup>.  $K_{cCu} = 115$ ,  $K_{cAl} = 76$
- ✚ PVC, Sección  $> 300$  mm<sup>2</sup>.  $K_{cCu} = 102$ ,  $K_{cAl} = 68$
- ✚ XLPE.  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$
- ✚ EPR.  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$
- ✚ HEPR,  $U_0/U > 18/30$ .  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$
- ✚ HEPR,  $U_0/U \leq 18/30$ .  $K_{cCu} = 135$ ,  $K_{cAl} = 89$
- ✚ Desnudos.  $K_{cCu} = 164$ ,  $K_{cAl} = 107$ ,  $K_{cAl-Ac} = 135$

## 1.2 CÁLCULOS MEDIA TENSIÓN.

### 1.2.1 Línea subterránea media tensión 1.

Características generales de la red:

Tensión(V): 30000

C.d.t. máx.(%): 2

Cos  $\varphi$ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- ✚ PVC, Sección  $\leq 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 115, KcAl = 76
- ✚ PVC, Sección  $> 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 102, KcAl = 68
- ✚ XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ HEPR,  $U_o/U > 18/30$ . KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ HEPR,  $U_o/U \leq 18/30$ . KcCu = 135, KcAl = 89
- ✚ Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fci
SET	CT1	181	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	181,87	3x240	259,44/0,752
CT1	CT2	447	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	121,24	3x240	259,44/0,752
CT2	P1	567	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752
P1	P2	38	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752
P2	CT5	182	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752
CT5	CT6	136	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	40,41	3x240	259,44/0,752

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
SET	0	30.000,00	0	181,865 A(9.450 kVA)
CT1	9,999	29.990,00	0,033	-60,622 A(-3.150 KVA)
CT2	25,711	29.974,29	0,086	-40,415 A(-2.100 KVA)
P1	38,715	29.961,29	0,129	0 A(0 kVA)
P2	39,586	29.960,41	0,132	0 A(0 kVA)
CT5	43,76	29.956,24	0,146	-40,415 A(-2.100 KVA)
CT6	45,299	29.954,70	0,151*	-40,415 A(-2.100 KVA)

NOTA: - \* Nudo de mayor c.d.t.

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
SET	CT1	2,43
CT1	CT2	2,501
CT2	P1	1,368
P1	P2	0,092
P2	CT5	0,439
CT5	CT6	0,081

Pérdida Potencia Activa Total = 6,911 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.  $3RI^2$  (kW):

SET-CT1-CT2-P1-P2-CT5-CT6 = 6,911 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles; In (Amp)	I. Aut; In/IReg (Amp)	I-Secc; In/Iter/IFus (Amp)
SET	CT1	36	170	70		400/221	
CT1	CT2	36	170	70		400/190	
CT5	CT6	36	170	70		400/150	

- ✚ In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- ✚ Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
- ✚ Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ Un(kV). Tensión más elevada de la red.
- ✚ U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- ✚ U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

SET-CT1-CT2-P1-P2-CT5-CT6 = 0,15 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$

$U = 30 \text{ kV.}$

$t_{cc} = 0,5 \text{ s.}$

$I_{pccM} = 9.622,5 \text{ A.}$

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>cccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	P <sub>deC</sub> (kA)
SET	CT1	3x240	31904,66	400	12,5
CT1	CT2	3x240	31904,66	400	12,5
CT2	P1	3x240	31904,66		
P1	P2	3x240	31904,66		
P2	CT5	3x240	31904,66		
CT5	CT6	3x240	31904,66	400	12,5

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

$I_{pcc} \text{ en la pantalla} = 1.000 \text{ A.}$

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 25 mm<sup>2</sup>.

I<sub>cc</sub> admisible en pantalla = 4.630 A.

## 1.2.2 Línea subterránea media tensión 2.

Características generales de la red:

Tensión(V): 30000

C.d.t. máx.(%): 2

Cos  $\phi$ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- ✚ PVC, Sección  $\leq 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 115, KcAl = 76
- ✚ PVC, Sección  $> 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 102, KcAl = 68
- ✚ XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ HEPR,  $U_0/U > 18/30$ . KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ HEPR,  $U_0/U \leq 18/30$ . KcCu = 135, KcAl = 89
- ✚ Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fci
SET	CT3	150	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
CT3	CT4	232	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752
CT4	CT7	227	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	40,41	3x240	259,44/0,752

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
SET	0	30.000,00	0	141,451 A(7.350 kVA)
CT3	6,236	29.993,76	0,021	-60,622 A(-3.150 KVA)
CT4	11,557	29.988,44	0,039	-40,415 A(-2.100 KVA)
CT7	14,126	29.985,88	0,047*	-40,415 A(-2.100 KVA)

NOTA: - \* Nudo de mayor c.d.t.

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
SET	CT3	1,164
CT3	CT4	0,56
CT4	CT7	0,134

Pérdida Potencia Activa Total = 1,859 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.  $3RI^2(kW)$ :

SET-CT3-CT4-CT7 = 1,859 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles; In (Amp)	I. Aut; In/IReg (Amp)	I-Secc; In/Iter/IFus (Amp)
SET	CT3	36	170	70		400/200	
CT3	CT4	36	170	70		400/170	
CT4	CT7	36	170	70		400/150	

- ✚ In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- ✚ Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
- ✚ Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ Un(kV). Tensión más elevada de la red.
- ✚ U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- ✚ U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

SET-CT3-CT4-CT7 = 0,05 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$ .

$U = 30 \text{ kV}$ .

$t_{cc} = 0,5 \text{ s}$ .

$I_{pccM} = 9.622,5 \text{ A}$ .

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	Icccs (A)	Prot. térmica/ In	PdeC (kA)
SET	CT3	3x240	31904,66	400	12,5
CT3	CT4	3x240	31904,66	400	12,5
CT4	CT7	3x240	31904,66	400	12,5

## Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

### Datos generales:

$I_{pcc}$  en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

### Resultados:

Sección pantalla = 25 mm<sup>2</sup>.

$I_{cc}$  admisible en pantalla = 4.630 A.

## 1.2.3 Línea subterránea media tensión 3.

### Características generales de la red:

Tensión(V): 30000

C.d.t. máx.(%): 2

Cos  $\varphi$ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

### Constante cortocircuito Kc:

- ❖ PVC, Sección  $\leq 300$  mm<sup>2</sup>.  $K_{cCu} = 115$ ,  $K_{cAl} = 76$
- ❖ PVC, Sección  $> 300$  mm<sup>2</sup>.  $K_{cCu} = 102$ ,  $K_{cAl} = 68$
- ❖ XLPE.  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$
- ❖ EPR.  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$
- ❖ HEPR,  $U_o/U > 18/30$ .  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$
- ❖ HEPR,  $U_o/U \leq 18/30$ .  $K_{cCu} = 135$ ,  $K_{cAl} = 89$
- ❖ Desnudos.  $K_{cCu} = 164$ ,  $K_{cAl} = 107$ ,  $K_{cAl-Ac} = 135$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fci
SET	CT8	643	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	161,66	3x240	259,44/0,752
CT8	CT9	154	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	121,24	3x240	259,44/0,752
CT9	CT10	503	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
SET	0	30.000,00	0	161,658 A(8.400 kVA)
CT8	31,031	29.968,97	0,103	-40,415 A(-2.100 KVA)
CT9	36,444	29.963,56	0,121	-40,415 A(-2.100 KVA)
CT10	47,98	29.952,02	0,16*	-80,829 A(-4.200 KVA)

NOTA: - \* Nudo de mayor c.d.t.



A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
SET	CT8	6,661
CT8	CT9	0,862
CT9	CT10	1,214

Pérdida Potencia Activa Total = 8,736 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.  $3RI^2$  (kW):

SET-CT8-CT9-CT10 = 8,736 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles; In (Amp)	I. Aut; In/IReg (Amp)	I-Secc; In/Iter/IFus (Amp)
SET	CT8	36	170	70		400/211	
CT9	CT10	36	170	70		400/170	

- ❖ In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- ❖ Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
- ❖ Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ❖ IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ❖ Un(kV). Tensión más elevada de la red.
- ❖ U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- ❖ U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

SET-CT8-CT9-CT10 = 0,16 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 500$  MVA.

$U = 30$  kV.

$t_{cc} = 0,5$  s.

$I_{pccM} = 9.622,5$  A.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>cccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
SET	CT8	3x240	31.904,66	400	12,5
CT8	CT9	3x240	31.904,66		
CT9	CT10	3x240	31.904,66	400	12,5

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I<sub>pcc</sub> en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 25 mm<sup>2</sup>.

I<sub>cc</sub> admisible en pantalla = 4.630 A.

#### 1.2.4 Línea subterránea media tensión 4.

Características generales de la red:

Tensión(V): 30000

C.d.t. máx.(%): 2

Cos  $\varphi$ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito K<sub>c</sub>:

- ❖ PVC, Sección  $\leq 300$  mm<sup>2</sup>. K<sub>cCu</sub> = 115, K<sub>cAl</sub> = 76
- ❖ PVC, Sección  $> 300$  mm<sup>2</sup>. K<sub>cCu</sub> = 102, K<sub>cAl</sub> = 68
- ❖ XLPE. K<sub>cCu</sub> = 143, K<sub>cAl</sub> = 94
- ❖ EPR. K<sub>cCu</sub> = 143, K<sub>cAl</sub> = 94
- ❖ HEPR, U<sub>o</sub>/U  $> 18/30$ . K<sub>cCu</sub> = 143, K<sub>cAl</sub> = 94
- ❖ HEPR, U<sub>o</sub>/U  $\leq 18/30$ . K<sub>cCu</sub> = 135, K<sub>cAl</sub> = 89
- ❖ Desnudos. K<sub>cCu</sub> = 164, K<sub>cAl</sub> = 107, K<sub>cAl-Ac</sub> = 135

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm²)	I. Admisi. (A)/Fci
SET	P3	1007	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P3	P4	154	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P4	P5	123	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P5	P6	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P6	P7	69	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P7	P8	25	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P8	P9	120	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P9	P10	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P10	CT12	448	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
CT12	CT14	199	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752
CT14	CT16	128	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	40,41	3x240	259,44/0,752

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
SET	0	30.000,00	0	141,451 A(7.350 kVA)
P3	41,864	29.958,14	0,14	0 A(0 kVA)
P4	48,301	29.951,70	0,161	0 A(0 kVA)
P5	53,414	29.946,59	0,178	0 A(0 kVA)
P6	53,999	29.946,00	0,18	0 A(0 kVA)
P7	56,868	29.943,13	0,19	0 A(0 kVA)
P8	57,913	29.942,09	0,193	0 A(0 kVA)
P9	62,901	29.937,10	0,21	0 A(0 kVA)
P10	63,319	29.936,68	0,211	0 A(0 kVA)
CT12	81,944	29.918,06	0,273	-60,622 A(-3.150 KVA)
CT14	86,508	29.913,49	0,288	-40,415 A(-2.100 KVA)
CT16	87,957	29.912,04	0,293*	-40,415 A(-2.100 KVA)

NOTA: - \* Nudo de mayor c.d.t.

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
SET	P3	7,817
P3	P4	1,204
P4	P5	0,955
P5	P6	0,109
P6	P7	0,536
P7	P8	0,195
P8	P9	0,931
P9	P10	0,078
P10	CT12	3,477
CT12	CT14	0,48
CT14	CT16	0,076

Pérdida Potencia Activa Total = 15,859 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.  $3RI^2$  (kW):

SET-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-CT12-CT14-CT16 = 15,859 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles; In (Amp)	I. Aut; In/IReg (Amp)	I-Secc; In/Iter/IFus (Amp)
SET	P3	36	170	70		400/200	
CT12	CT14	36	170	70		400/170	
CT14	CT16	36	170	70		400/150	

- ✚ In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- ✚ Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
- ✚ Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ Un(kV). Tensión más elevada de la red.
- ✚ U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- ✚ U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

$$\text{SET-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-CT12-CT14-CT16} = 0,29 \%$$

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$

$U = 30 \text{ kV.}$

$t_{cc} = 0,5 \text{ s.}$

$I_{pccM} = 9.622,5 \text{ A.}$

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>cccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	P <sub>deC</sub> (kA)
SET	P3	3x240	31.904,66	400	12,5
P3	P4	3x240	31.904,66		
P4	P5	3x240	31.904,66		
P5	P6	3x240	31.904,66		
P6	P7	3x240	31.904,66		
P7	P8	3x240	31.904,66		
P8	P9	3x240	31.904,66		
P9	P10	3x240	31.904,66		
P10	CT12	3x240	31.904,66		
CT12	CT14	3x240	31.904,66	400	12,5
CT14	CT16	3x240	31.904,66	400	12,5

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

$I_{pcc}$  en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 25 mm<sup>2</sup>.

I<sub>cc</sub> admisible en pantalla = 4.630 A.

## 1.2.5 Línea subterránea media tensión 5.

Características generales de la red:

Tensión(V): 30000

C.d.t. máx.(%): 2

Cos  $\varphi$ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- ✚ PVC, Sección  $\leq 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 115, KcAl = 76
- ✚ PVC, Sección  $> 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 102, KcAl = 68
- ✚ XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ HEPR,  $U_o/U > 18/30$ . KcCu = 143, KcAl = 94
- ✚ HEPR,  $U_o/U \leq 18/30$ . KcCu = 135, KcAl = 89
- ✚ Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fci
SET	P3	1007	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P3	P4	154	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P4	P5	123	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P5	P6	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P6	P7	69	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P7	P8	25	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P8	P9	120	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
P9	P10	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	247,04/0,772
P10	CT11	320	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	141,45	3x240	259,44/0,752
CT11	CT13	468	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	80,83	3x240	259,44/0,752
CT13	CT15	191	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	40,41	3x240	259,44/0,752

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
SET	0	30000	0	141,451 A(7.350 kVA)
P3	41,864	29958,14	0,14	0 A(0 kVA)
P4	48,301	29951,7	0,161	0 A(0 kVA)
P5	53,414	29946,59	0,178	0 A(0 kVA)
P6	53,999	29946	0,18	0 A(0 kVA)
P7	56,868	29943,13	0,19	0 A(0 kVA)
P8	57,913	29942,09	0,193	0 A(0 kVA)
P9	62,901	29937,1	0,21	0 A(0 kVA)
P10	63,319	29936,68	0,211	0 A(0 kVA)
CT11	76,623	29923,38	0,255	-60,622 A(-3.150 KVA)
CT13	87,356	29912,65	0,291	-40,415 A(-2.100 KVA)
CT15	89,518	29910,48	0,298*	-40,415 A(-2.100 KVA)

NOTA: - \* Nudo de mayor c.d.t.

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
SET	P3	7,817
P3	P4	1,204
P4	P5	0,955
P5	P6	0,109
P6	P7	0,536
P7	P8	0,195
P8	P9	0,931
P9	P10	0,078
P10	CT11	2,484
CT11	CT13	1,13
CT13	CT15	0,113

Pérdida Potencia Activa Total = 15,552 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.  $3RI^2$  (kW):

SET-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-CT11-CT13-CT15 = 15,552 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles; In (Amp)	I.Aut; In/IReg (Amp)	I-Secc; In/Iter/IFus (Amp)
SET	P3	36	170	70		400/200	
CT11	CT13	36	170	70		400/170	
CT13	CT15	36	170	70		400/150	

- ✚ In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- ✚ Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
- ✚ Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).
- ✚ Un(kV). Tensión más elevada de la red.
- ✚ U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- ✚ U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

SET-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-CT11-CT13-CT15 = 0,3 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$

$U = 30 \text{ kV.}$

$t_{cc} = 0,5 \text{ s.}$

$I_{pccM} = 9.622,5 \text{ A.}$



Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>cccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	P <sub>deC</sub> (kA)
SET	P3	3x240	31.904,66	400	12,5
P3	P4	3x240	31.904,66		
P4	P5	3x240	31.904,66		
P5	P6	3x240	31.904,66		
P6	P7	3x240	31.904,66		
P7	P8	3x240	31.904,66		
P8	P9	3x240	31.904,66		
P9	P10	3x240	31.904,66		
P10	CT11	3x240	31.904,66		
CT11	CT13	3x240	31.904,66	400	12,5
CT13	CT15	3x240	31.904,66	400	12,5

#### Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

##### Datos generales:

I<sub>pcc</sub> en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

##### Resultados:

Sección pantalla = 25 mm<sup>2</sup>.

I<sub>cc</sub> admisible en pantalla = 4.630 A.

## 2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (\sqrt{3} * U_p)$$

Donde:

- ✚  $S$  = Potencia del transformador en kVA.
- ✚  $U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.
- ✚  $I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
Trafo 1	2100	30	40,42
Trafo 2	3150	30	60,62
Trafo 3	4200	30	80,83

### 2.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S * 1000) / (\sqrt{3} * U_s)$$

Donde:

- ✚  $S$  = Potencia del transformador en kVA.
- ✚  $U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.
- ✚  $I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$I_s$ (A)
Trafo 1	2100	660	1837,08
Trafo 2	3150	660	2755,62
Trafo 3	4200	660	3674,15

## 2.3 CORTOCIRCUITOS.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

### 2.3.1 Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (\sqrt{3} * U_p)$$

Donde:

- ✚  $S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
- ✚  $U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.
- ✚  $I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 * S) / (\sqrt{3} * U_{cc} (\%) * U_s)$$

Donde:

- ✚  $S$  = Potencia del transformador en kVA.
- ✚  $U_{cc} (\%)$  = Tensión de cortocircuito en % del transformador.
- ✚  $U_s$  = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
- ✚  $I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 2.3.2 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 2.3.1.

$S_{cc}$ (MVA)	$U_p$ (kV)	$I_{ccp}$ (kA)
500	30	9,62

### 2.3.3 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 2.3.1.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
Trafo 1	2100	660	6	30,62
Trafo 2	3150	660	6	45,93
Trafo 3	4200	660	6	61,24

## 2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:  
Intensidad asignada: 400 A.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

### 2.4.1 Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica prefabricadas de Power Electronics conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

### 2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\max} \geq (I_{ccp}^2 * L^2) / (60 * d * W)$$

Donde:

- ❖  $\sigma_{\max}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>.
- ❖  $I_{ccp}$  = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.
- ❖  $L$  = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.
- ❖  $d$  = Separación entre fases, en cm.
- ❖  $W$  = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Power Electronics conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

#### 2.4.3 Comprobación por solicitud térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha * S * \sqrt{(\Delta T / t)}$$

Donde:

- ✚  $I_{th}$  = Intensidad eficaz, en A.
- ✚  $\alpha = 13$  para el Cu.
- ✚  $S$  = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.
- ✚  $\Delta T$  = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.
- ✚  $t$  = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Power Electronics conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 12.5 \text{ kA durante } 1 \text{ s.}$$

## 2.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

### Protección general en AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

Las protecciones en AT de las estaciones de media tensión de Power Electronics vienen integradas.

### Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

## 2.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

No procede el cálculo de la ventilación ya que es una Estación de Media Tensión a la intemperie.

## 2.7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

## 2.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### 2.8.1 Estación tipo MV SKID.

#### 2.8.1.1 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 esta Estación de Media Tensión, se determina una resistividad media superficial de 150Ωxm.

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

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

#### Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

#### Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- ❖ Intensidad máxima de defecto a tierra,  $I_{dm\acute{a}x}$  (A): 300.
- ❖ Duración de la falta.
- ❖ Desconexión inicial:
- ❖ Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.5.

### 2.8.1.3 Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

#### Tierra de protección.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

### Tierra de servicio.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m, unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

#### 2.8.1.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- ✚ Tensión de servicio,  $U = 30.000 \text{ V}$ .
- ✚ Puesta a tierra del neutro: Desconocida.
- ✚ Nivel aislamiento de instalaciones de B.T.,  $U_{bt}=10.000 \text{ V}$ .

Características del terreno:

- ✚  $\rho_{\text{terreno}} (\Omega \cdot \text{m})$ : 150.
- ✚  $\rho_H \text{ hormigón } (\Omega \cdot \text{m})$ : 3000.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d$ ,  $U_E$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- ✚ Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \rho (\Omega)$$

- ✚ Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\text{máx}} (\text{A})$$

- ✚ Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d (\text{V})$$



El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✦ Configuración seleccionada: 80-30/5/42.
- ✦ Geometría: Anillo.
- ✦ Dimensiones: (m): 8x3.
- ✦ Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- ✦ Número de picas: 4.
- ✦ Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✦ De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega \cdot m) = 0.077$ .
- ✦ De la tensión de paso,  $K_p (V/((\Omega \cdot m)A)) = 0.0165$ .
- ✦ De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((\Omega \cdot m)A)) = 0.0364$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.077 \cdot 150 = 11.55 \Omega$$

$$I_d = I_{d\max} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 11.55 \cdot 300 = 3465 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✦ Configuración seleccionada: 5/42.
- ✦ Geometría: Picas en hilera.
- ✦ Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- ✦ Número de picas: 4.
- ✦ Longitud de las picas (m): 2.
- ✦ Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✦  $K_r (\Omega/\Omega \cdot m) = 0.104$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.104 \cdot 150 = 15.60 \Omega$$

#### 2.8.1.5 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 rejillas 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 dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0165 \cdot 150 \cdot 300 = 742.5 \text{ V.}$$

#### 2.8.1.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso de la Estación de Media Tensión se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección de la Estación.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p (\text{acc}) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0364 \cdot 150 \cdot 300 = 1638 \text{ V.}$$

### 2.8.1.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 * U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 * R_{ac} + 6 * \rho_s * C_s}{1.000} \right] V$$

$$Up(acc) = 10 * U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 * R_{ac} + 3 * \rho_s * C_s + 3 * \rho_H * C_H}{1.000} \right] V$$

$$C_s = 1 - 0,106 \left[ \frac{1 - \rho / \rho_s}{2 * h_s + 0,106} \right]$$

$$C_H = 1 - 0,106 \left[ \frac{1 - \rho / \rho_H}{2 * h_H + 0,106} \right]$$

$$t = t' + t'' (s)$$

Donde:

- ❖ Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
- ❖ Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
- ❖ Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
- ❖ Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en  $\Omega$ .
- ❖ Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
- ❖ hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
- ❖  $\rho$  = Resistividad del terreno, en  $\Omega\text{xm}$ .
- ❖  $\rho_s$  = Resistividad superficial del suelo, en  $\Omega\text{xm}$ .
- ❖  $\rho_H$  = Resistividad del hormigón, 3000  $\Omega\text{xm}$ .
- ❖ t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
- ❖ t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
- ❖ t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionado por la compañía eléctrica es:

$$t' = 0.5 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.5 \text{ s.}$$

Por lo que la tensión máxima de contacto aplicada admisible, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra. Teniendo  $U_{ca}=204 \text{ V}$ .

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 * 204 \left[ 1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 150 * 1}{1.000} \right] = 12036V$$

$$U_p(acc) = 10 * 204 \left[ 1 + \frac{2 * 2000 + 3 * 150 * 1 + 3 * 3000 * 0.67}{1.000} \right] = 23436V$$

$$C_s = 1 - 0,106 \left[ \frac{1 - 150/150}{2 * 0.1 + 0.106} \right] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \left[ \frac{1 - 150/3000}{2 * 0.1 + 0.106} \right] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 742,5 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 12036 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p(acc) = 1638 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p(acc) = 23436 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 3465 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$\geq$	

#### 2.8.1.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ( $Dn-p$ ), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Donde:

- ✚  $\rho$  = Resistividad del terreno en  $\Omega\text{m}$ .
- ✚  $Id$  = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde la estación de media tensión hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

#### 2.8.1.9 Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 2.8.1.7.

### 3 CÁLCULOS CONTINUA.

#### 3.1 FÓRMULAS GENERALES

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 * U * \cos \varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = \sqrt{3} * I [(L * \cos \varphi / k * S * n) + (X_u * L * \sin \varphi / 1000 * n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

$$I = P_c / U * \cos \varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 * I [(L * \cos \varphi / k * S * n) + (X_u * L * \sin \varphi / 1000 * n)] = \text{voltios (V)}$$

Donde:

- ✚ Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
- ✚ L = Longitud de Cálculo en metros.
- ✚ e = Caída de tensión en Voltios.
- ✚ K = Conductividad.
- ✚ I = Intensidad en Amperios.
- ✚ U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
- ✚ S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- ✚ Cos  $\varphi$  = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, cos  $\varphi$  = 1.
- ✚ n = N° de conductores por fase.
- ✚ Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Donde:

- ✚ K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
  - = Resistividad del conductor a la temperatura T.
- ✚  $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.
  - Cu = 0.017241 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m.
  - Al = 0.028262 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m
- ✚  $\alpha$  = Coeficiente de temperatura:
  - Cu = 0.00392
  - Al = 0.00403
- ✚ T = Temperatura del conductor (°C).
- ✚ T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

- Cables enterrados = 25°C
  - Cables al aire = 40°C
- ✚  $T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
- XLPE, EPR = 90°C
  - PVC = 70°C
- ✚  $I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).
- ✚  $I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- ✚  $I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.
- ✚  $I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE HD 60364-5-52.
- ✚  $I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.
- ✚  $I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:
  - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).
  - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

### Fórmulas Cortocircuito

$$I_{k3} = c_t U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$I_{k2} = c_t U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$I_{k1} = c_t U / \sqrt{3} (2/3 Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

$R_t: R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t: X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

- ✚  $I_{k3}$ : intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).
- ✚  $I_{k2}$ : intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).
- ✚  $I_{k1}$ : intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).
- ✚  $c_t$ : Coeficiente de tensión.
- ✚  $U$ : Tensión F-F.
- ✚  $Z_Q$ : Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación.  $S_{cc}$  (MVA) Potencia cc AT.

$$Z_Q = c_t U^2 / S_{cc} \quad X_Q = 0.995 Z_Q \quad R_Q = 0.1 X_Q \quad \text{UNE\_EN 60909}$$

- ✚  $Z_T$ : Impedancia de cc del Transformador.  $S_n$  (KVA) Potencia nominal Trafo,  $u_{cc}\%$  e  $u_{rcc}\%$  Tensiones cc Trafo.

$$Z_T = (u_{cc}\% / 100) (U^2 / S_n)$$

$$X_T = (Z_T^2 + R_T^2)^{1/2} \quad R_T = (u_{rcc}\% / 100) (U^2 / S_n)$$

- ✚  $Z_L, Z_N, Z_{PE}$ : Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho * L / S * n$$

$$X = X_u * L / n$$

Donde:

- ✚  $R$ : Resistencia de la línea.
- ✚  $X$ : Reactancia de la línea.
- ✚  $L$ : Longitud de la línea en m.
- ✚  $\rho$ : Resistividad conductor, ( $I_{kmax}$  se evalúa a 20°C,  $I_{kmin}$  a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).
- ✚  $S$ : Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)
- ✚  $X_u$ : Reactancia de la línea, en mohm por metro.
- ✚  $n$ : nº de conductores por fase.



\*Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

### Fórmulas Resistencia Tierra

#### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Donde:

- ✚ Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- ✚ ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- ✚ P: Perímetro de la placa (m)

#### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Donde:

- ✚ Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- ✚ ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- ✚ L: Longitud de la pica (m)

#### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Donde:

- ✚ Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- ✚ ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- ✚ L: Longitud del conductor (m)

#### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Donde:

- ✚ Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
- ✚ ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- ✚ Lc: Longitud total del conductor (m)

- ✚ Lp: Longitud total de las picas (m)
- ✚ P: Perímetro de las placas (m)

### 3.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

Dado que todas las instalaciones son de similares características con 30 módulos cada serie y a su vez divididas en diez series por cada caja de seccionamiento, estudiaremos las entradas al inversor más desfavorables por ser la más alejadas del inversor, siendo el resto de cajas de seccionamiento de menor caída de tensión. En el documento planos se observa la configuración de las instalaciones consideradas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los inversores tipo considerados con las distintas ramas y nudos:

Las características generales de la red son:

Tensión(V):

Continua U(V): 1.177.5

Alterna UFF(V): 660. (Inversores FS2101K, FS3151K y FS4200K)

### 3.2.1 Inversor 2100KW.

INVERSOR 2100KW (CT4)								
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
1	Inv							
CS	Inv	130	Al	Direct.Ent.Al XZ1(S) 2 Un	175,9	250	2x240	340/1
5	CS	2	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	175,9	250	2x240	399/1
A15-S1	5	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
7	5	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	158,31		2x240	399/1
A15-S2	7	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
9	7	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	140,72		2x240	399/1
A15-S3	9	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
11	9	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	123,13		2x240	399/1
A15-S4	11	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
13	11	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	105,54		2x240	399/1
A15-S5	13	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
15	13	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	87,95		2x240	399/1
A15-S6	15	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
17	15	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	70,36		2x240	399/1
A15-S7	17	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
19	17	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	52,77		2x240	399/1
A15-S8	19	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
21	19	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	35,18		2x240	399/1
A15-S9	21	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
23	21	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	17,59		2x240	399/1
A15-S10	23	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1

INVERSOR 2100KW (CT4)						
Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	660	0	-181,185A (-207,122 kW)	12,00045	10,00037
Inv	9,375		0,796*			
CS	3,502		0,297			
5	3,409		0,29			
A15-S1	3,071		0,261	17,59 A		
7	2,787		0,237			
A15-S2	2,449		0,208	17,59 A		
9	2,238		0,19			
A15-S3	1,899		0,161	17,59 A		
11	1,759		0,149			
A15-S4	1,421		0,121	17,59 A		
13	1,351		0,115			
A15-S5	1,013		0,086	17,59 A		
15	1,012		0,086			
A15-S6	0,674		0,057	17,59 A		
17	0,742		0,063			
A15-S7	0,404		0,034	17,59 A		
19	0,54		0,046			
A15-S8	0,202		0,017	17,59 A		
21	0,405		0,034			
A15-S9	0,067		0,006	17,59 A		
23	0,338		0,029			
A15-S10	0	1177,5	0	17,59 A		

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

## Resultados Cortocircuito:

INVERSOR 2100KW (CT4)					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	Inv				
CS	Inv	0,1859	50	0,1859	250
5	CS	0,1859	50	0,1859	250
A15-S1	5	0,01859	50	0,01859	25
7	5	0,16731		0,16731	
A15-S2	7	0,01859	50	0,01859	25
9	7	0,14872		0,14872	
A15-S3	9	0,01859	50	0,01859	25
11	9	0,13013		0,13013	
A15-S4	11	0,01859	50	0,01859	25
13	11	0,11154		0,11154	
A15-S5	13	0,01859	50	0,01859	25
15	13	0,09295		0,09295	
A15-S6	15	0,01859	50	0,01859	25
17	15	0,07436		0,07436	
A15-S7	17	0,01859	50	0,01859	25
19	17	0,05577		0,05577	
A15-S8	19	0,01859	50	0,01859	25
21	19	0,03718		0,03718	
A15-S9	21	0,01859	50	0,01859	25
23	21	0,01859		0,01859	
A15-S10	23	0,01859	50	0,01859	25

### 3.2.2 Inversor 3150KW.

INVERSOR 3150KW (CT11)								
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
1	Inv							
CS	Inv	90	Al	Direct.Ent.Al XZ1(S) 2 Un	175,9	250	2x240	340/1
5	CS	2	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	175,9	250	2x240	399/1
A1-S1	5	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
7	5	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	158,31		2x240	399/1
A1-S2	7	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
9	7	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	140,72		2x240	399/1
A1-S3	9	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
11	9	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	123,13		2x240	399/1
A1-S4	11	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
13	11	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	105,54		2x240	399/1
A1-S5	13	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
15	13	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	87,95		2x240	399/1
A1-S6	15	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
17	15	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	70,36		2x240	399/1
A1-S7	17	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
19	17	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	52,77		2x240	399/1
A1-S8	19	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
21	19	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	35,18		2x240	399/1
A1-S9	21	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
23	21	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	17,59		2x240	399/1
A1-S10	23	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1

INVERSOR 3150KW (CT11)						
Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	660	0	-181,185A (-207,122 kW)	12,00045	10,00037
Inv	7,568		0,643*			
CS	3,502		0,297			
5	3,409		0,29			
A1-S1	3,071		0,261	17,59 A		
7	2,787		0,237			
A1-S2	2,449		0,208	17,59 A		
9	2,238		0,19			
A1-S3	1,899		0,161	17,59 A		
11	1,759		0,149			
A1-S4	1,421		0,121	17,59 A		
13	1,351		0,115			
A1-S5	1,013		0,086	17,59 A		
15	1,012		0,086			
A1-S6	0,674		0,057	17,59 A		
17	0,742		0,063			
A1-S7	0,404		0,034	17,59 A		
19	0,54		0,046			
A1-S8	0,202		0,017	17,59 A		
21	0,405		0,034			
A1-S9	0,067		0,006	17,59 A		
23	0,338		0,029			
A1-S10	0	1177,5	0	17,59 A		

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

## Resultados Cortocircuito:

INVERSOR 3150KW (CT11)					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	Inv				
CS	Inv	0,1859	50	0,1859	250
5	CS	0,1859	50	0,1859	250
A1-S1	5	0,01859	50	0,01859	25
7	5	0,16731		0,16731	
A1-S2	7	0,01859	50	0,01859	25
9	7	0,14872		0,14872	
A1-S3	9	0,01859	50	0,01859	25
11	9	0,13013		0,13013	
A1-S4	11	0,01859	50	0,01859	25
13	11	0,11154		0,11154	
A1-S5	13	0,01859	50	0,01859	25
15	13	0,09295		0,09295	
A1-S6	15	0,01859	50	0,01859	25
17	15	0,07436		0,07436	
A1-S7	17	0,01859	50	0,01859	25
19	17	0,05577		0,05577	
A1-S8	19	0,01859	50	0,01859	25
21	19	0,03718		0,03718	
A1-S9	21	0,01859	50	0,01859	25
23	21	0,01859		0,01859	
A1-S10	23	0,01859	50	0,01859	25



### 3.2.3 Inversor 4200KW.

INVERSOR 4200KW (CT10)								
Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
1	Inv							
CS	Inv	80	Al	Direct.Ent.Al XZ1(S) 2 Un	175,9	250	2x240	340/1
5	CS	2	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	87,95	125	2x240	399/1
B2-S1	5	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
7	5	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	70,36		2x240	399/1
B2-S2	7	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
9	7	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	52,77		2x240	399/1
B2-S3	9	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
11	9	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	35,18		2x240	399/1
B2-S4	11	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
13	11	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	17,59		2x240	399/1
B2-S5	13	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
15	CS	17	Al	Direct.Ent.Al XZ1(S) 2 Un	87,95		2x240	309/1
16	15	2	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	87,95		2x240	399/1
B1-S6	16	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
18	16	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	70,36		2x240	399/1
B1-S7	18	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
20	18	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	52,77		2x240	399/1
B1-S8	20	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
22	20	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	35,18		2x240	399/1
B1-S9	22	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1
24	22	15	Al	Soportes AL XZ1(S) 2 Un	17,59		2x240	399/1
B1-S10	24	2	Cu	Soportes H1Z2Z2-K 2 Un	17,59	25	2x4	41/1

INVERSOR 4200KW (CT10)						
Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	660	0	-181,185A (-207,122 kW)	12,00045	10,00037
Inv	5,038		0,428*			
CS	1,424		0,121			
5	1,379		0,117			
B2-S1	1,041		0,088	17,59 A		
7	1,109		0,094			
B2-S2	0,771		0,065	17,59 A		
9	0,906		0,077			
B2-S3	0,568		0,048	17,59 A		
11	0,772		0,066			
B2-S4	0,434		0,037	17,59 A		
13	0,705		0,06			
B2-S5	0,367		0,031	17,59 A		
15	1,057		0,09			
16	1,012		0,086			
B1-S6	0,674		0,057	17,59 A		
18	0,742		0,063			
B1-S7	0,404		0,034	17,59 A		
20	0,54		0,046			
B1-S8	0,202		0,017	17,59 A		
22	0,405		0,034			
B1-S9	0,067		0,006	17,59 A		
24	0,338		0,029			
B1-S10	0	1177,5	0	17,59 A		

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

### Resultados Cortocircuito:

INVERSOR 4200KW (CT10)					
Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	Inv				
CS	Inv	0,1859	50	0,1859	250
5	CS	0,09295	50	0,09295	125
B2-S1	5	0,01859	50	0,01859	25
7	5	0,07436		0,07436	
B2-S2	7	0,01859	50	0,01859	25
9	7	0,05577		0,05577	
B2-S3	9	0,01859	50	0,01859	25
11	9	0,03718		0,03718	
B2-S4	11	0,01859	50	0,01859	25
13	11	0,01859		0,01859	
B2-S5	13	0,01859	50	0,01859	25
15	CS	0,09295		0,09295	
16	15	0,09295		0,09295	
B1-S6	16	0,01859	50	0,01859	25
18	16	0,07436		0,07436	
B1-S7	18	0,01859	50	0,01859	25
20	18	0,05577		0,05577	
B1-S8	20	0,01859	50	0,01859	25
22	20	0,03718		0,03718	
B1-S9	22	0,01859	50	0,01859	25
24	22	0,01859		0,01859	
B1-S10	24	0,01859	50	0,01859	25

### 3.2.4 Calculo de la puesta a tierra

- ✚ La resistividad del terreno es 300 ohmios x m.
- ✚ El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:
  - M. conductor de Cu desnudo 35 mm<sup>2</sup> 30 m.
  - M. conductor de Acero galvanizado 95 mm<sup>2</sup>
  - Picas verticales de Cobre 14 mm
  - de Acero recubierto Cu 14 mm - 1 picas de 2m.
  - de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17,65 ohmios.

## 4 CÁLCULOS ENERGÉTICOS.

En el presente punto se muestran los cálculos de la producción de energía eléctrica que se espera que genere el parque solar fotovoltaico GIBRALGALIA II.

Para la realización de la estimación de la producción se ha utilizado el software informático PVSYST v7.4.8. el cual permite el estudio, la simulación y análisis de datos de los sistemas fotovoltaicos.

En el documento “2.1.Anexo de informes PVsyst” se muestran los cálculos energéticos realizados mediante el software de cálculo PVsyst para la totalidad de la planta FV GIBRALGALIA.



Imagen 1. Escena sombreado PVsyst PFV Gibralgalia II  
(CT1,CT2,CT3,CT4,CT5, CT6,CT7,CT8,CT9 y CT10)



Imagen 2. Escena sombreado PVSyst PFV Gibralgalia II  
(CT11,CT12,CT13,CT14,CT15 y CT16)

A continuación, se adjunta la tabla resumen de cálculos energéticos para cada bloque fotovoltaico de la Planta Solar FV “GIBRALGALIA II”.

## 4.1 BLOQUE 1.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-1				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,85	9,13	353,80
FEBRERO	3,35	3,97	10,73	328,20
MARZO	4,89	5,26	12,46	477,00
ABRIL	5,75	5,49	13,86	481,50
MAYO	6,69	5,97	18,69	536,10
JUNIO	7,87	6,75	22,30	580,40
JULIO	8,07	7,07	25,07	619,00
AGOSTO	7,16	6,76	24,81	589,20
SEPTIEMBRE	5,64	5,90	21,26	502,10
OCTUBRE	3,93	4,50	17,04	401,90
NOVIEMBRE	3,31	4,31	13,63	378,40
DICIEMBRE	2,27	2,89	10,92	266,43
TOTAL ANUAL	61,83	62,74	16,66	5.514,03

Los resultados principales para el bloque 1 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 1	
Horas equivalentes:	1.752 Horas
Indice de rendimiento PR:	81,34 %
Energía producida TOTAL:	5.514,03 MWh/año

## 4.2 BLOQUE 2.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-2				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,62	9,13	241,60
FEBRERO	3,35	3,88	10,73	232,20
MARZO	4,89	5,23	12,46	342,60
ABRIL	5,75	5,47	13,86	346,20
MAYO	6,69	5,93	18,69	385,50
JUNIO	7,87	6,71	22,30	417,60
JULIO	8,07	7,04	25,07	445,60
AGOSTO	7,16	6,73	24,81	424,40
SEPTIEMBRE	5,64	5,88	21,26	361,70
OCTUBRE	3,93	4,45	17,04	287,60
NOVIEMBRE	3,31	4,10	13,63	261,00
DICIEMBRE	2,27	2,70	10,92	181,04
TOTAL ANUAL	61,83	61,73	16,66	3.927,04

Los resultados principales para el bloque 2 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 2	
Horas equivalentes:	1.725 Horas
Indice de rendimiento PR:	80,05 %
Energía producida TOTAL:	3.927,04 MWh/año



### 4.3 BLOQUE 3.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-3				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,91	9,13	359,00
FEBRERO	3,35	4,02	10,73	331,60
MARZO	4,89	5,30	12,46	479,20
ABRIL	5,75	5,53	13,86	483,50
MAYO	6,69	5,99	18,69	536,90
JUNIO	7,87	6,78	22,30	581,70
JULIO	8,07	7,10	25,07	620,30
AGOSTO	7,16	6,78	24,81	590,40
SEPTIEMBRE	5,64	5,94	21,26	503,90
OCTUBRE	3,93	4,54	17,04	405,00
NOVIEMBRE	3,31	4,38	13,63	384,30
DICIEMBRE	2,27	2,93	10,92	271,09
TOTAL ANUAL	61,83	63,19	16,66	5.546,89

Los resultados principales para el bloque 3 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 3	
Horas equivalentes:	1.775 Horas
Indice de rendimiento PR:	82,37 %
Energía producida TOTAL:	5.546,89 MWh/año



#### 4.4 BLOQUE 4.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-4				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,81	9,13	221,70
FEBRERO	3,35	3,95	10,73	206,60
MARZO	4,89	5,24	12,46	300,20
ABRIL	5,75	5,46	13,86	303,00
MAYO	6,69	5,92	18,69	336,70
JUNIO	7,87	6,70	22,30	364,70
JULIO	8,07	7,02	25,07	389,10
AGOSTO	7,16	6,71	24,81	370,40
SEPTIEMBRE	5,64	5,87	21,26	316,10
OCTUBRE	3,93	4,48	17,04	253,20
NOVIEMBRE	3,31	4,28	13,63	237,70
DICIEMBRE	2,27	2,85	10,92	167,09
TOTAL ANUAL	61,83	62,29	16,66	3.466,49

Los resultados principales para el bloque 4 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 4	
Horas equivalentes:	1.744 Horas
Indice de rendimiento PR:	80,97 %
Energía producida TOTAL:	3.466,49 MWh/año

## 4.5 BLOQUE 5.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-5				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,85	9,13	257,40
FEBRERO	3,35	3,96	10,73	237,80
MARZO	4,89	5,26	12,46	345,80
ABRIL	5,75	5,50	13,86	349,10
MAYO	6,69	5,97	18,69	389,90
JUNIO	7,87	6,76	22,30	422,30
JULIO	8,07	7,09	25,07	450,80
AGOSTO	7,16	6,77	24,81	429,10
SEPTIEMBRE	5,64	5,94	21,26	367,30
OCTUBRE	3,93	4,49	17,04	291,40
NOVIEMBRE	3,31	4,35	13,63	277,40
DICIEMBRE	2,27	2,90	10,92	195,50
TOTAL ANUAL	61,83	62,84	16,66	4.013,80

Los resultados principales para el bloque 5 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 5	
Horas equivalentes:	1.763 Horas
Indice de rendimiento PR:	81,82 %
Energía producida TOTAL:	4.013,80 MWh/año

## 4.6 BLOQUE 6.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-6				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,86	9,13	244,40
FEBRERO	3,35	4,06	10,73	230,70
MARZO	4,89	5,38	12,46	335,30
ABRIL	5,75	5,61	13,86	338,30
MAYO	6,69	6,09	18,69	375,90
JUNIO	7,87	6,89	22,30	407,60
JULIO	8,07	7,23	25,07	434,90
AGOSTO	7,16	6,91	24,81	414,00
SEPTIEMBRE	5,64	6,05	21,26	353,70
OCTUBRE	3,93	4,60	17,04	282,50
NOVIEMBRE	3,31	4,41	13,63	266,20
DICIEMBRE	2,27	2,89	10,92	184,27
TOTAL ANUAL	61,83	63,99	16,66	3.867,77

Los resultados principales para el bloque 6 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 6	
Horas equivalentes:	1.797 Horas
Indice de rendimiento PR:	83,39 %
Energía producida TOTAL:	3.867,77 MWh/año

## 4.7 BLOQUE 7.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-7				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,78	9,13	217,50
FEBRERO	3,35	3,92	10,73	202,70
MARZO	4,89	5,20	12,46	295,20
ABRIL	5,75	5,43	13,86	297,80
MAYO	6,69	5,90	18,69	332,10
JUNIO	7,87	6,68	22,30	360,00
JULIO	8,07	7,00	25,07	384,00
AGOSTO	7,16	6,67	24,81	364,70
SEPTIEMBRE	5,64	5,83	21,26	310,50
OCTUBRE	3,93	4,44	17,04	248,30
NOVIEMBRE	3,31	4,22	13,63	232,20
DICIEMBRE	2,27	2,83	10,92	163,26
TOTAL ANUAL	61,83	61,90	16,66	3.408,26

Los resultados principales para el bloque 7 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 7	
Horas equivalentes:	1.733 Horas
Indice de rendimiento PR:	80,45 %
Energía producida TOTAL:	3.408,26 MWh/año

## 4.8 BLOQUE 8.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-8				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,93	9,13	227,40
FEBRERO	3,35	4,04	10,73	209,50
MARZO	4,89	5,34	12,46	303,70
ABRIL	5,75	5,57	13,86	306,80
MAYO	6,69	6,04	18,69	340,80
JUNIO	7,87	6,83	22,30	369,30
JULIO	8,07	7,16	25,07	393,80
AGOSTO	7,16	6,84	24,81	374,70
SEPTIEMBRE	5,64	5,98	21,26	319,70
OCTUBRE	3,93	4,56	17,04	256,10
NOVIEMBRE	3,31	4,41	13,63	243,30
DICIEMBRE	2,27	2,95	10,92	171,65
TOTAL ANUAL	61,83	63,64	16,66	3.516,75

Los resultados principales para el bloque 8 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 8	
Horas equivalentes:	1.788 Horas
Indice de rendimiento PR:	83,01 %
Energía producida TOTAL:	3.516,75 MWh/año

## 4.9 BLOQUE 9.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-9				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,91	9,13	238,30
FEBRERO	3,35	4,05	10,73	221,30
MARZO	4,89	5,36	12,46	321,10
ABRIL	5,75	5,60	13,86	324,70
MAYO	6,69	6,08	18,69	361,20
JUNIO	7,87	6,88	22,30	391,30
JULIO	8,07	7,21	25,07	417,30
AGOSTO	7,16	6,89	24,81	397,20
SEPTIEMBRE	5,64	6,02	21,26	338,40
OCTUBRE	3,93	4,58	17,04	270,80
NOVIEMBRE	3,31	4,41	13,63	256,00
DICIEMBRE	2,27	2,93	10,92	179,26
TOTAL ANUAL	61,83	63,93	16,66	3.716,86

Los resultados principales para el bloque 9 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 9	
Horas equivalentes:	1.796 Horas
Indice de rendimiento PR:	83,34 %
Energía producida TOTAL:	3.716,86 MWh/año

#### 4.10 BLOQUE 10.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-10				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> día)	(Kwh/m <sup>2</sup> día)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	3,98	9,13	485,80
FEBRERO	3,35	4,11	10,73	450,60
MARZO	4,89	5,46	12,46	655,70
ABRIL	5,75	5,70	13,86	662,10
MAYO	6,69	6,18	18,69	736,10
JUNIO	7,87	7,00	22,30	797,90
JULIO	8,07	7,34	25,07	851,30
AGOSTO	7,16	7,01	24,81	810,10
SEPTIEMBRE	5,64	6,14	21,26	692,60
OCTUBRE	3,93	4,66	17,04	551,70
NOVIEMBRE	3,31	4,50	13,63	523,70
DICIEMBRE	2,27	2,99	10,92	367,66
TOTAL ANUAL	61,83	65,07	16,66	7.585,26

Los resultados principales para el bloque 10 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 10	
Horas equivalentes:	1.823 Horas
Indice de rendimiento PR:	84,62 %
Energía producida TOTAL:	7.585,26 MWh/año

#### 4.11 BLOQUE 11.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-11				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	4,09	9,13	355,60
FEBRERO	3,35	4,13	10,73	322,50
MARZO	4,89	5,45	12,46	467,20
ABRIL	5,75	5,69	13,86	471,60
MAYO	6,69	6,17	18,69	524,00
JUNIO	7,87	6,97	22,30	566,50
JULIO	8,07	7,30	25,07	604,00
AGOSTO	7,16	6,97	24,81	575,10
SEPTIEMBRE	5,64	6,12	21,26	492,80
OCTUBRE	3,93	4,66	17,04	393,70
NOVIEMBRE	3,31	4,57	13,63	378,70
DICIEMBRE	2,27	3,12	10,92	272,21
TOTAL ANUAL	61,83	65,23	16,66	5.423,91

Los resultados principales para el bloque 11 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 11	
Horas equivalentes:	1.807 Horas
Indice de rendimiento PR:	83,88 %
Energía producida TOTAL:	5.423,91 MWh/año



## 4.12 BLOQUE 12.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-12				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	4,11	9,13	354,60
FEBRERO	3,35	4,14	10,73	320,60
MARZO	4,89	5,45	12,46	464,80
ABRIL	5,75	5,69	13,86	468,80
MAYO	6,69	6,18	18,69	521,00
JUNIO	7,87	6,98	22,30	563,30
JULIO	8,07	7,31	25,07	600,50
AGOSTO	7,16	6,98	24,81	571,70
SEPTIEMBRE	5,64	6,13	21,26	490,10
OCTUBRE	3,93	4,66	17,04	391,60
NOVIEMBRE	3,31	4,58	13,63	376,90
DICIEMBRE	2,27	3,13	10,92	271,54
TOTAL ANUAL	61,83	65,33	16,66	5.395,44

Los resultados principales para el bloque 12 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 12	
Horas equivalentes:	1.810 Horas
Indice de rendimiento PR:	84,02 %
Energía producida TOTAL:	5.395,44 MWh/año

#### 4.13 BLOQUE 13.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-13				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	4,01	9,13	233,90
FEBRERO	3,35	4,09	10,73	214,30
MARZO	4,89	5,40	12,46	311,30
ABRIL	5,75	5,66	13,86	315,40
MAYO	6,69	6,15	18,69	351,10
JUNIO	7,87	6,95	22,30	379,20
JULIO	8,07	7,27	25,07	404,30
AGOSTO	7,16	6,95	24,81	385,20
SEPTIEMBRE	5,64	6,08	21,26	329,10
OCTUBRE	3,93	4,62	17,04	262,10
NOVIEMBRE	3,31	4,50	13,63	250,30
DICIEMBRE	2,27	3,05	10,92	178,76
TOTAL ANUAL	61,83	64,75	16,66	3.614,96

Los resultados principales para el bloque 13 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 13	
Horas equivalentes:	1.800 Horas
Indice de rendimiento PR:	83,57 %
Energía producida TOTAL:	3.614,96 MWh/año

#### 4.14 BLOQUE 14.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-14				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	4,16	9,13	232,40
FEBRERO	3,35	4,16	10,73	209,20
MARZO	4,89	5,49	12,46	303,20
ABRIL	5,75	5,73	13,86	305,80
MAYO	6,69	6,22	18,69	339,80
JUNIO	7,87	7,02	22,30	367,40
JULIO	8,07	7,35	25,07	391,80
AGOSTO	7,16	7,02	24,81	372,90
SEPTIEMBRE	5,64	6,16	21,26	319,40
OCTUBRE	3,93	4,69	17,04	255,40
NOVIEMBRE	3,31	4,62	13,63	246,70
DICIEMBRE	2,27	3,16	10,92	177,84
TOTAL ANUAL	61,83	65,79	16,66	3.521,84

Los resultados principales para el bloque 14 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 14	
Horas equivalentes:	1.829 Horas
Indice de rendimiento PR:	84,91 %
Energía producida TOTAL:	3.521,84 MWh/año

#### 4.15 BLOQUE 15.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-15				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	4,16	9,13	244,90
FEBRERO	3,35	4,16	10,73	220,40
MARZO	4,89	5,47	12,46	318,60
ABRIL	5,75	5,72	13,86	321,70
MAYO	6,69	6,22	18,69	358,00
JUNIO	7,87	7,02	22,30	387,00
JULIO	8,07	7,35	25,07	412,50
AGOSTO	7,16	7,02	24,81	392,60
SEPTIEMBRE	5,64	6,14	21,26	335,60
OCTUBRE	3,93	4,69	17,04	268,90
NOVIEMBRE	3,31	4,63	13,63	260,10
DICIEMBRE	2,27	3,16	10,92	187,16
TOTAL ANUAL	61,83	65,74	16,66	3.707,46

Los resultados principales para el bloque 15 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 15	
Horas equivalentes:	1.828 Horas
Indice de rendimiento PR:	84,83 %
Energía producida TOTAL:	3.707,46 MWh/año

#### 4.16 BLOQUE 16.

RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS CT-16				
MES	Radiación Media Diaria sobre sup. Horizontal	Radiación Media Diaria sobre sup. del Generador	Temperatura ambiente	PRODUCCION ENERGETICA ANUAL
	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(Kwh/m <sup>2</sup> dia)	(° C)	(MWh)
ENERO	2,90	4,13	9,13	233,40
FEBRERO	3,35	4,15	10,73	210,80
MARZO	4,89	5,47	12,46	305,80
ABRIL	5,75	5,71	13,86	308,40
MAYO	6,69	6,20	18,69	342,80
JUNIO	7,87	7,01	22,30	370,70
JULIO	8,07	7,34	25,07	395,30
AGOSTO	7,16	7,01	24,81	376,20
SEPTIEMBRE	5,64	6,15	21,26	322,20
OCTUBRE	3,93	4,68	17,04	257,60
NOVIEMBRE	3,31	4,60	13,63	248,20
DICIEMBRE	2,27	3,14	10,92	178,29
TOTAL ANUAL	61,83	65,60	16,66	3.549,69

Los resultados principales para el bloque 16 son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE BLOQUE 16	
Horas equivalentes:	1.824 Horas
Indice de rendimiento PR:	84,68 %
Energía producida TOTAL:	3.549,69 MWh/año

#### 4.17 RESUMEN CALCULOS ENERGETICOS.

Los resultados principales para la Planta FV "GIBRALGALIA II" son:

RESULTADOS PRINCIPALES PSFV GIBRALGALIA II			
BLOQUE	Energía producida total (MWh/año)	Horas equivalentes (Horas)	Índice rendimiento PR (%)
CT1	5514,03	1752	81,34
CT2	3927,04	1725	80,05
CT3	5546,89	1775	82,37
CT4	3466,49	1744	80,97
CT5	4013,80	1763	81,82
CT6	3867,77	1797	83,39
CT7	3408,26	1733	80,45
CT8	3516,75	1788	83,01
CT9	3716,86	1796	83,34
CT10	7585,26	1823	84,62
CT11	5423,91	1807	83,88
CT12	5395,44	1810	84,02
CT13	3614,96	1800	83,57
CT14	3521,84	1829	84,91
CT15	3707,46	1828	84,83
CT16	3549,69	1824	84,68
TOTAL	69.776,45	1.787	82,95

Los resultados principales para la Planta FV "GIBRALGALIA II" son:

RESULTADOS PRINCIPALES DE PLANTA FV "GIBRALGALIA II"	
Horas equivalentes:	1.787 Horas
Índice de rendimiento PR:	82,95 %
Energía producida TOTAL:	69.776,45 MWh/año

## 5 JUSTIFICACIÓN DE LA ORDEN 26 DE MARZO DE 2007 POR LA QUE SE APRUEBAN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

### 5.1 CÁLCULOS DE TENSIÓN E INTENSIDAD A LA ENTRADA DEL INVERSOR CONFORME ICT-FV-09-INSTALACIONES INTERCONECTADAS.

A continuación, se muestran los datos característicos de los módulos e inversores de la Planta FV "GIBRALGALIA II":

#### 5.1.1 Módulos fotovoltaicos.

Características técnicas modulo SUNTECH STP690S-D66/Wmh			
Célula	Silicio Monocristalino 210mm	Temperatura de operación	-40°C a +85°C
Nº Célula	132 (6x22)	Coeficientes de temperaturas	
Tensión Máxima	1.500 Vdc	$\alpha_{Pm}$	-0,3 %/°C
Potencia pico	690 Wp	$\alpha_{Isc}$	0,046 %/°C
Dimensiones	2.384x1.303x35mm	$\alpha_{Voc}$	-0,25 %/°C
CARACTERISTICAS CONDICIONES ESTANDAR (STC: 25°C, 1.000 W/m <sup>2</sup> , AM 1,5)			
Voc	47,25 V	Isc	18,59 A
Vmp	39,25 V	Imp	17,59 A

✚ Otras especificaciones:

Coeficientes Temperatura STP690S	
NOMT	42±2 °C
Coef. Temperatura (Pmax):	-0,30 % / °C
Coef. Temperatura (Isc):	+0,046 % / °C
Coef. Temperatura (Voc):	-0,25 % / °C

## 5.1.2 Inversores.

Inversor POWER ELECTRONICS HEMK 660V FS2101K	
DATOS DE ENTRADA	
Gama de Tensión MPPT (Vdc)	934V - 1500V
Tensión Máxima de entrada (Vdc)	1.500 V
Corriente Máxima de entrada	1.837 A
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal / máxima	2.100kW (40°C) / 1.950kW (50°C)
Rendimiento Euro	98,45%
Tensión de red / frecuencia	660V / 50Hz
Coeficiente de distorsión no lineal (THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia	1

Inversor POWER ELECTRONICS HEMK 660V FS3151K	
DATOS DE ENTRADA	
Gama de Tensión MPPT (Vdc)	934V - 1500V
Tensión Máxima de entrada (Vdc)	1.500 V
Corriente Máxima de entrada	2.756 A
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal / máxima	3.150kW (40°C) / 2.925kW (50°C)
Rendimiento Euro	98,48
Tensión de red / frecuencia	660V / 50Hz
Coeficiente de distorsión no lineal (THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia	1

Inversor POWER ELECTRONICS HEMK 660V FS4200K	
DATOS DE ENTRADA	
Gama de Tensión MPPT (Vdc)	934V - 1500V
Tensión Máxima de entrada (Vdc)	1.500 V
Corriente Máxima de entrada	3.674 A
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal / máxima	4.200kW (40°C) / 3.900kW (50°C)
Rendimiento Euro	98,65
Tensión de red / frecuencia	660V / 50Hz
Coeficiente de distorsión no lineal (THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia	1

-Tensión máxima entrada al inversor: 1.500 V.

-Tensión mínima de entrada al inversor (660V): 934 V.



### 5.1.3 Justificación ITC-FV-09.

1) Tensión en el punto de máxima potencia de la rama o generador fotovoltaico a  $1.000 \text{ W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $70^\circ \text{C}$ , será mayor que la tensión mínima de entrada del inversor:

$$V_{mp} (25^\circ) = 39,25 \text{ V por módulo.}$$

$$\text{Coef. Temperatura Tensión: } -0,25 \text{ } \%/^\circ\text{C.}$$

$$V_{mp} (70^\circ) = 34,83 \text{ V por módulo.}$$

Para una serie de 30 módulos tendríamos una tensión  $V_{mp} (70^\circ\text{C}) = 1.045,03 \text{ V}$  superior a la tensión mínima de entrada del inversor de  $934 \text{ V}$  ( $849 \text{ V}$ ).

2) La tensión en circuito abierto de la rama o generador fotovoltaico a  $100 \text{ W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $5^\circ\text{C}$ , debe ser menor que la tensión máxima admisible por el inversor al que va conectado.

$$V_{oc} (25^\circ\text{C}) = 47,25 \text{ V por módulo.}$$

$$\text{Coef. Temperatura Tensión: } -0,25 \text{ } \%/^\circ\text{C.}$$

$$V_{oc} (5^\circ\text{C}) = 49,61 \text{ V por módulo.}$$

Para una serie de 30 módulos tendríamos una tensión  $V_{oc} (5^\circ\text{C}) = 1.488,37 \text{ V}$ , inferior a la tensión máxima de entrada al inversor de  $1500 \text{ V}$ .

3) La intensidad de cortocircuito de la rama o generador fotovoltaico a  $1000 \text{ W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $70^\circ\text{C}$ , debe ser menor de la intensidad máxima admisible por el inversor al que va conectado.

$$I_{sc} (25^\circ\text{C}) = 18,59 \text{ A por rama.}$$

$$\text{Coef. Temperatura Intensidad: } 0,046 \text{ } \%/^\circ\text{C.}$$

$$I_{sc} (70^\circ\text{C}) = 18,88 \text{ A por rama.}$$

En nuestro caso el bloque mas desfavorable para el tipo de Inversor FS4200K, siendo este el bloque 10 donde hay 201 ramas en paralelo o strings, lo que equivale a  $3.794,88 \text{ A}$ , inferior a los  $4.590 \text{ A}$  de entrada al inversor.

En nuestro caso el bloque mas desfavorable para el tipo de Inversor FS3151K, siendo este el bloque 1 donde hay 152 ramas en paralelo o strings, lo que equivale a 2.869,76 A, inferior a los 3.443 A de entrada al inversor.

En nuestro caso el bloque mas desfavorable para el tipo de Inversor FS2101K, siendo este el bloque 2 donde hay 110 ramas en paralelo o strings, lo que equivale a 2.076,80 A, inferior a los 2.295 A de entrada al inversor.

4) La potencia nominal del inversor no será superior a 1,2 veces la potencia pico de la rama o generador fotovoltaico.

En nuestro caso tomaremos el generador fotovoltaico 14 por ser el de menor potencia 1.925,10 KWp y puesto que el inversor tiene una potencia nominal de 2.100 KW, se cumple que la potencia nominal del inversor no será superior a 1,2 veces la potencia del generador fotovoltaico.

En el resto de generadores fotovoltaicos se cumple que la potencia nominal del inversor no es superior a 1,2 veces la potencia del generador fotovoltaico.

## 6 CONSIDERACIONES FINALES

Con lo anteriormente expuesto en esta memoria, junto a planos y demás documentos, se considera suficiente idea de la instalación que se pretende, por lo que se espera dar cumplimiento al objeto del presente Proyecto y que tras los trámites oportunos no exista inconveniente por parte de las diferentes Administraciones implicadas para conceder cuantos permisos sean necesarios.

En Albacete, Julio de 2024



D. José Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n.º 1.026



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

2.1. ANEXO DE INFORMES PVSYST.



# PVsyst - Informe de simulación CT1

## Sistema conectado a la red

---

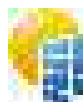
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT1\_3,1MW\_11m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 3146 kWp

Pizarra - España



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT1\_3,1MW\_11m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCM, Fecha de simulación:  
31/07/24 15:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

4560 unidades  
3146 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

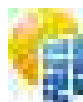
1 unidad  
3151 kWca  
0.999

### Resumen de resultados

Energía producida 5514.03 MWh/año Producción específica 1752 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 81.34 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT1\_3,1MW\_11m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCM, Fecha de simulación:  
31/07/24 15:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.8 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 11.00 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 29.3 °  
GCR 60.3 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 304 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 11.0 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 60.3 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 29.3 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 4560 unidades  
Nominal (STC) 3146 kWp  
Módulos 152 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2912 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 2703 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 3146 kWp  
Total 4560 módulos  
Área del módulo 14165 m²  
Área celular 13272 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 3151 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.00

##### Potencia total del inversor

Potencia total 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 1.00

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 6.5 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

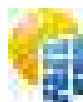
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCM, Fecha de simulación:  
31/07/24 15:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.07 % en STC

**Inversor: FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.15 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 3.10 MVA

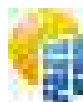
Iron Loss ( Conexión 24/24) 3.16 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC

Pérdida de cobre 30.49 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.98 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.38 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCM, Fecha de simulación:  
31/07/24 15:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

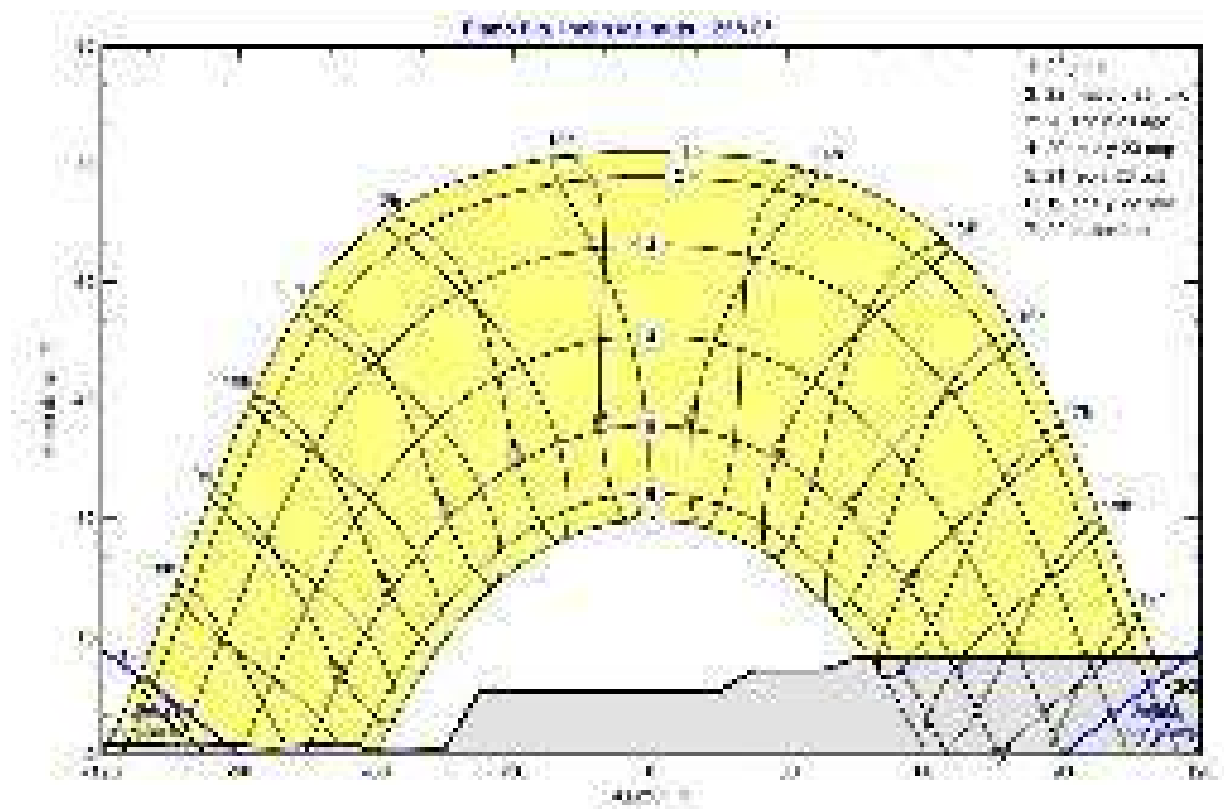
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'40", Long=-4°45'50", Alt=185m

Altura promedio	6.8 °	Factor Albedo	0.59
Factor difuso	0.95	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105
Altura [°]	4.6	4.2	1.9	1.9	2.3	3.1	1.9	1.1	1.1	1.5
Azimut [°]	-98	-90	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	15
Altura [°]	1.5	1.1	0.8	1.1	1.5	0.4	0.4	0.8	8.0	8.0
Azimut [°]	23	38	45	135	143	158	165	173	180	
Altura [°]	10.7	10.7	12.2	12.2	7.6	7.6	7.3	5.3	4.6	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

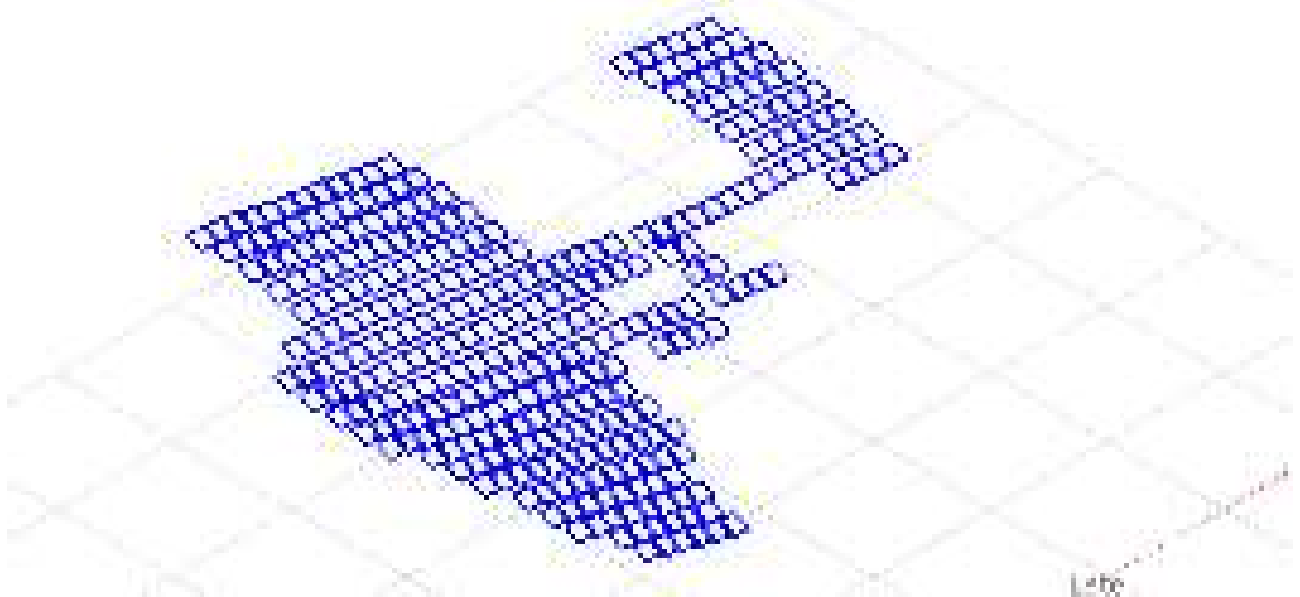






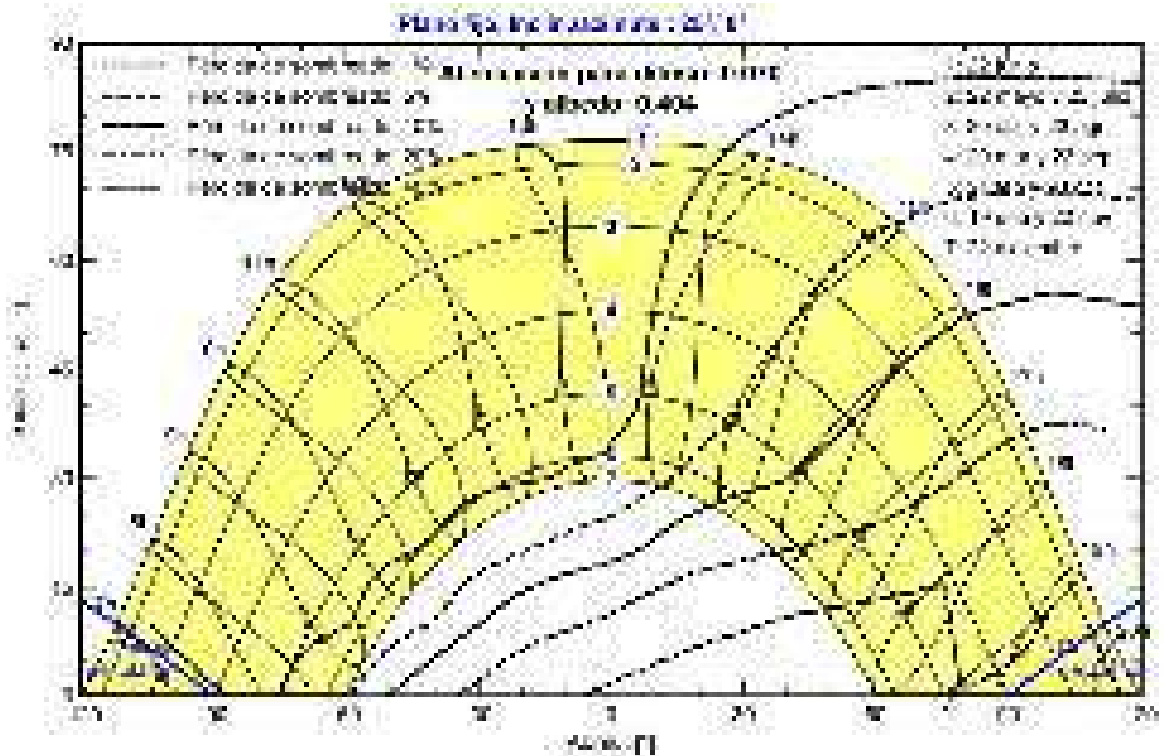
### Parámetro de sombreados cercanos

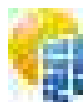
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT1\_3,1MW\_11m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCM, Fecha de simulación:  
31/07/24 15:55  
con V7.4.8

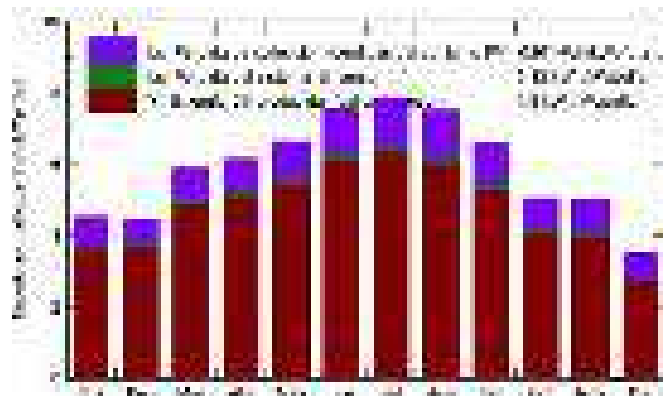
ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

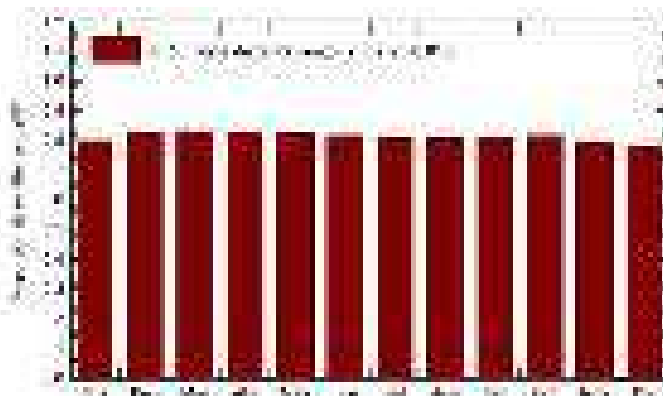
#### Producción del sistema

Energía producida 5514.03 MWh/año Producción específica 1752 kWh/kWp/año  
Proporción rend. PR 81.34 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	119.5	363.6	353.8	0.800
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	111.2	337.6	328.2	0.830
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	163.2	490.2	477.0	0.831
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	164.8	494.7	481.5	0.830
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	185.1	550.5	536.1	0.825
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	202.6	595.7	580.4	0.817
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	219.3	635.5	619.0	0.808
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	209.5	605.0	589.2	0.806
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	177.1	515.7	502.1	0.808
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	139.4	413.2	401.9	0.817
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	129.4	388.7	378.4	0.797
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	89.6	274.2	266.3	0.781
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1910.6	5664.6	5514.0	0.813

#### Leyendas

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

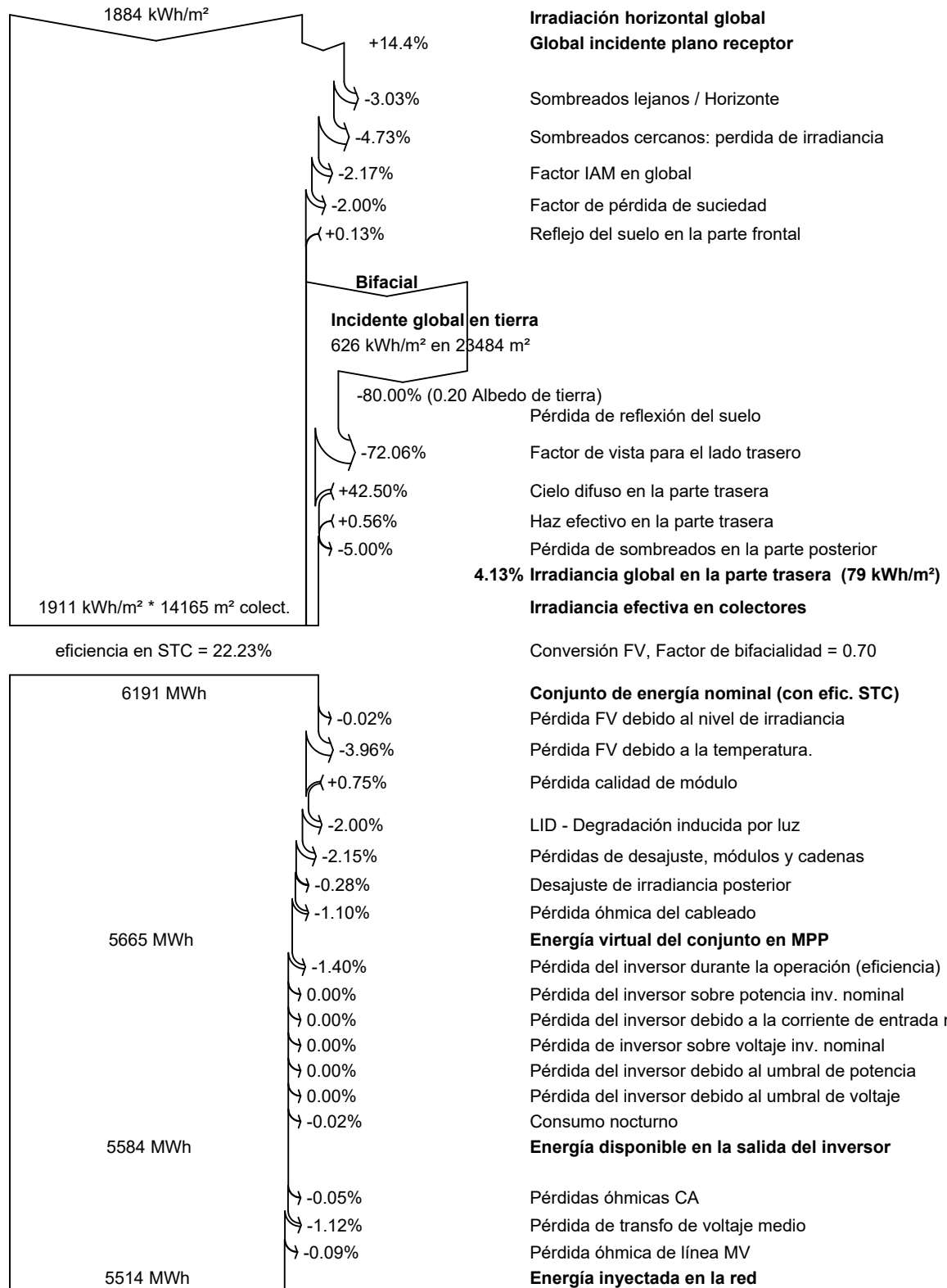


## PVsyst V7.4.8

VCM, Fecha de simulación:  
31/07/24 15:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT2

Sistema conectado a la red

---

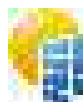
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT2\_2,2MW\_11m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2277 kWp

Pizarra - España



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT2\_2,2MW\_11m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

3300 unidades  
2277 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

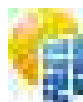
1 unidad  
2100 kWca  
1.084

### Resumen de resultados

Energía producida 3927.04 MWh/año Producción específica 1725 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 80.05 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT2\_2,2MW\_11m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.0 °

##### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 11.00 m  
Ancho cobertizos 6.64 m  
Ángulo límite de perfil 29.3 °  
GCR 60.3 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 220 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 11.0 m  
Ancho de colector 6.64 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 60.3 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 29.3 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 3300 unidades  
Nominal (STC) 2277 kWp  
Módulos 110 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2108 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1956 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2277 kWp  
Total 3300 módulos  
Área del módulo 10251 m²  
Área celular 9605 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.08

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 1.08

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 9.0 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

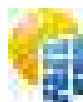
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCO, Fecha de simulación:

31/07/24 16:44

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.11 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.24 MVA

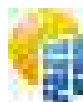
Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.09 % en STC

Pérdida de cobre 23.94 kVA

Fracción de pérdida de cobre 1.07 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

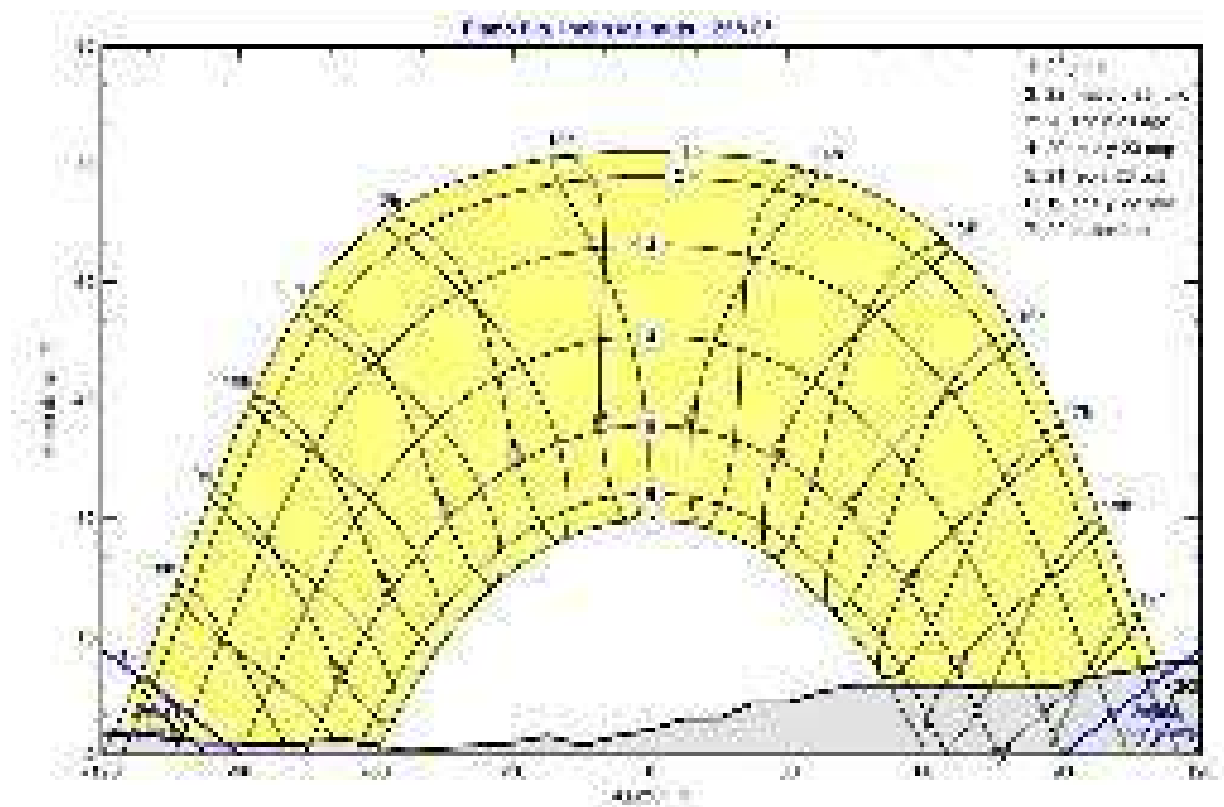
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'43", Long=-4°45'38", Alt=185m

Altura promedio	6.0 °	Factor Albedo	0.80
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75	-68	-60
Altura [°]	7.3	7.3	3.8	2.7	2.3	2.7	1.9	1.5	1.5	1.1	1.5	1.9	1.1
Azimut [°]	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38
Altura [°]	0.4	0.8	1.1	1.5	2.3	1.1	2.3	3.1	4.6	4.6	6.5	6.5	8.0
Azimut [°]	45	68	75	83	90	98	105	113	120	158	165	180	
Altura [°]	8.8	8.8	8.4	8.4	8.8	9.9	10.7	11.5	11.8	11.8	7.3	7.3	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

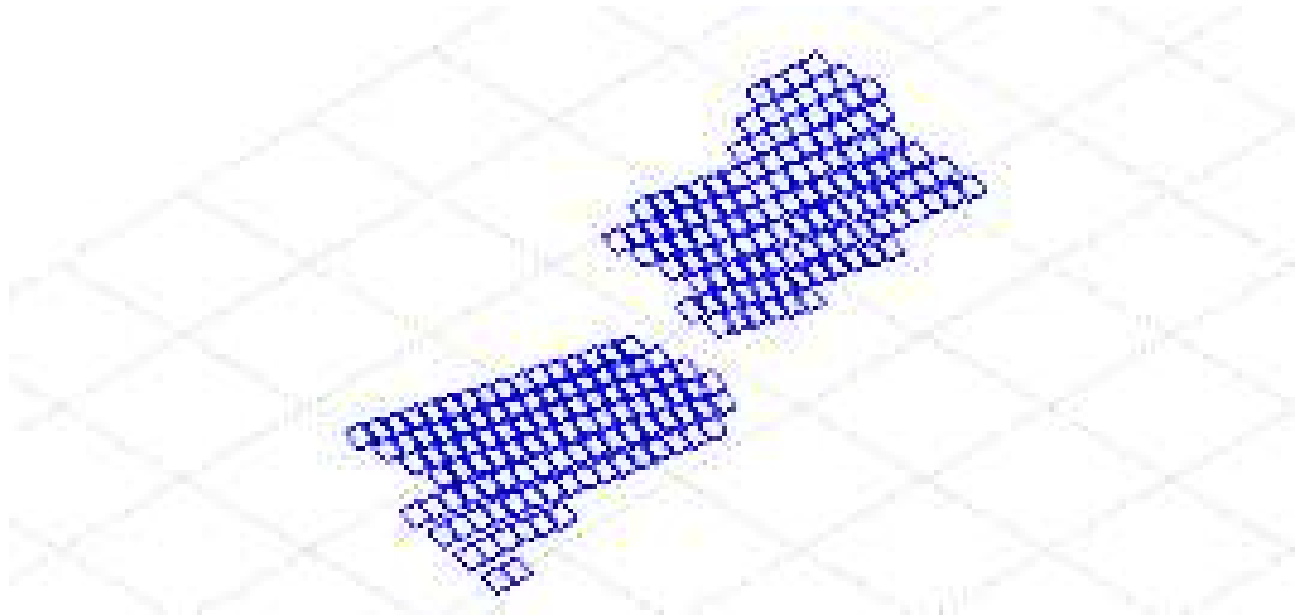






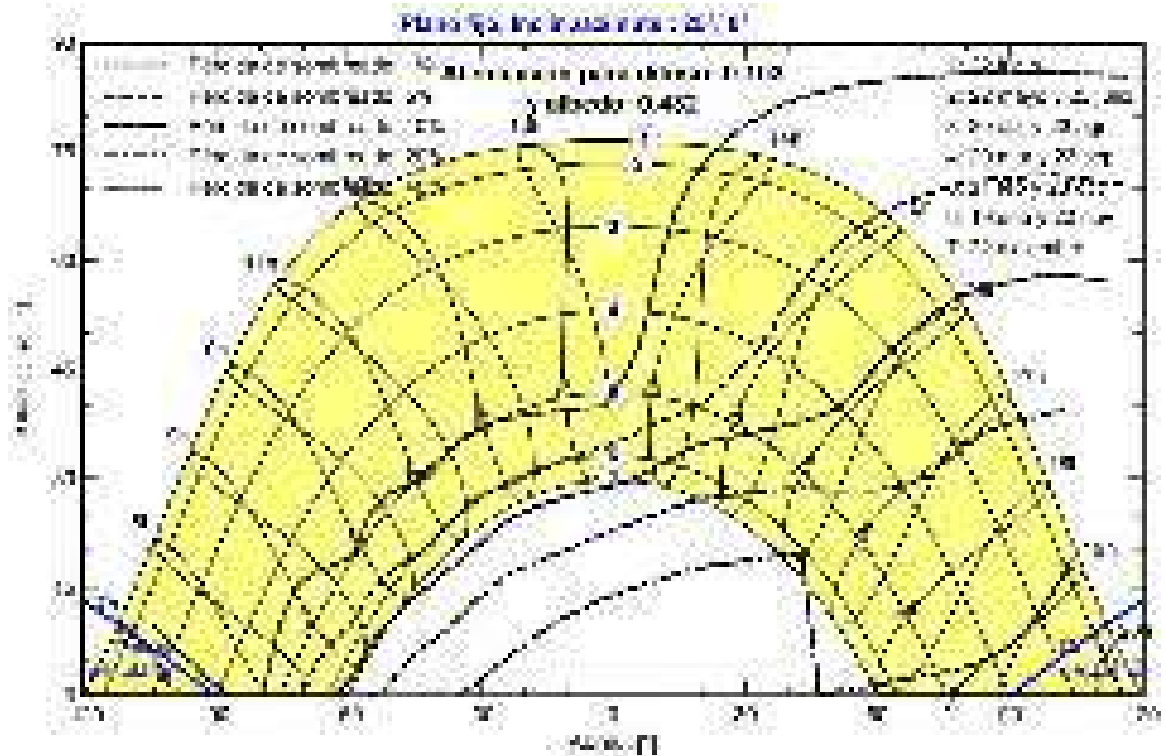
### Parámetro de sombreados cercanos

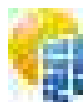
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT2\_2,2MW\_11m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCO, Fecha de simulación:

31/07/24 16:44

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3927.04 MWh/año

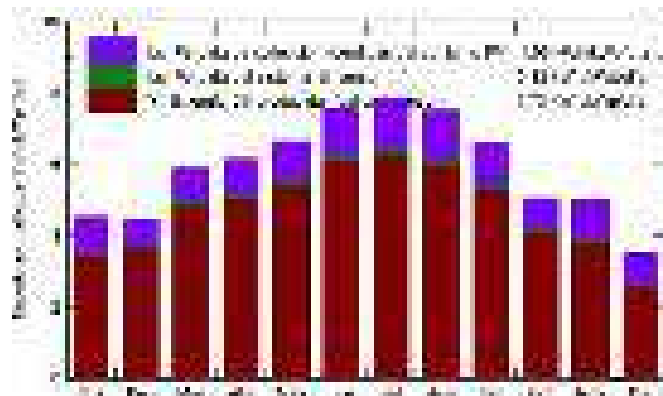
Producción específica

1725 kWh/kWp/año

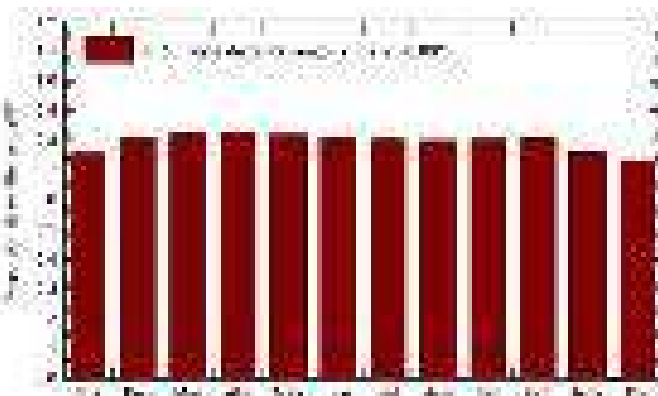
Proporción rend. PR

80.05 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	112.3	248.3	241.6	0.755
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	108.5	238.9	232.2	0.812
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	162.0	352.1	342.6	0.825
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	164.1	355.8	346.2	0.825
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	183.9	396.0	385.5	0.820
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	201.4	428.7	417.6	0.812
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	218.1	457.6	445.6	0.803
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	208.5	435.9	424.4	0.802
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	176.3	371.6	361.7	0.804
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	137.8	295.7	287.6	0.808
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	123.0	268.1	261.0	0.760
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	83.8	186.3	181.0	0.733
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1879.6	4035.0	3927.0	0.801

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

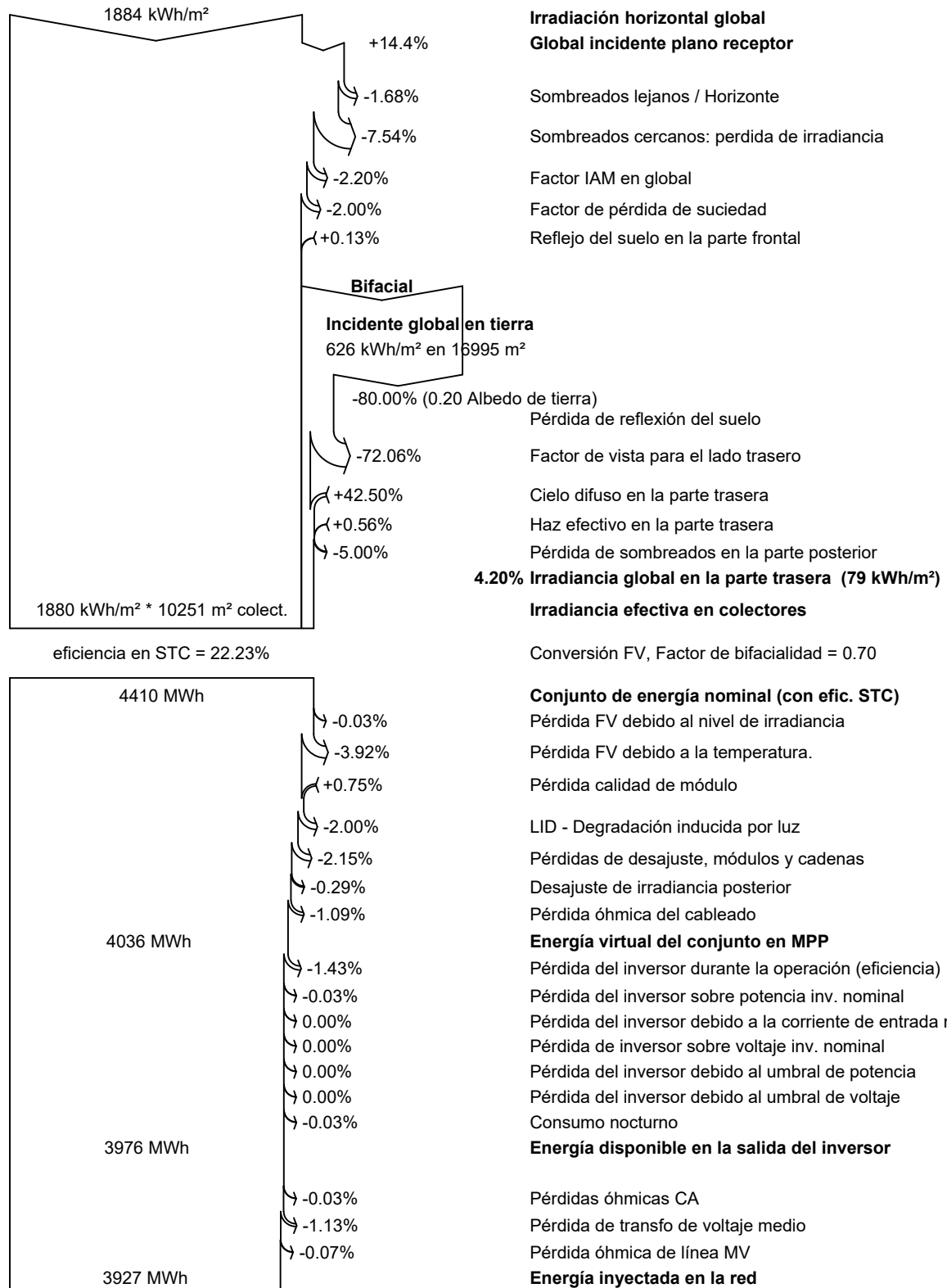


## PVsyst V7.4.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT3

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT3\_3,1MW\_17m\_V23

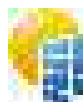
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 3126 kWp

Pizarra - España

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT3\_3,1MW\_17m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

4530 unidades  
3126 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

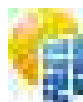
1 unidad  
3151 kWca  
0.992

### Resumen de resultados

Energía producida 5546.89 MWh/año Producción específica 1775 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 82.37 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT3\_3,1MW\_17m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 3.8 °

##### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 17.00 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 14.3 °  
GCR 39.0 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 302 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 17.0 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 39.0 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 14.3 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 4530 unidades  
Nominal (STC) 3126 kWp  
Módulos 151 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2893 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 2685 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 3126 kWp  
Total 4530 módulos  
Área del módulo 14072 m²  
Área celular 13185 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 3151 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.99

##### Potencia total del inversor

Potencia total 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.99

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 6.5 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

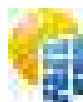
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.07 % en STC

**Inversor: FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.15 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 3.08 MVA

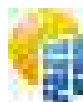
Iron Loss ( Conexión 24/24) 3.16 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC

Pérdida de cobre 30.08 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.98 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.38 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

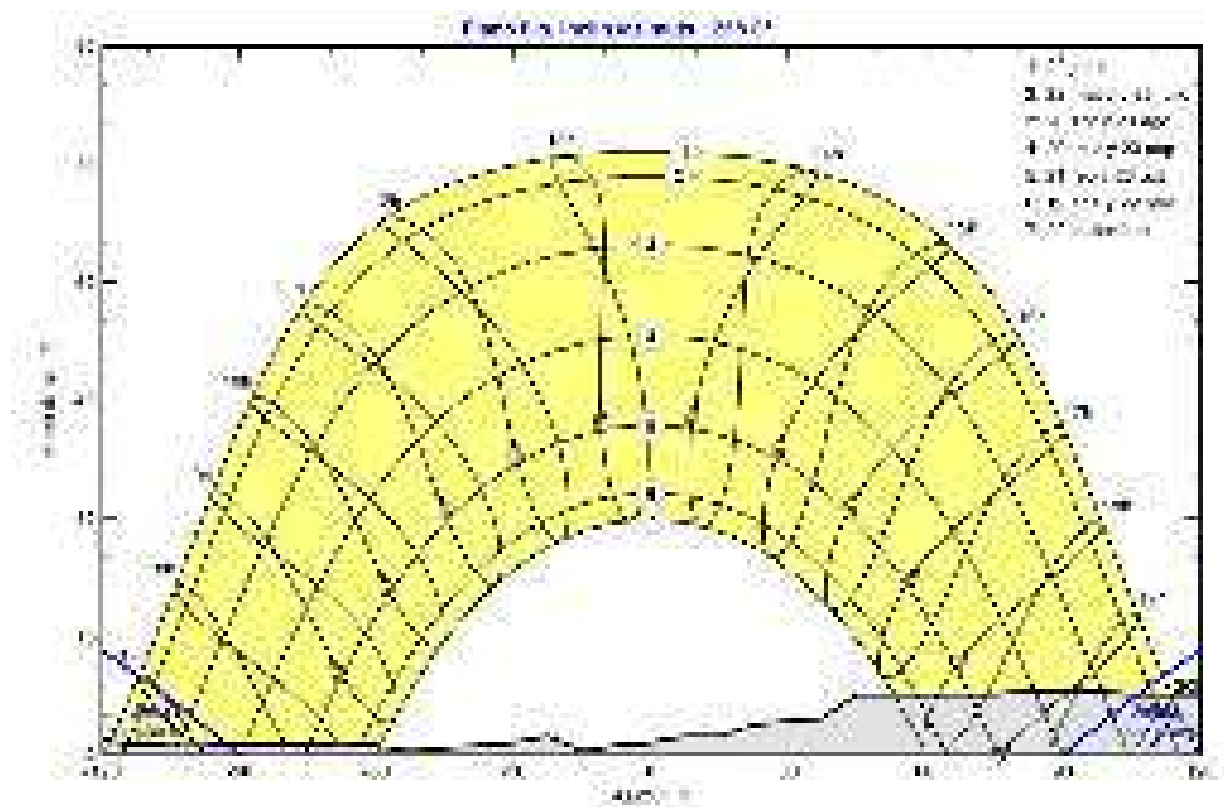
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'45", Long=-4°45'44", Alt=185m

Altura promedio	3.8 °	Factor Albedo	0.87
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

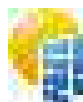
## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-75
Altura [°]	4.6	4.2	3.1	1.5	1.5	2.3	3.1	2.7	1.9	1.1	1.5	1.5	1.1	1.1
Azimut [°]	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30
Altura [°]	1.5	1.1	0.4	0.8	1.1	1.5	2.3	0.4	1.1	1.5	2.3	2.3	3.8	4.2
Azimut [°]	38	45	75	83	98	105	135	143	150	158	165	173	180	
Altura [°]	4.6	7.6	7.6	8.0	8.0	7.6	7.6	3.1	4.2	4.2	4.6	5.3	4.6	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)







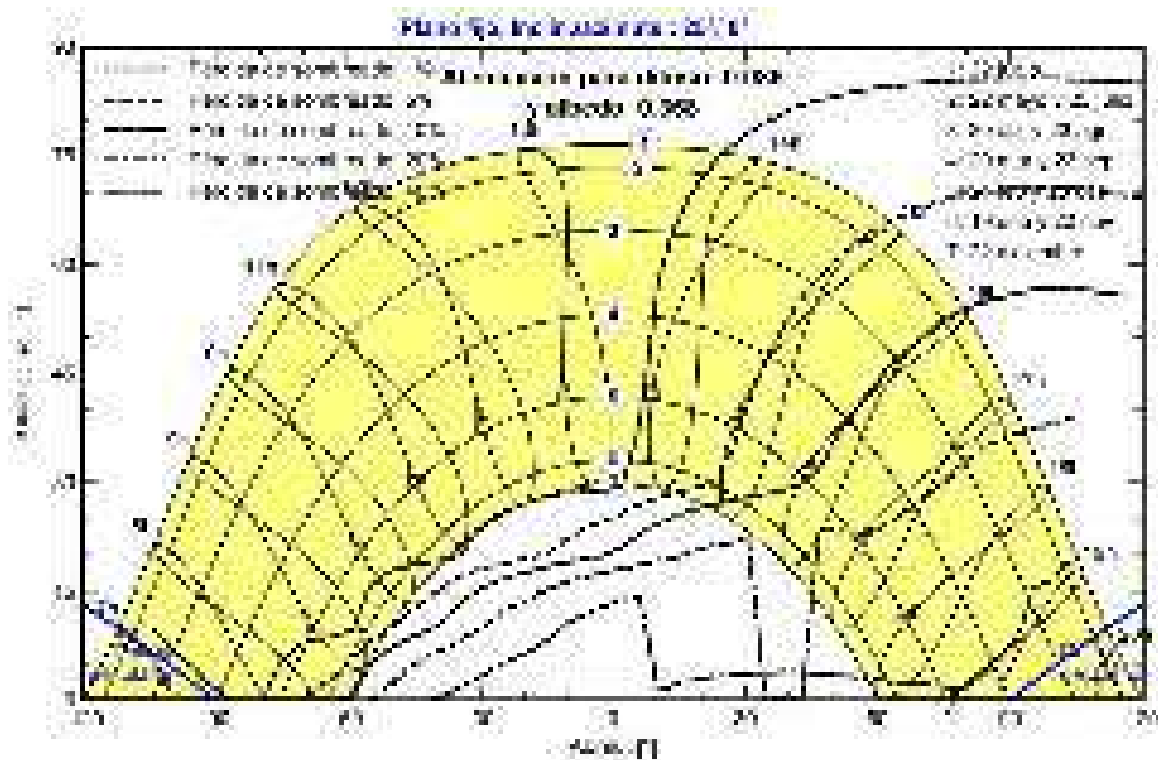
### Parámetro de sombreados cercanos

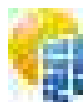
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





# Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT3\_3,1MW\_17m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Resultados principales

### Producción del sistema

Energía producida 5546.89 MWh/año

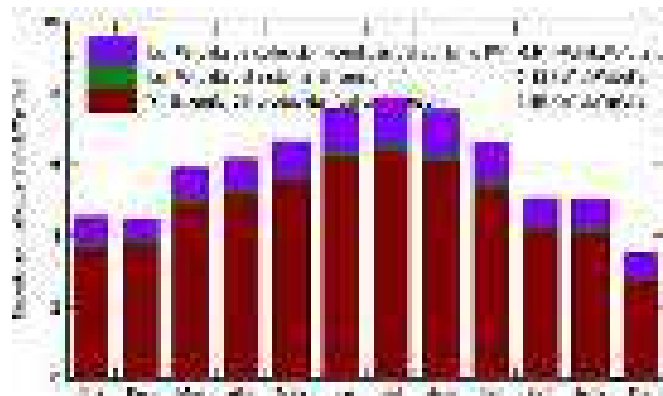
Producción específica

1775 kWh/kWp/año

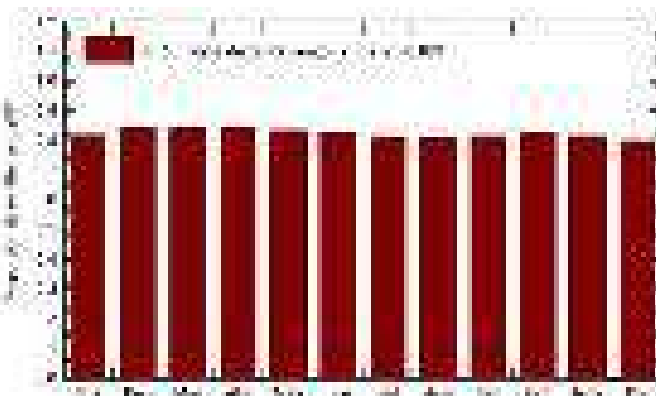
Proporción rend. PR

82.37 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	121.1	369.0	359.0	0.817
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	112.5	341.0	331.6	0.844
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	164.3	492.3	479.2	0.840
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	165.8	496.7	483.5	0.839
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	185.6	551.3	536.9	0.832
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	203.3	597.1	581.7	0.824
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	220.1	636.7	620.3	0.814
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	210.2	606.1	590.4	0.812
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	178.1	517.5	503.9	0.816
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	140.8	416.3	405.0	0.828
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	131.5	394.8	384.3	0.815
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	90.9	279.1	271.2	0.800
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1924.2	5698.0	5546.9	0.824

### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

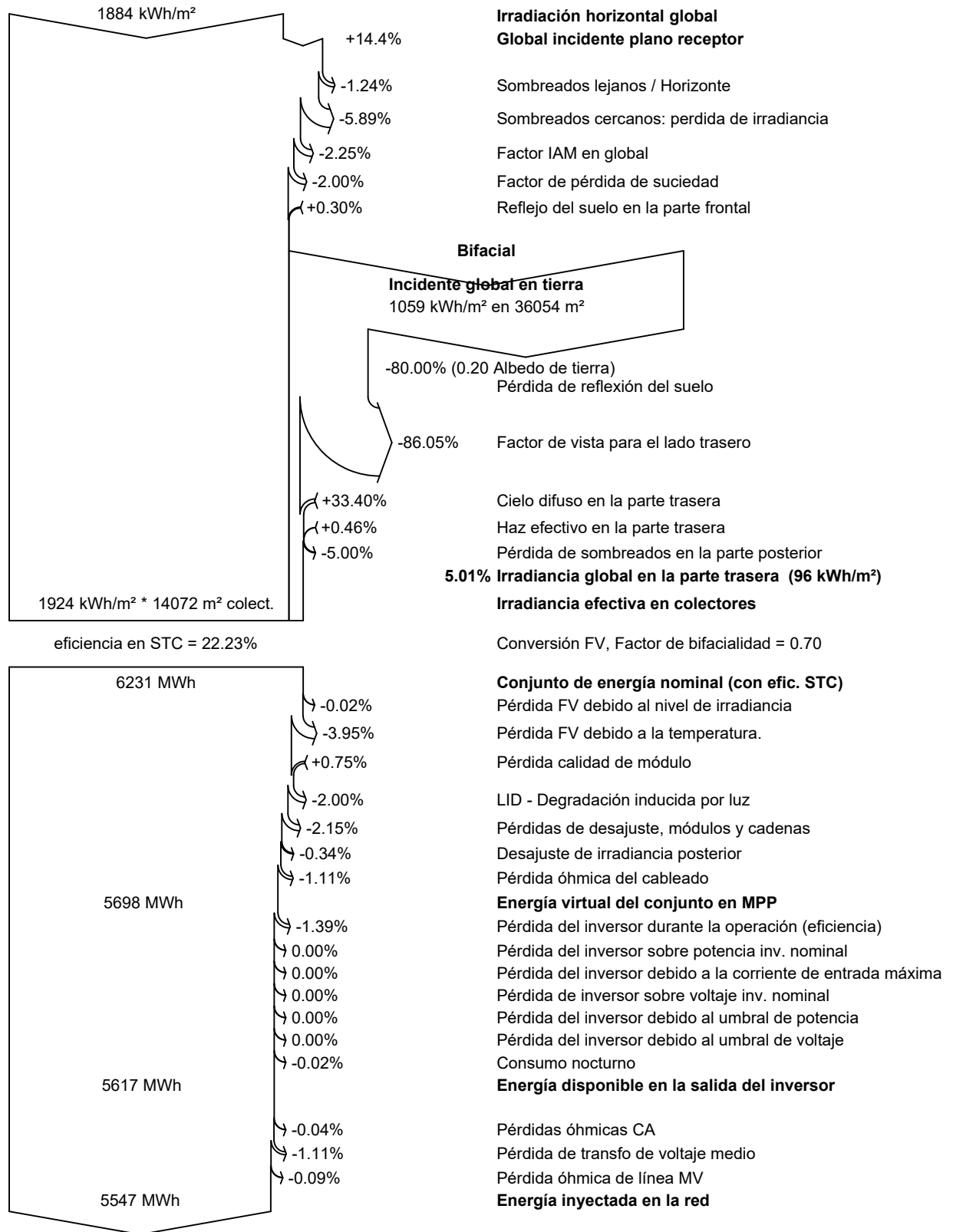


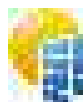
## PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





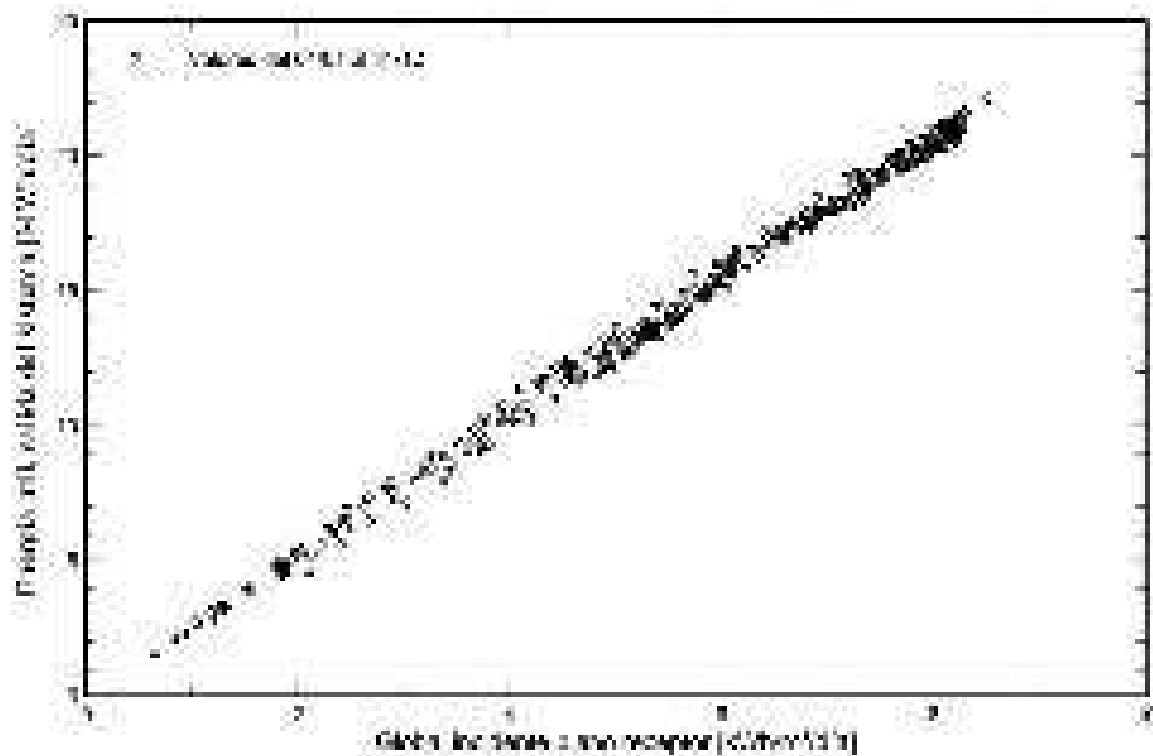
PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

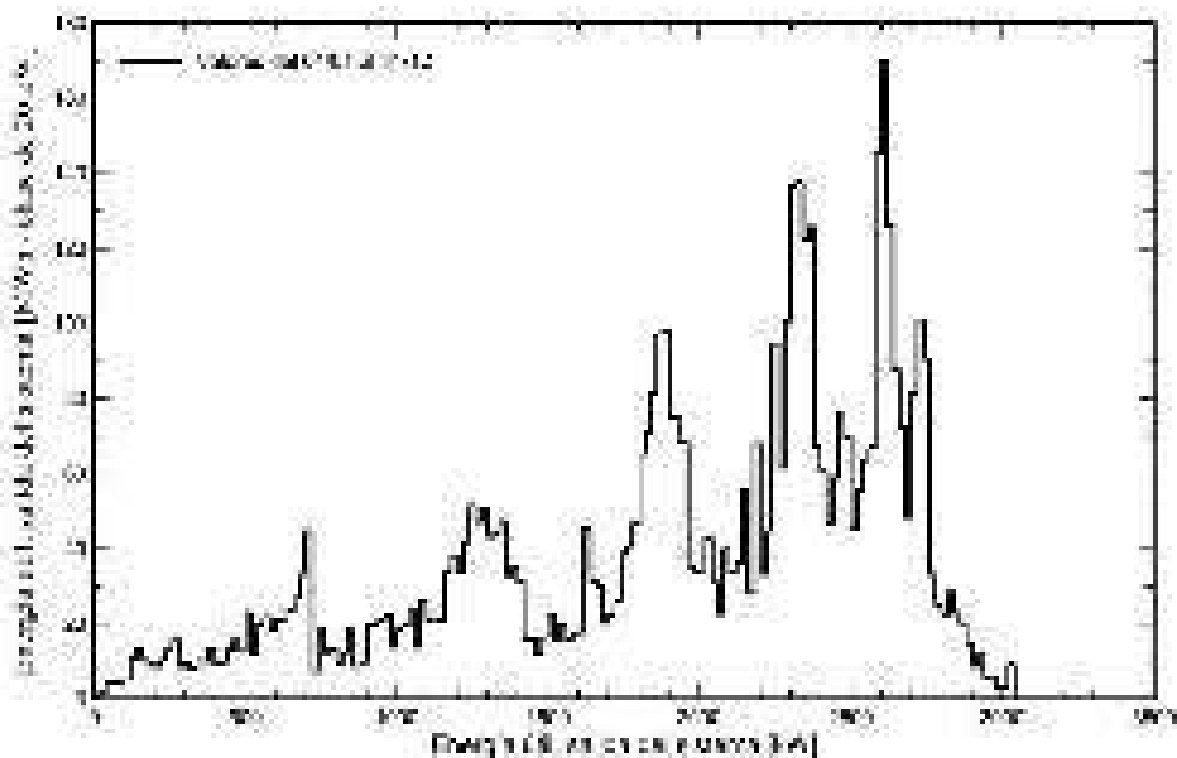
ER Ingenieria (Spain)

### Gráficos predefinidos

#### Diagrama entrada/salida diaria



#### Distribución de potencia de salida del sistema





PVsyst V7.4.8

VCP, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:50  
con V7.4.8

# Diagrama unifilar



Módulo PV	STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23V01
Inversor	F53151KU_660V_20210422E_Preliminary
Cadena	30 x STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23V01

ESP\_GibraltarGalias\_2

ER Ingenieria (Spain)

VCP : ESP GibraltarGalias\_2 F53151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
0\_CT3\_3,1kW\_17m\_V23

31/07/24



# PVsyst - Informe de simulación CT4

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT4\_1,9MW\_12m\_V23

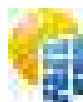
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 1987 kWp

Pizarra - Spain

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT4\_1,9MW\_12m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCN, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:15  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2880 unidades  
1987 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

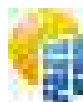
1 unidad  
2100 kWca  
0.946

### Resumen de resultados

Energía producida 3466.49 MWh/año Producción específica 1744 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 80.97 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT4\_1,9MW\_12m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCN, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:15  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 5.6 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 12.00 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 25.1 °  
GCR 55.3 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 192 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 12.0 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 55.3 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 25.1 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2880 unidades  
Nominal (STC) 1987 kWp  
Módulos 96 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1839 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1707 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 1987 kWp  
Total 2880 módulos  
Área del módulo 8946 m²  
Área celular 8383 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.95

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.95

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 10 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

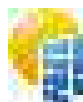
#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP



**PVsyst V7.4.8**

VCN, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:15  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 1.96 MVA

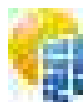
Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 18.26 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.93 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCN, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:15  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

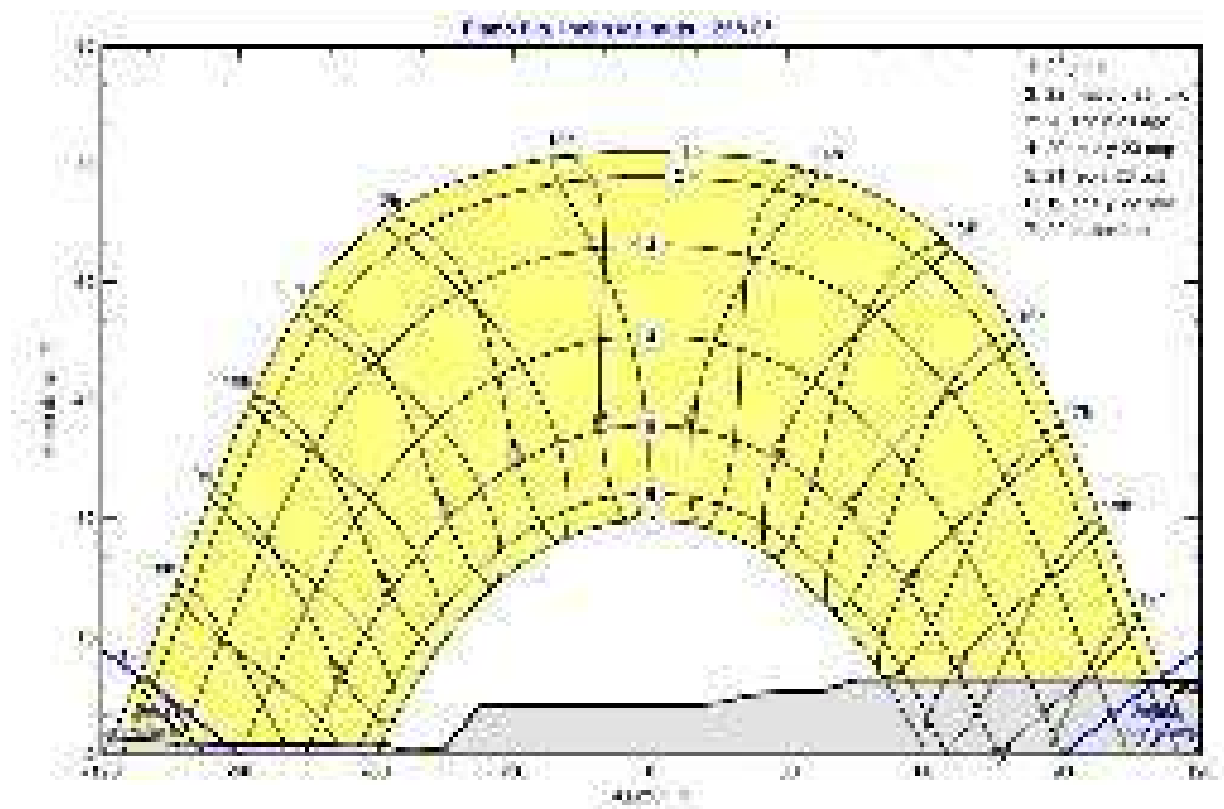
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'50", Long=-4°45'44", Alt=185m

Altura promedio	5.6 °	Factor Albedo	0.69
Factor difuso	0.96	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105
Altura [°]	4.6	4.6	3.4	1.9	1.5	2.3	3.4	3.4	2.3	1.9	1.5
Azimut [°]	-98	-90	-75	-68	-60	-53	-45	-38	8	15	23
Altura [°]	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5	0.4	0.8	6.1	6.1	6.5	7.6
Azimut [°]	30	38	45	105	113	135	143	158	165	173	180
Altura [°]	8.0	8.0	9.5	9.5	9.2	9.2	7.3	7.3	5.0	5.7	4.6

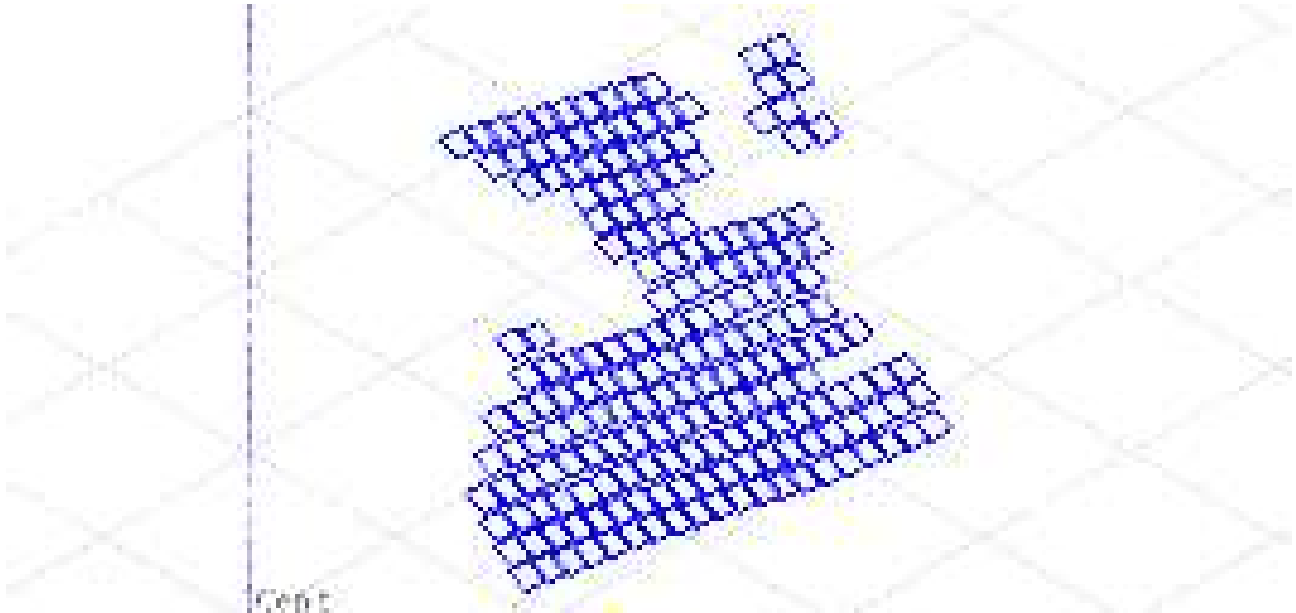
## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





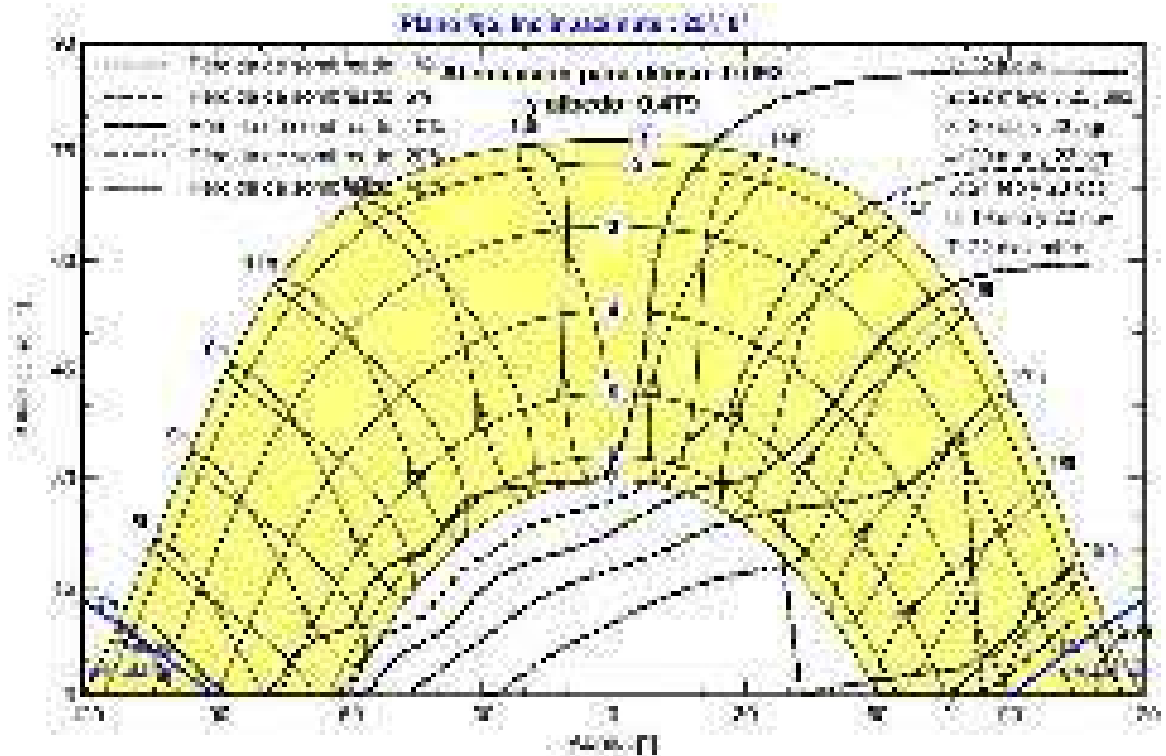
### Parámetro de sombreados cercanos

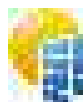
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT4\_1,9MW\_12m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCN, Fecha de simulación:

31/07/24 16:15

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3466.49 MWh/año

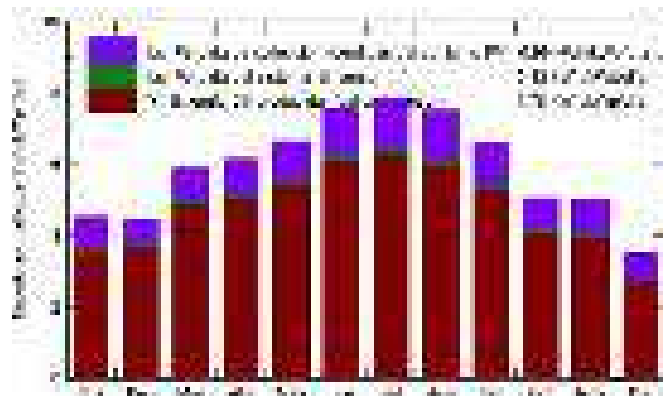
Producción específica

1744 kWh/kWp/año

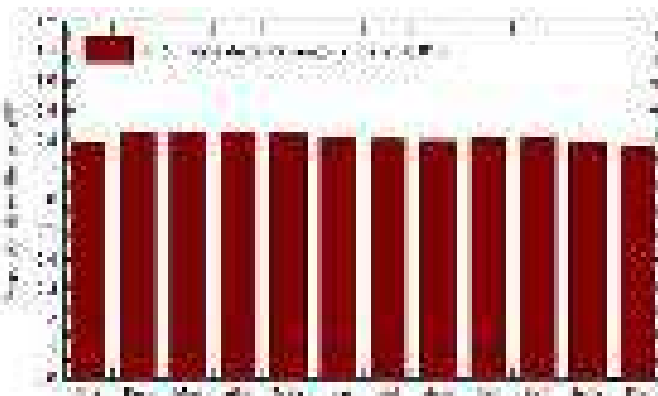
Proporción rend. PR

80.97 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	118.0	227.9	221.7	0.794
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	110.6	212.5	206.6	0.827
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	162.3	308.4	300.2	0.828
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	163.9	311.2	303.0	0.827
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	183.5	345.5	336.7	0.821
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	201.0	374.1	364.7	0.813
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	217.7	399.2	389.1	0.804
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	208.0	380.1	370.4	0.802
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	176.1	324.5	316.1	0.805
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	138.8	260.3	253.2	0.815
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	128.3	244.2	237.7	0.793
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	88.5	171.9	166.9	0.775
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1896.7	3559.6	3466.5	0.810

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

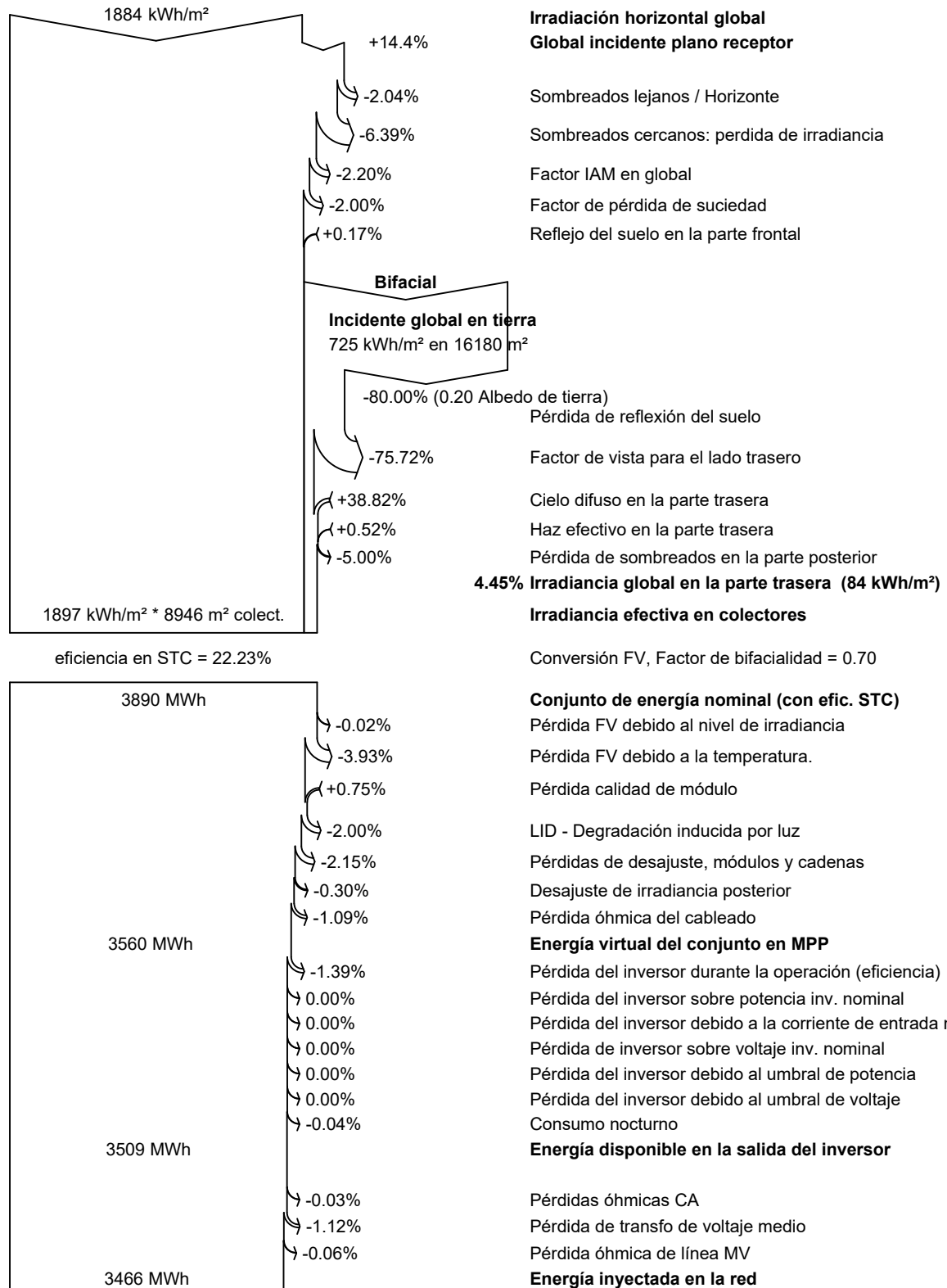


## PVsyst V7.4.8

VCN, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:15  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT5

Sistema conectado a la red

---

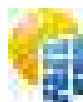
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT5\_2,2MW\_17m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2277 kWp

Pizarra - Spain



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT5\_2,2MW\_17m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

3300 unidades  
2277 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

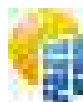
1 unidad  
2100 kWca  
1.084

### Resumen de resultados

Energía producida 4013.80 MWh/año Producción específica 1763 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 81.82 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT5\_2,2MW\_17m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 5.5 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 17.00 m  
Ancho cobertizos 6.64 m  
Ángulo límite de perfil 14.3 °  
GCR 39.0 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 220 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 17.0 m  
Ancho de colector 6.64 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 39.0 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 14.3 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 3300 unidades  
Nominal (STC) 2277 kWp  
Módulos 110 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2108 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1956 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2277 kWp  
Total 3300 módulos  
Área del módulo 10251 m²  
Área celular 9605 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.08

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 1.08

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 9.0 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

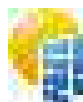
#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP



**PVsyst V7.4.8**

VCQ, Fecha de simulación:

31/07/24 16:55

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.11 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.24 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.09 % en STC

Pérdida de cobre 23.93 kVA

Fracción de pérdida de cobre 1.07 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

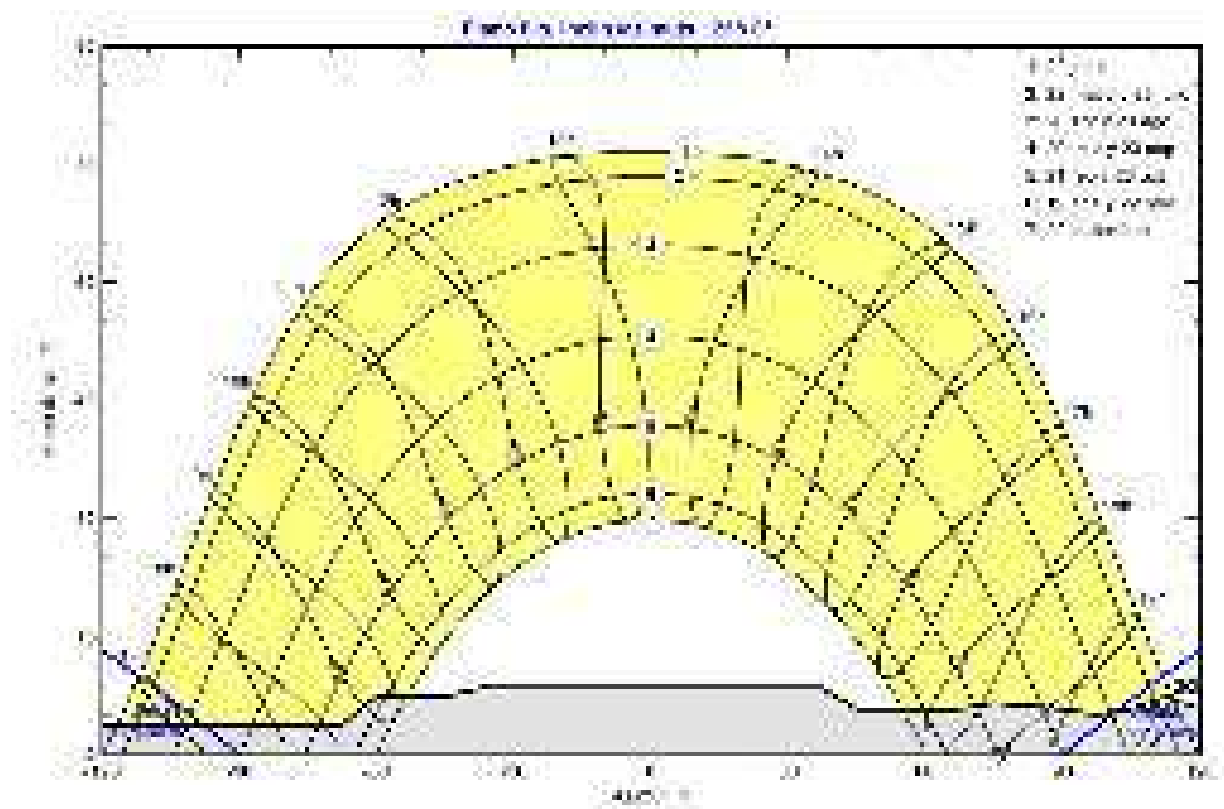
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'50", Long=-4°45'57", Alt=185m

Altura promedio	5.5 °	Factor Albedo	0.61
Factor difuso	0.95	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-68	-60	-45
Altura [°]	5.0	4.2	3.4	2.3	1.5	2.3	3.8	3.8	7.3	7.3
Azimut [°]	-38	38	45	68	75	83	90	98	105	113
Altura [°]	8.4	8.4	5.7	5.7	6.5	6.1	5.7	5.0	5.7	7.3
Azimut [°]	120	128	135	143	150	158	165	173	180	
Altura [°]	5.7	4.2	2.7	2.7	4.2	4.2	4.6	5.7	5.0	

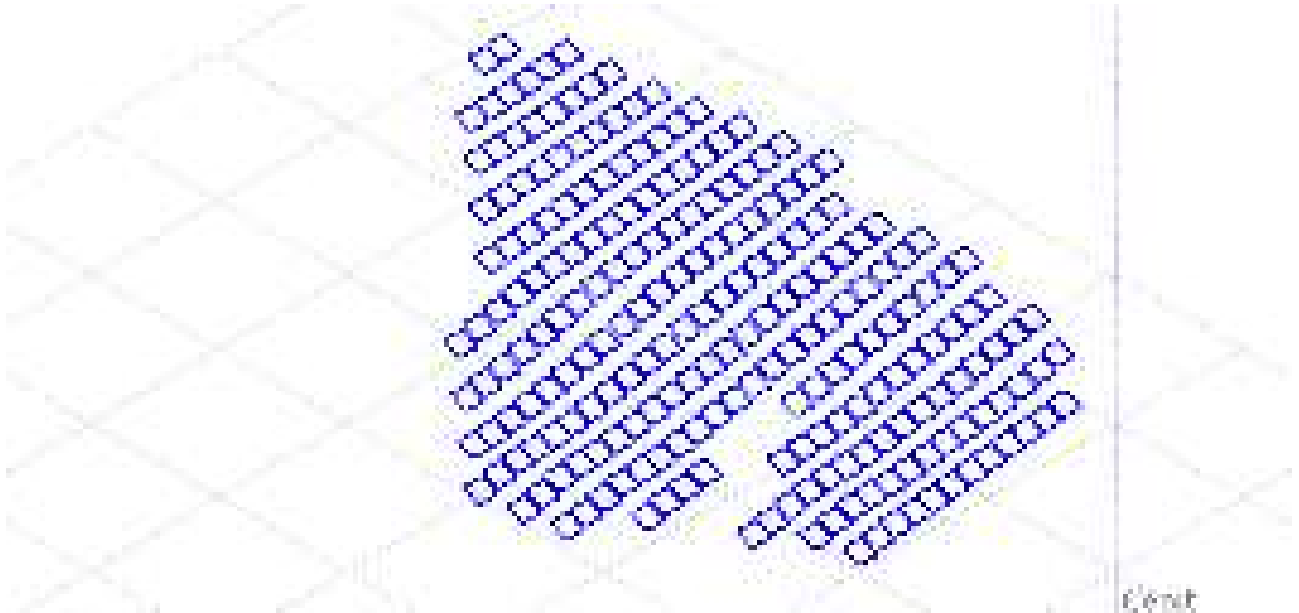
## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





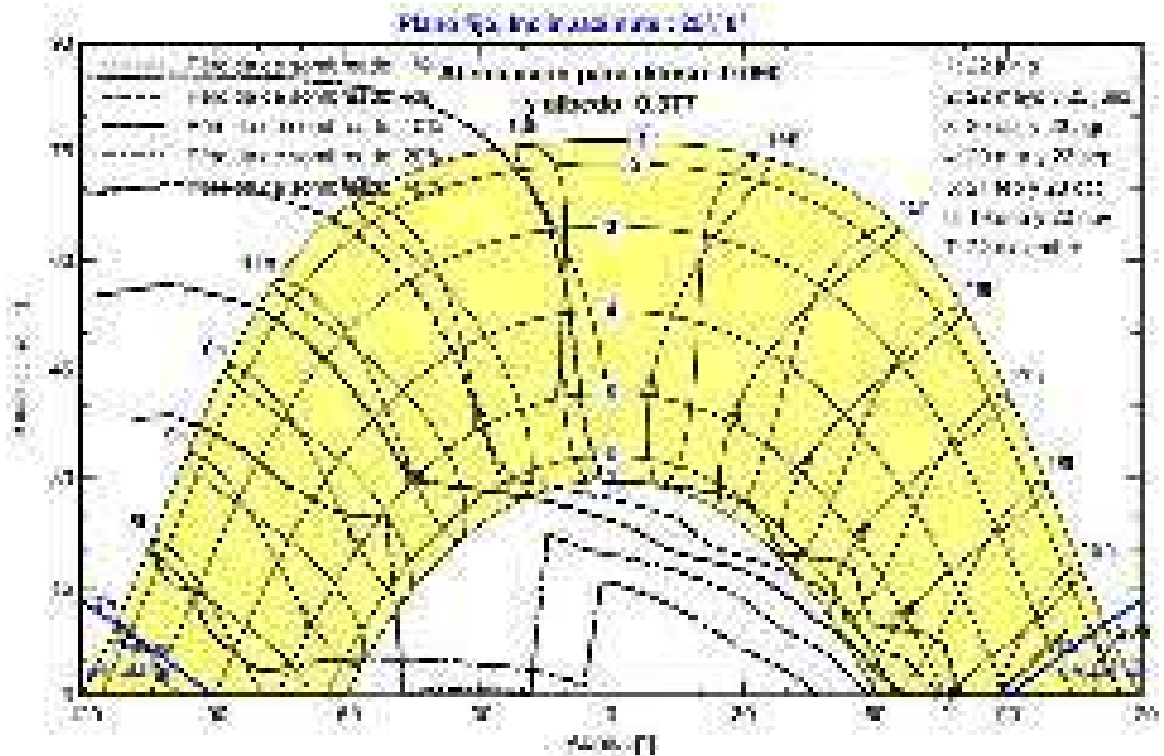
### Parámetro de sombreados cercanos

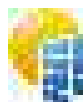
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





# Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT5\_2,2MW\_17m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:55  
con V7.4.8

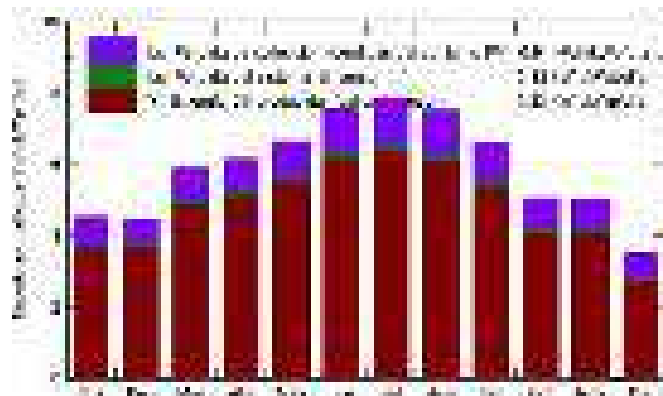
ER Ingenieria (Spain)

## Resultados principales

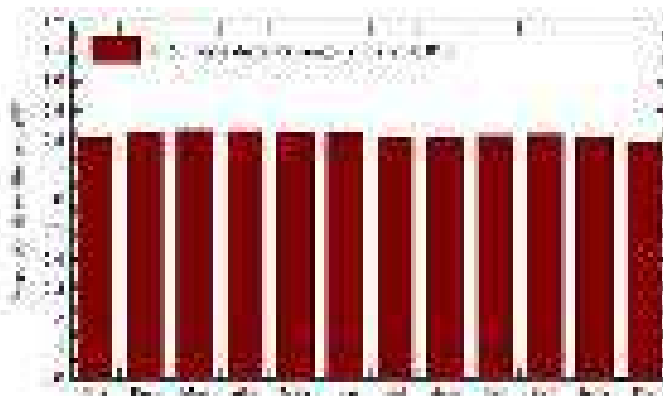
### Producción del sistema

Energía producida 4013.80 MWh/año Producción específica 1763 kWh/kWp/año  
Proporción rend. PR 81.82 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	119.3	264.6	257.4	0.804
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	110.8	244.6	237.8	0.831
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	163.0	355.4	345.8	0.832
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	164.9	358.8	349.1	0.832
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	185.1	400.5	389.9	0.829
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	202.7	433.6	422.3	0.821
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	219.8	462.9	450.8	0.813
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	210.0	440.8	429.1	0.811
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	178.3	377.3	367.3	0.816
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	139.2	299.7	291.4	0.818
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	130.4	285.1	277.4	0.808
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	90.0	201.1	195.4	0.792
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1913.4	4124.3	4013.8	0.818

### Leyendas

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

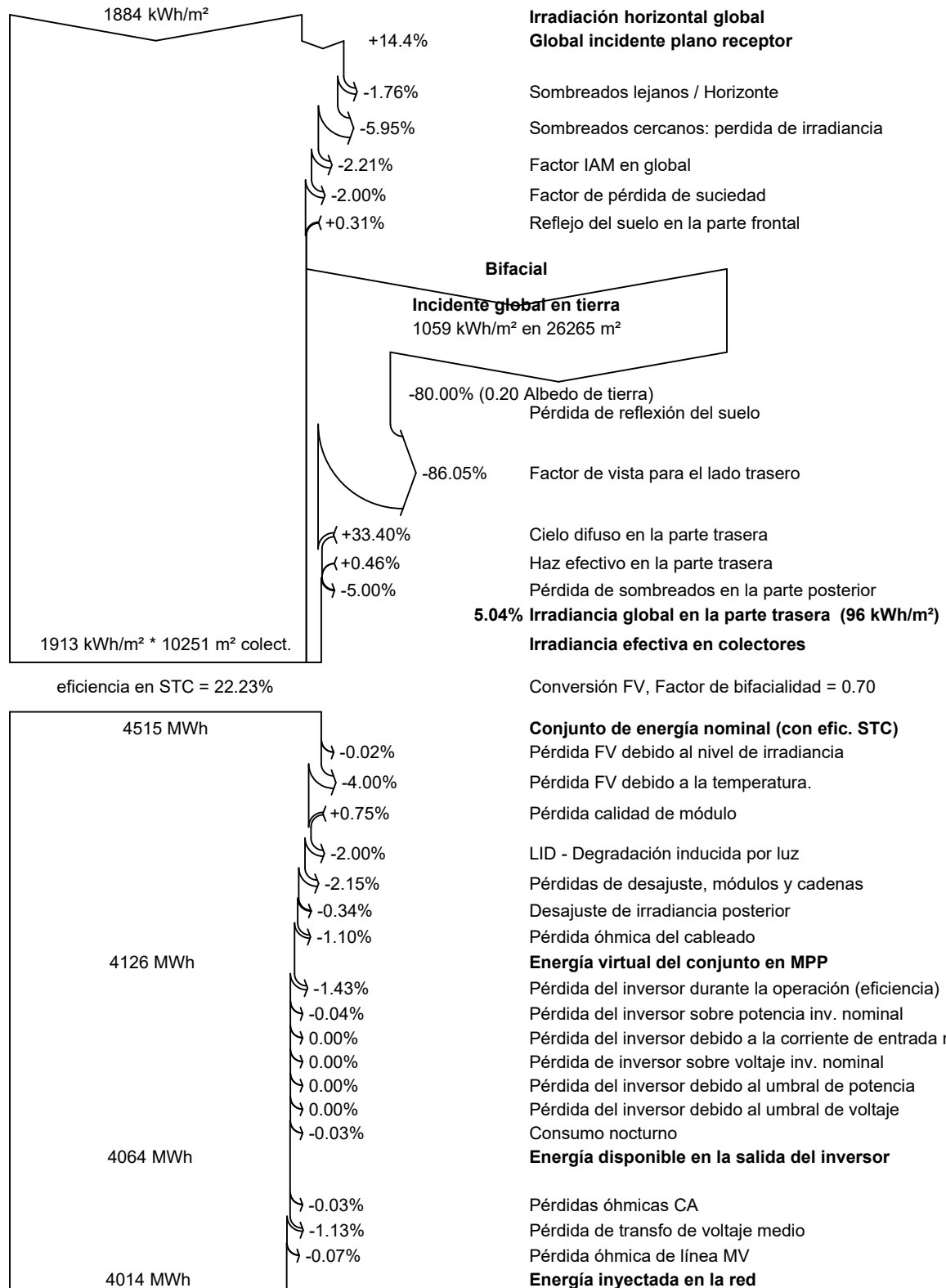


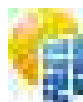
## PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:

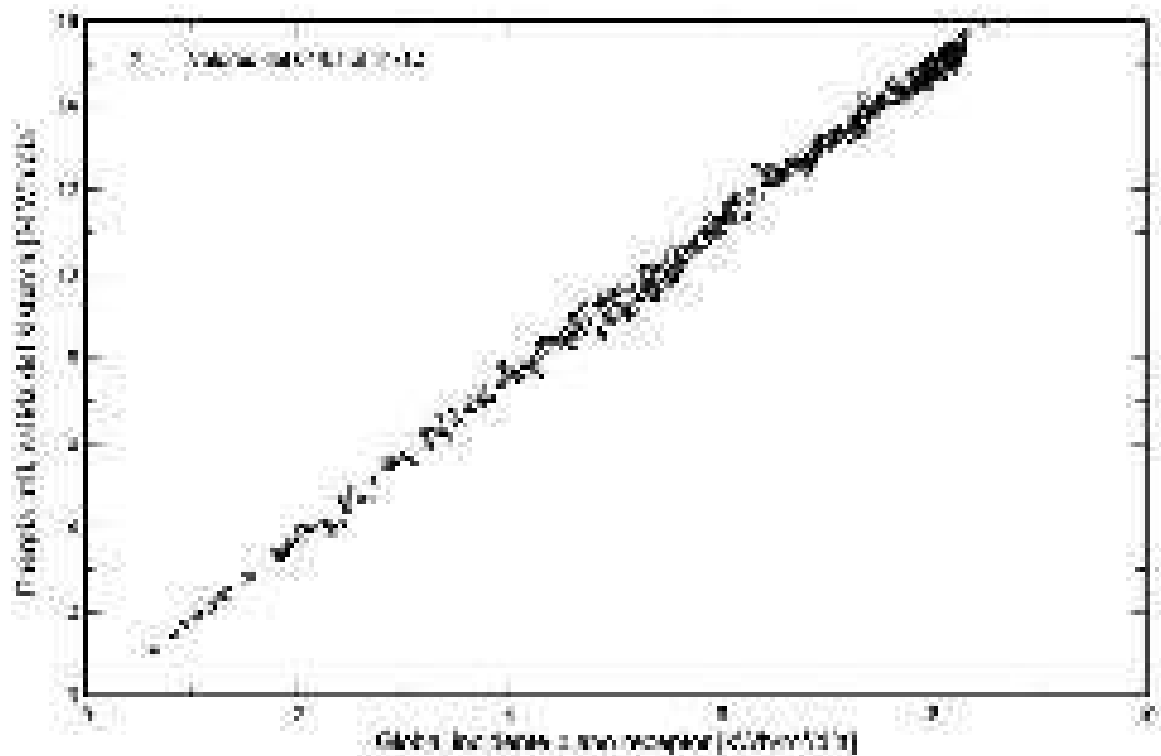
31/07/24 16:55

con V7.4.8

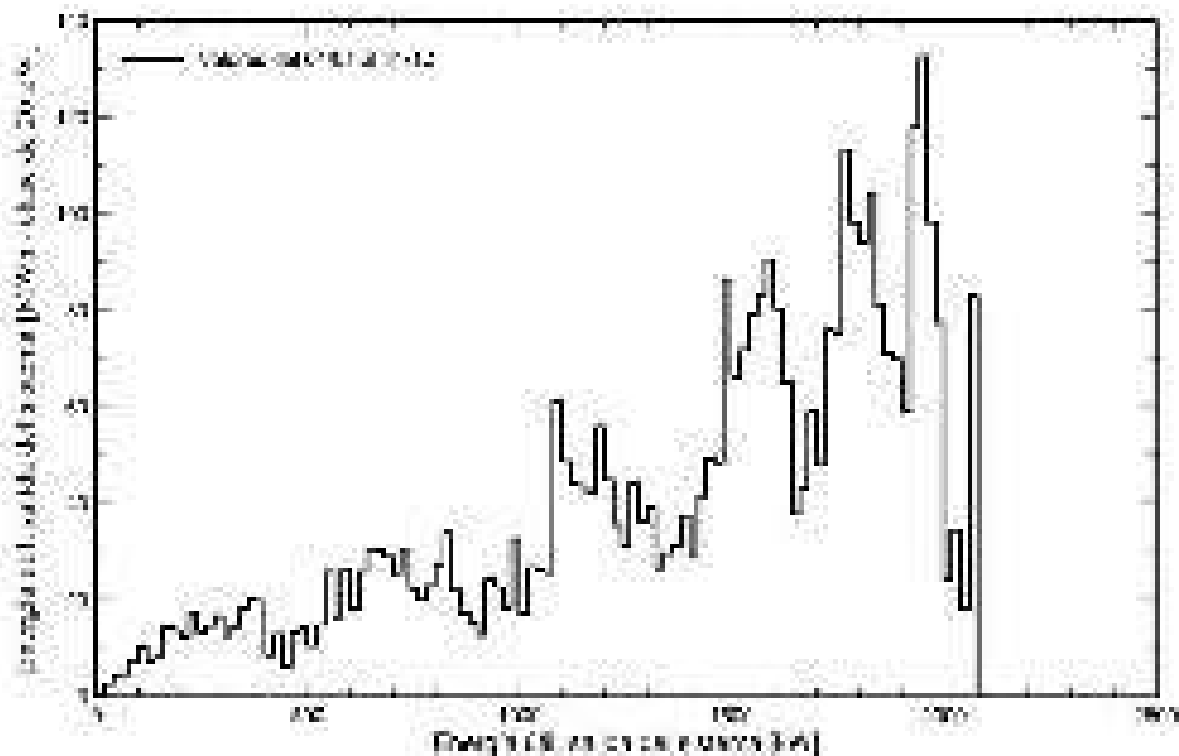
ER Ingenieria (Spain)

### Gráficos predefinidos

#### Diagrama entrada/salida diaria



#### Distribución de potencia de salida del sistema

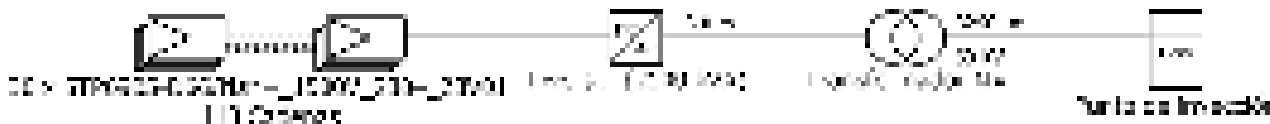




PVsyst V7.4.8

VCQ, Fecha de simulación:  
31/07/24 16:55  
con V7.4.8

# Diagrama unifilar



Módulo PV	STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23W01
Inversor	FS2101KU_660V_20210422E_Preliminary
Cadena	30 x STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23W01

ESP\_Gibraltar2

ER Ingenieria (Spain)

VCQ : ESP Gibraltar 2 Fija25 STP690  
CT5\_2,2MW\_17m\_V23

31/07/24



# PVsyst - Informe de simulación CT6

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

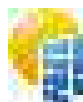
Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT6\_2,1MW\_19m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2153 kWp

Pizarra - Spain





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT6\_2,1MW\_19m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCR, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:03  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

3120 unidades  
2153 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

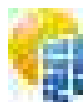
1 unidad  
2100 kWca  
1.025

### Resumen de resultados

Energía producida 3867.77 MWh/año Producción específica 1797 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 83.39 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT6\_2,1MW\_19m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCR, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:03  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.1 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 19.00 m  
Ancho cobertizos 6.64 m  
Ángulo límite de perfil 12.2 °  
GCR 34.9 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 208 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 19.0 m  
Ancho de colector 6.64 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 34.9 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 12.2 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 3120 unidades  
Nominal (STC) 2153 kWp  
Módulos 104 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1993 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1849 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2153 kWp  
Total 3120 módulos  
Área del módulo 9692 m²  
Área celular 9081 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.03

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 1.03

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 9.5 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

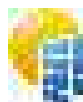
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCR, Fecha de simulación:

31/07/24 17:03

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.10 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.12 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC

Pérdida de cobre 21.41 kVA

Fracción de pérdida de cobre 1.01 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCR, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:03  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

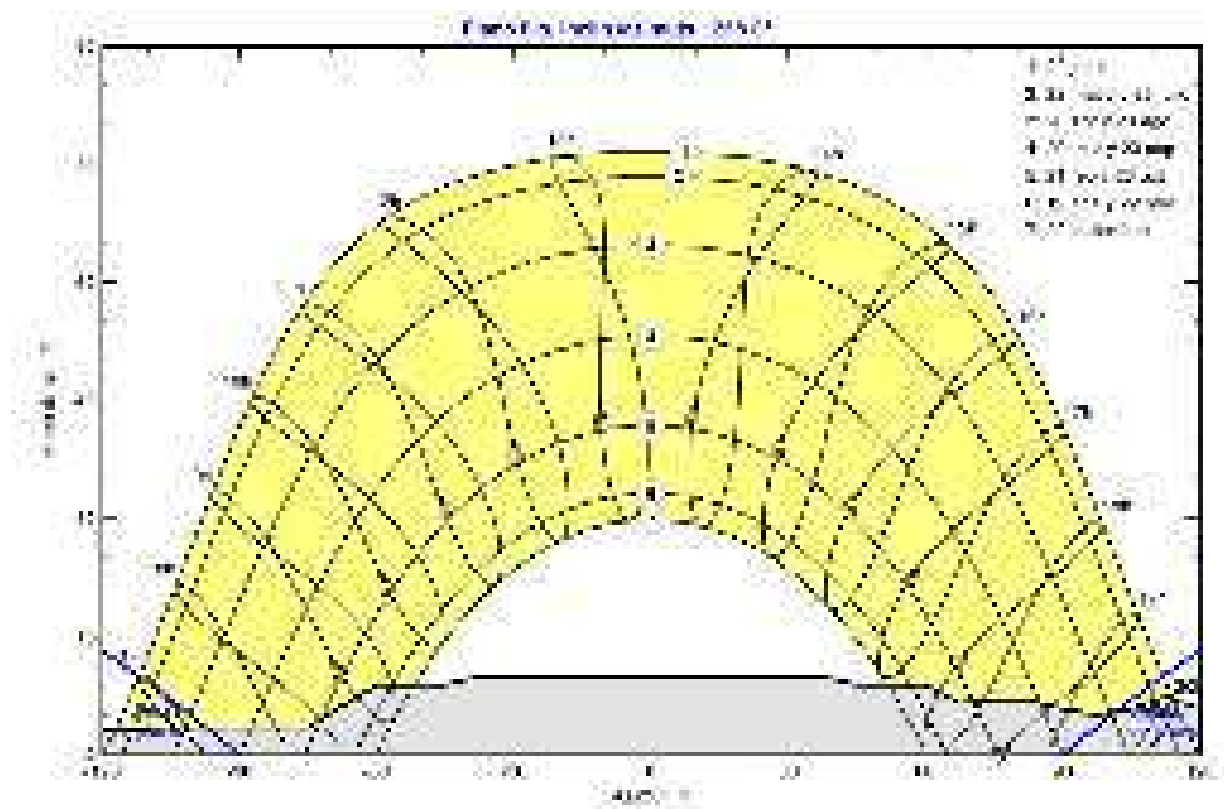
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'51", Long=-4°46'1", Alt=185m

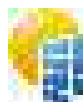
Altura promedio	6.1 °	Factor Albedo	0.52
Factor difuso	0.95	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-158	-150	-143	-135	-113	-105	-75	-68	-60
Altura [°]	5.3	4.6	2.3	1.5	2.3	3.1	3.1	3.4	3.4	6.1	8.8
Azimut [°]	-45	-38	38	45	60	68	75	83	90	98	105
Altura [°]	8.8	9.9	9.9	8.8	8.8	6.5	6.9	6.9	5.7	5.0	5.7
Azimut [°]	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180	
Altura [°]	7.3	5.7	4.2	2.7	2.3	3.8	4.2	4.6	5.7	5.3	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





PVsyst V7.4.8

VCR, Fecha de simulación:

31/07/24 17:03

con V7.4.8

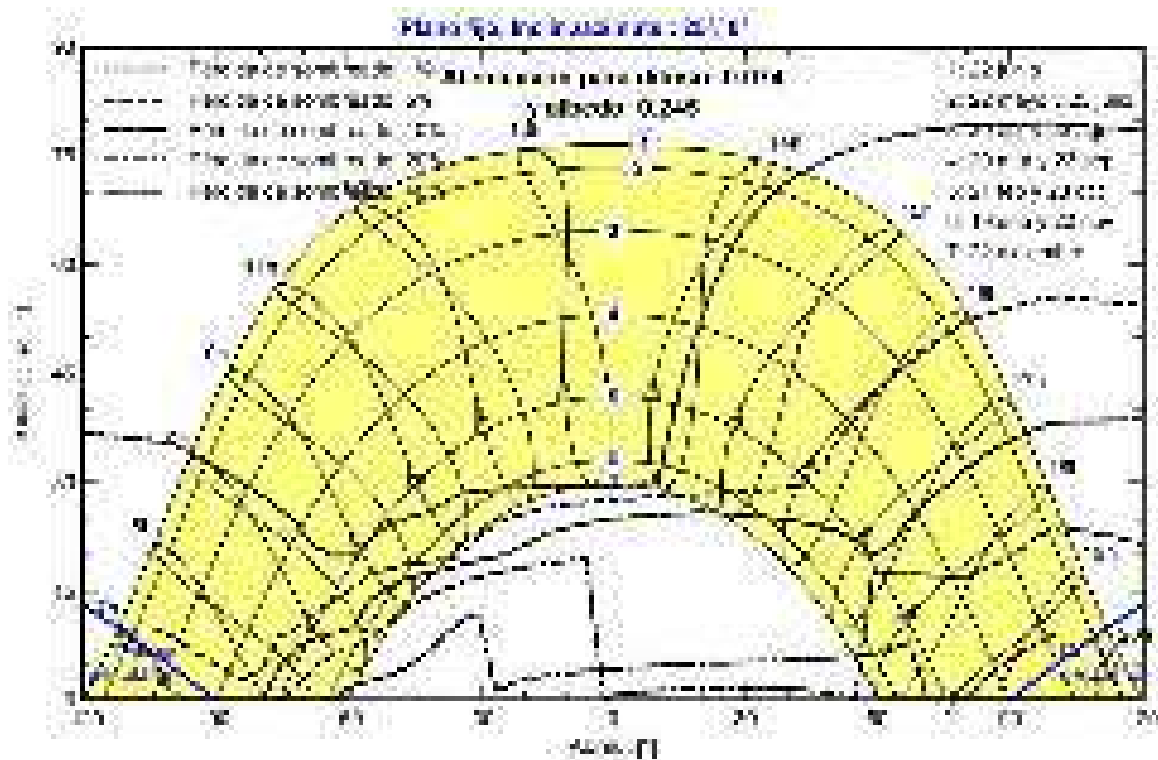
### Parámetro de sombreados cercanos

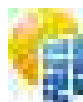
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





# Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT6\_2,1MW\_19m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCR, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:03  
con V7.4.8

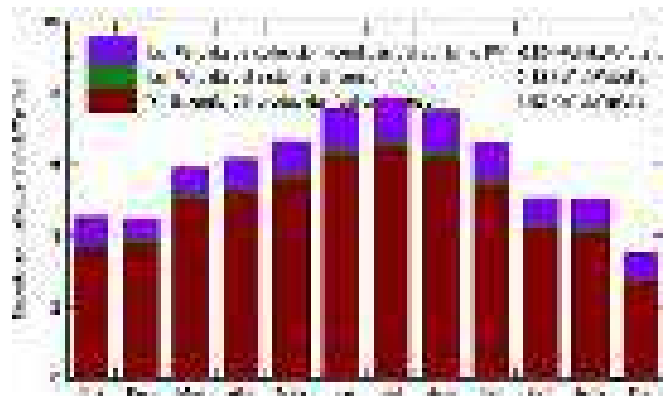
ER Ingenieria (Spain)

## Resultados principales

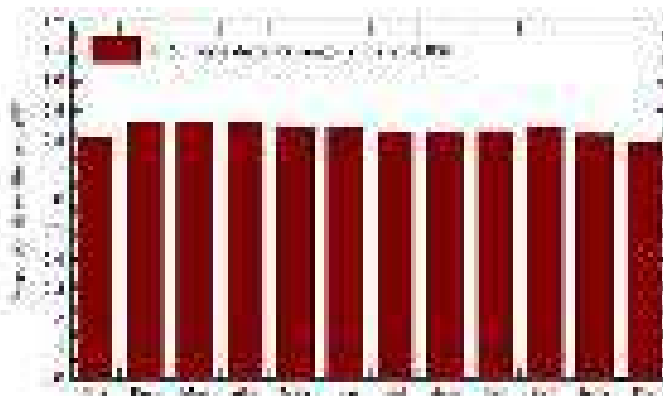
### Producción del sistema

Energía producida 3867.77 MWh/año Producción específica 1797 kWh/kWp/año  
Proporción rend. PR 83.39 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	119.7	251.2	244.4	0.808
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	113.7	237.3	230.7	0.853
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	166.9	344.5	335.3	0.854
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	168.4	347.6	338.3	0.852
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	188.7	385.9	375.9	0.846
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	206.8	418.3	407.6	0.838
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	224.2	446.4	434.9	0.829
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	214.2	425.1	414.0	0.827
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	181.5	363.2	353.7	0.832
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	142.6	290.3	282.5	0.839
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	132.3	273.5	266.2	0.820
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	89.6	189.6	184.1	0.789
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1948.7	3972.9	3867.8	0.834

### Leyendas

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

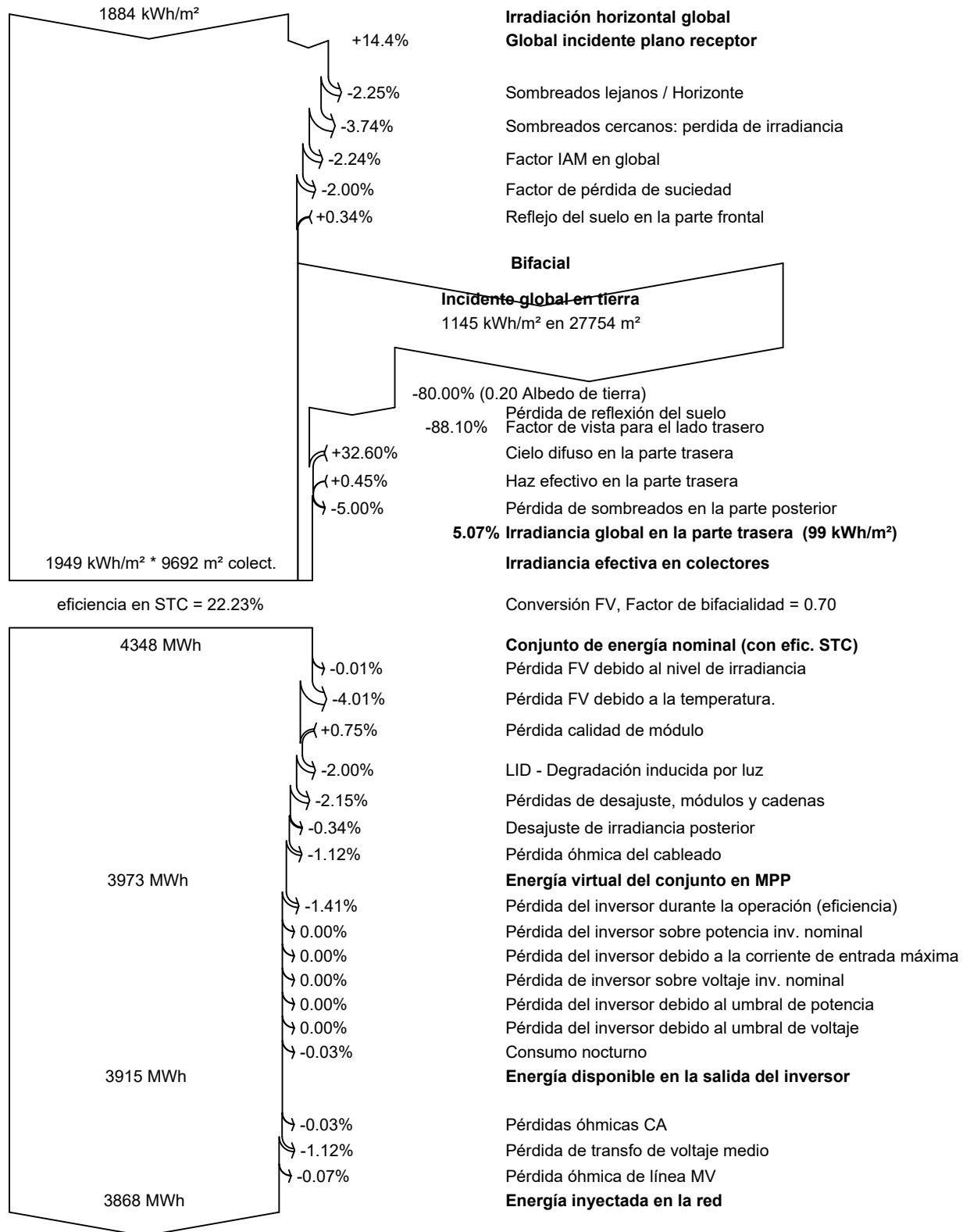


## PVsyst V7.4.8

VCR, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:03  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT7

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT7\_1,9MW\_12m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

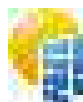
Potencia del sistema: 1967 kWp

Pizarra - Spain

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT7\_1,9MW\_12m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2850 unidades  
1967 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

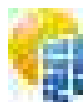
1 unidad  
2100 kWca  
0.936

### Resumen de resultados

Energía producida 3408.26 MWh/año      Producción específica 1733 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR 80.45 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT7\_1,9MW\_12m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 8.2 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 12.00 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 25.1 °  
GCR 55.3 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 190 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 12.0 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 55.3 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 25.1 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2850 unidades  
Nominal (STC) 1967 kWp  
Módulos 95 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1820 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1689 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 1967 kWp  
Total 2850 módulos  
Área del módulo 8853 m²  
Área celular 8295 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.94

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.94

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 10 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

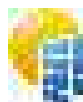
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.04 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 1.94 MVA

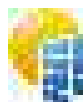
Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 17.88 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.92 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

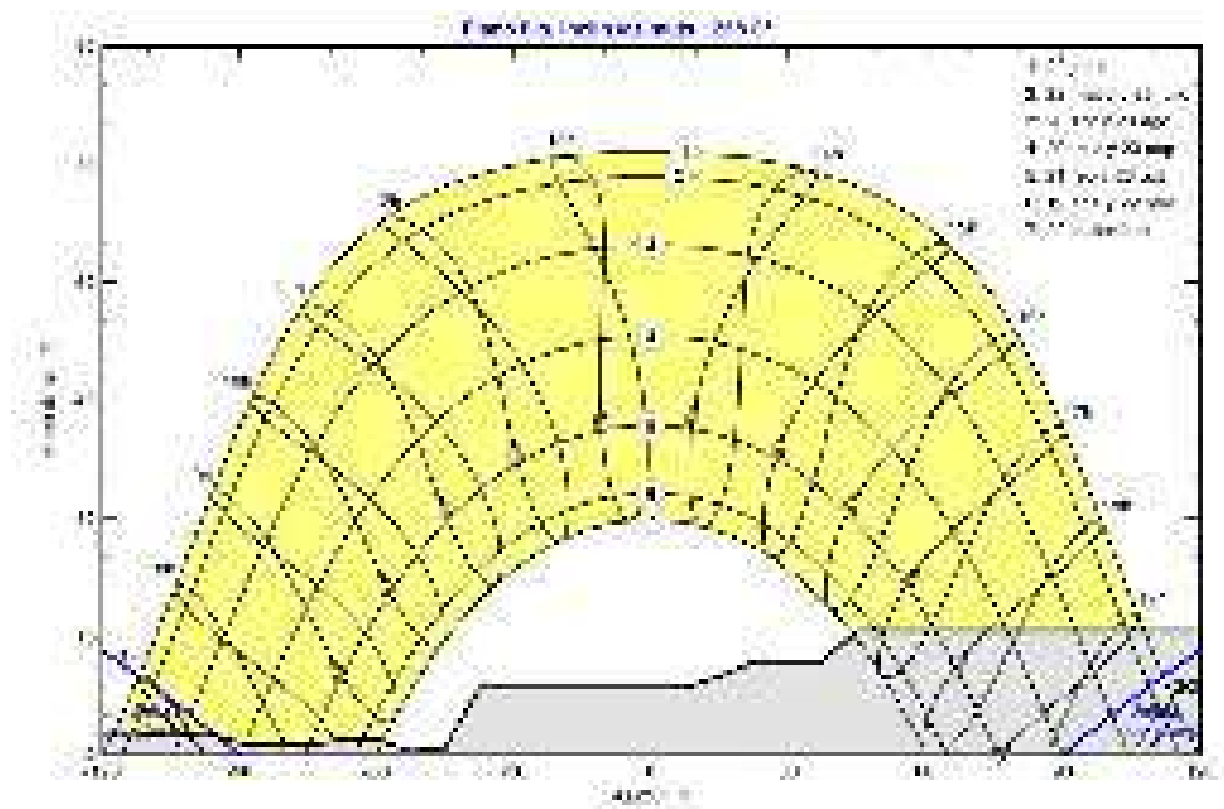
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'53", Long=-4°45'40", Alt=185m

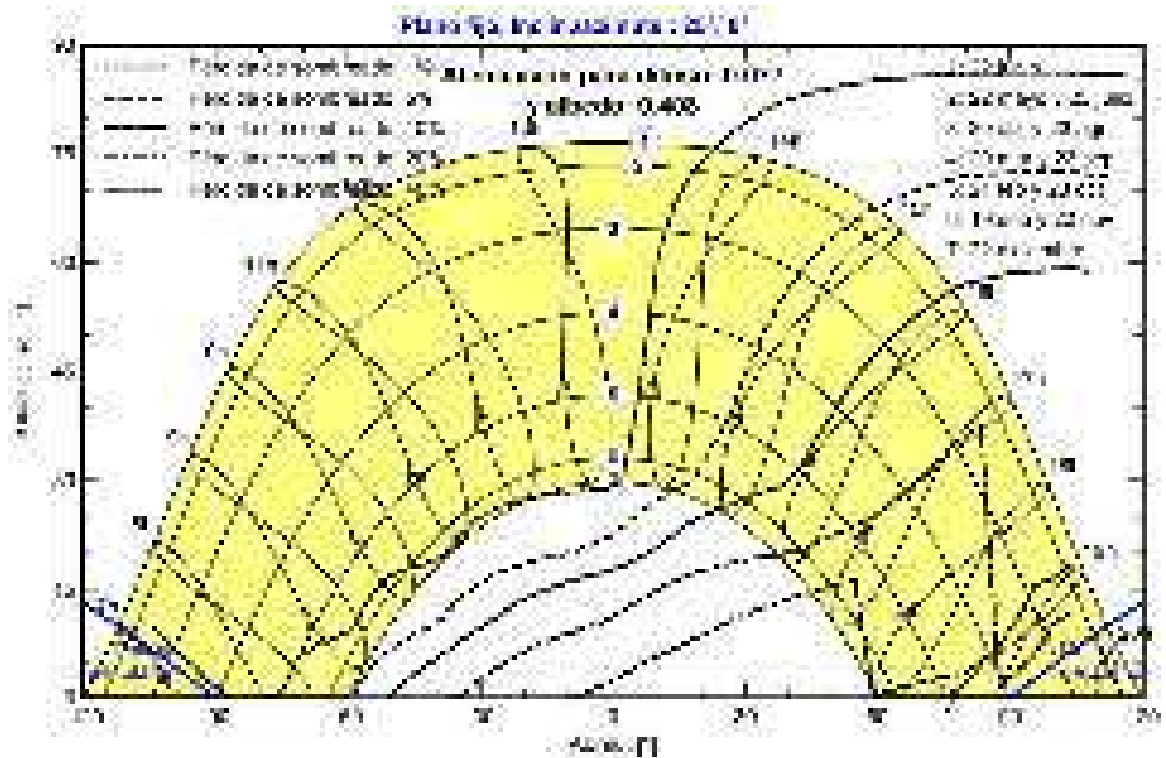
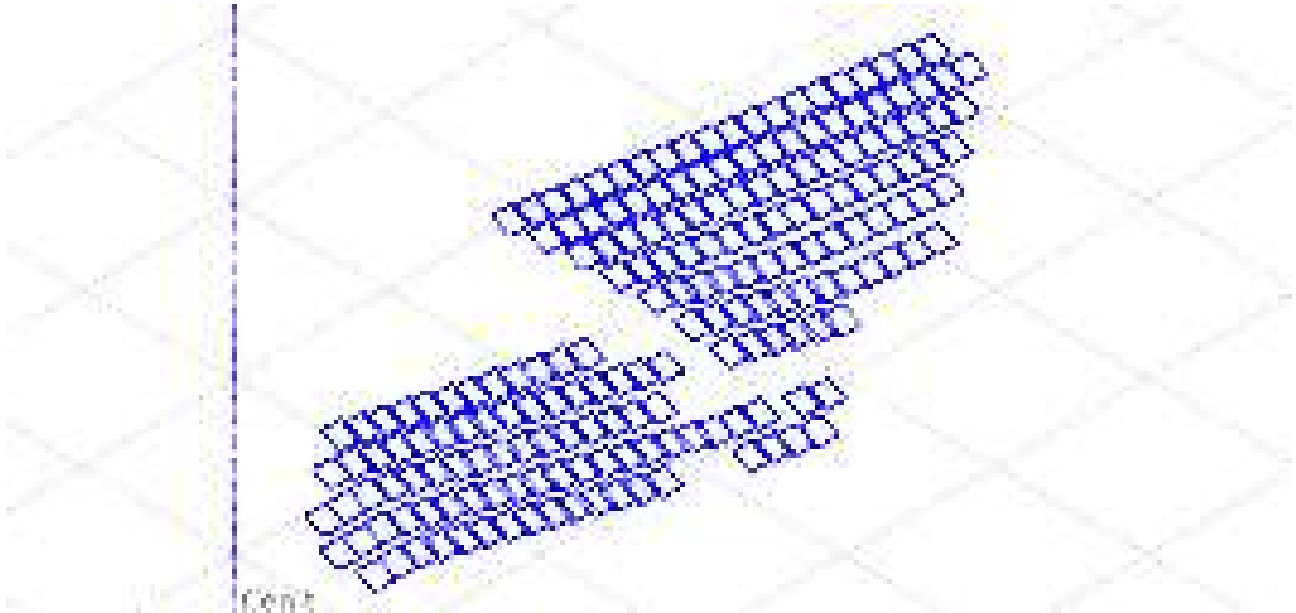
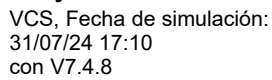
Altura promedio	8.2 °	Factor Albedo	0.54
Factor difuso	0.94	Fracción de albedo	100 %

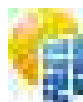
## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105
Altura [°]	5.0	4.6	3.8	1.9	1.9	2.3	3.4	4.2	2.7	2.7	2.3
Azimut [°]	-98	-90	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	8	15
Altura [°]	2.7	1.5	1.1	1.1	1.9	1.9	0.4	0.8	8.4	8.4	9.9
Azimut [°]	23	38	45	135	143	158	165	173	180		
Altura [°]	11.8	11.8	15.7	15.7	9.9	9.9	5.3	5.7	5.0		

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)







## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT7\_1,9MW\_12m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3408.26 MWh/año

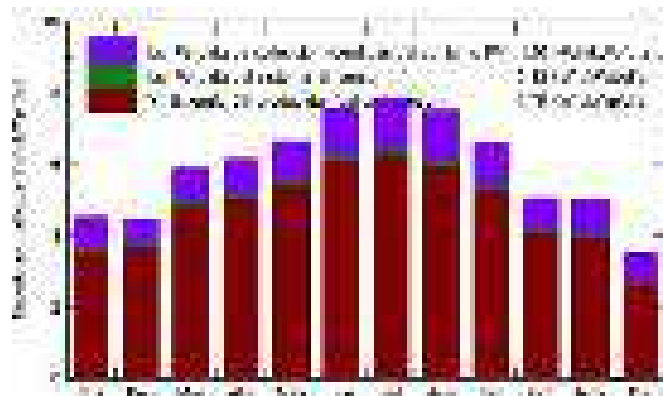
Producción específica

1733 kWh/kWp/año

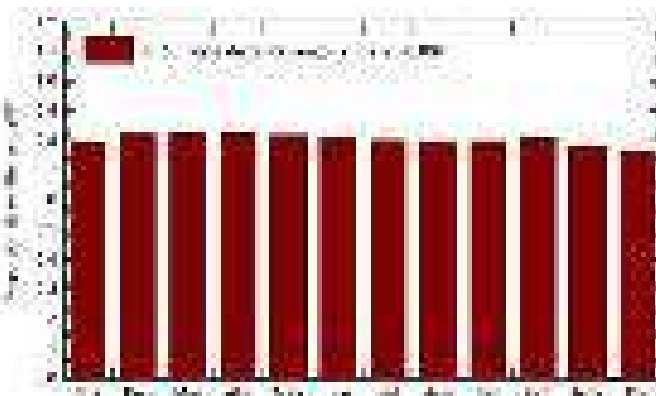
Proporción rend. PR

80.45 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	117.1	223.6	217.5	0.787
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	109.7	208.5	202.7	0.820
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	161.3	303.2	295.2	0.823
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	162.8	305.9	297.8	0.821
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	183.0	340.8	332.1	0.818
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	200.5	369.3	360.0	0.811
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	217.1	393.9	384.0	0.801
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	206.9	374.2	364.7	0.798
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	174.8	318.7	310.5	0.799
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	137.6	255.2	248.3	0.807
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	126.7	238.5	232.2	0.783
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	87.6	168.3	163.3	0.766
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1885.1	3500.1	3408.3	0.804

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



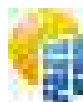
## PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:

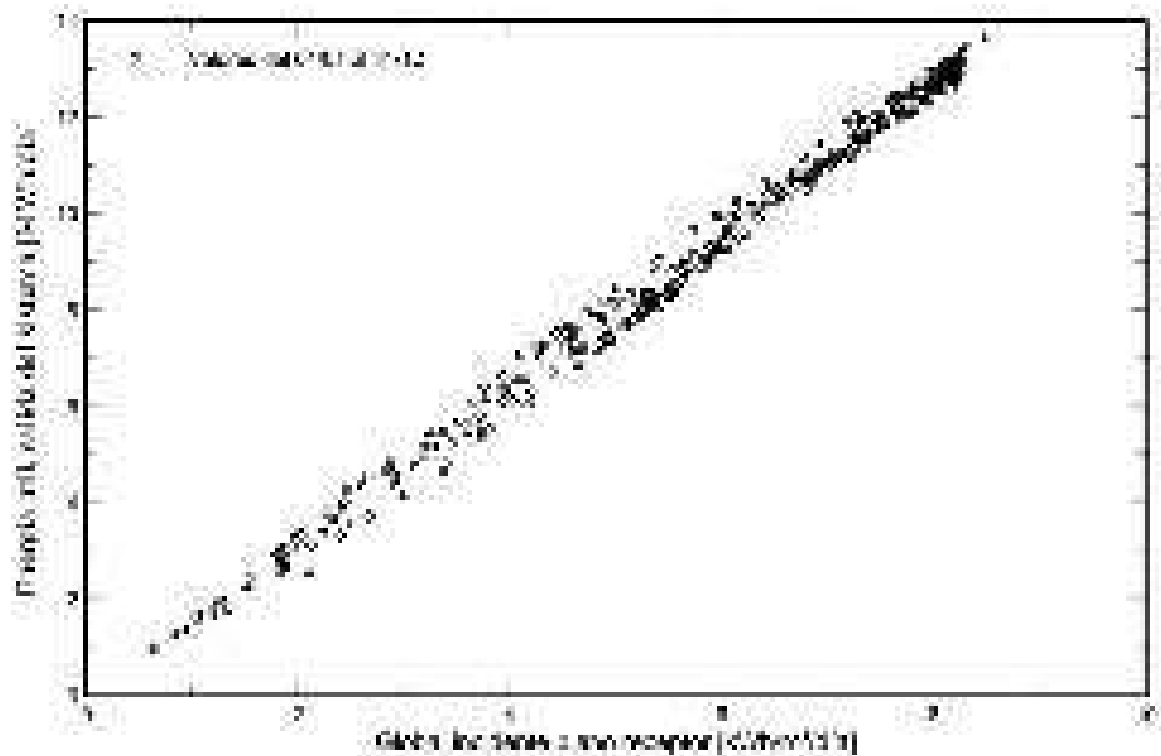
31/07/24 17:10

con V7.4.8

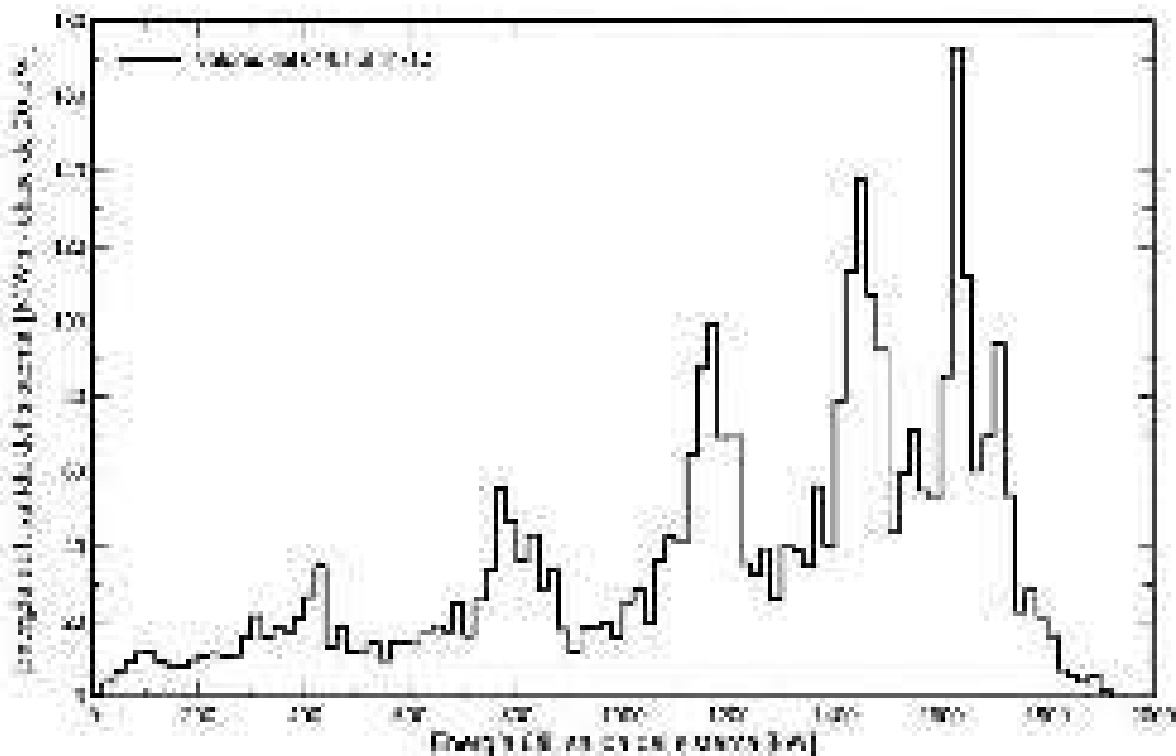
ER Ingenieria (Spain)

### Gráficos predefinidos

#### Diagrama entrada/salida diaria



#### Distribución de potencia de salida del sistema



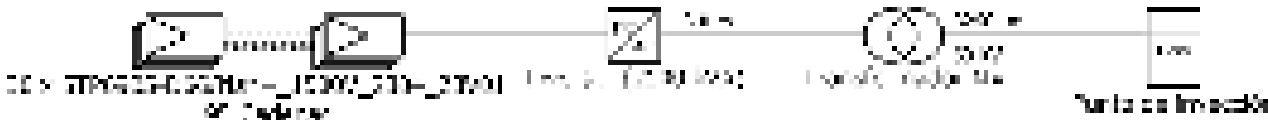




PVsyst V7.4.8

VCS, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:10  
con V7.4.8

# Diagrama unifilar



Módulo PV	STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23V01
Inversor	FS2101KU_660V_20210422E_Preliminary
Cadena	30 x STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23V01

ESP\_GibraltarGalias\_2

ER Ingenieria (Spain)

VCS : ESP GibraltarGalias\_2 Rjx25 STP690CT7\_1,9kW\_12m\_V23

31/07/24



# PVsyst - Informe de simulación CT8

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT8\_1,9MW\_19m\_V23

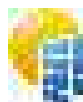
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 1967 kWp

Pizarra - Spain

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT8\_1,9MW\_19m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCT, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:14  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2850 unidades  
1967 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

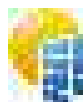
1 unidad  
2100 kWca  
0.936

### Resumen de resultados

Energía producida	3516.75 MWh/año	Producción específica	1788 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.01 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT8\_1,9MW\_19m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCT, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:14  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 5.3 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 19.00 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 12.2 °  
GCR 34.9 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 190 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 19.0 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 34.9 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 12.2 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2850 unidades  
Nominal (STC) 1967 kWp  
Módulos 95 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1820 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1689 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 1967 kWp  
Total 2850 módulos  
Área del módulo 8853 m²  
Área celular 8295 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.94

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.94

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 10 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

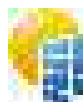
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCT, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:14  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.04 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 1.94 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 17.88 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.92 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



**PVsyst V7.4.8**

VCT, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:14  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Definición del horizonte**

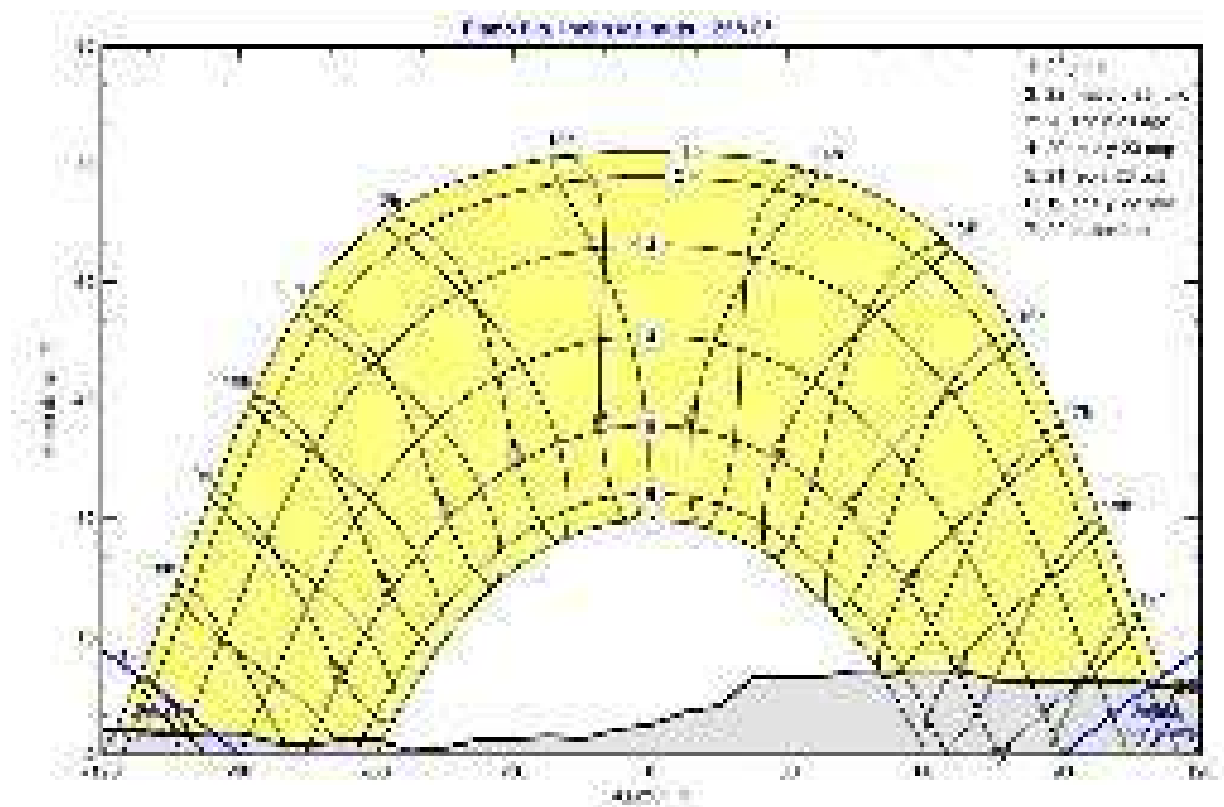
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°47'58", Long=-4°45'40", Alt=185m

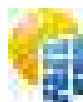
Altura promedio 5.3 ° Factor Albedo 0.74  
Factor difuso 0.97 Fracción de albedo 100 %

**Perfil del horizonte**

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83
Altura [°]	5.0	5.0	3.8	2.3	1.5	2.3	3.8	4.2	3.1	3.1	2.3	2.7	2.7	1.5
Azimut [°]	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23
Altura [°]	1.1	1.9	1.9	0.4	0.8	1.9	1.9	2.3	1.9	3.1	3.8	5.3	6.1	9.9
Azimut [°]	38	45	68	75	83	105	113	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	9.9	10.7	10.7	9.5	9.2	9.2	8.4	8.4	5.7	5.0	5.0	5.7	6.1	5.0

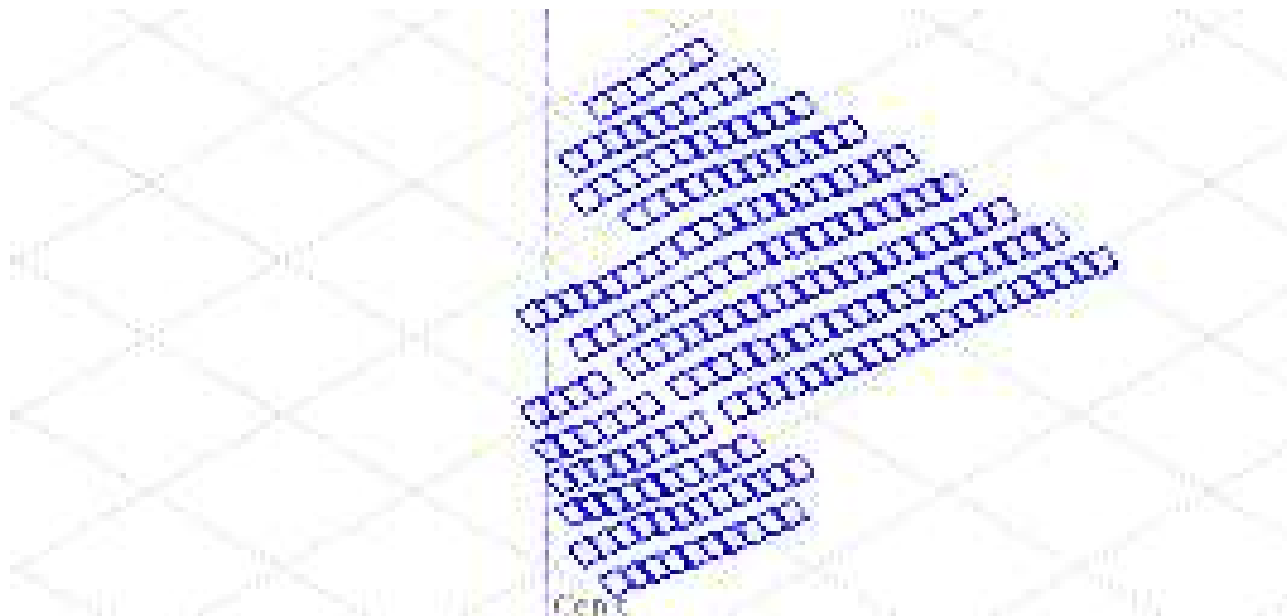
**Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)**





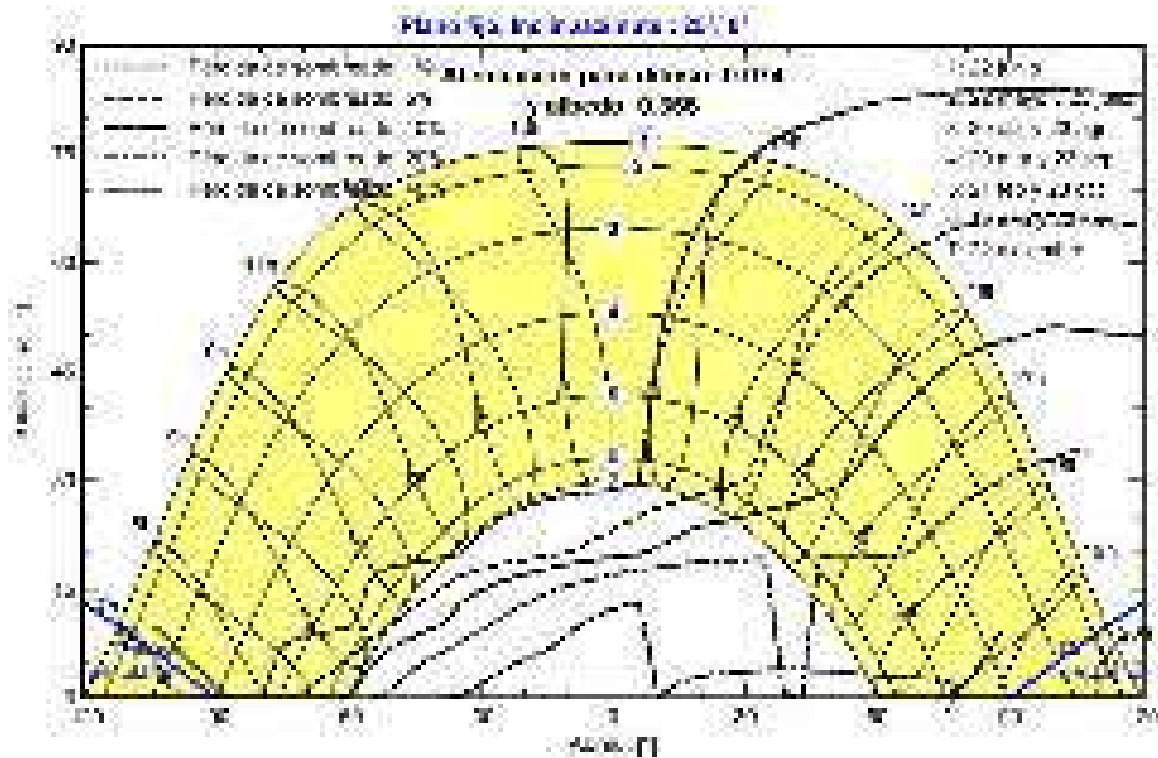
### Parámetro de sombreados cercanos

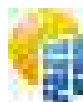
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT8\_1,9MW\_19m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCT, Fecha de simulación:

31/07/24 17:14

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3516.75 MWh/año

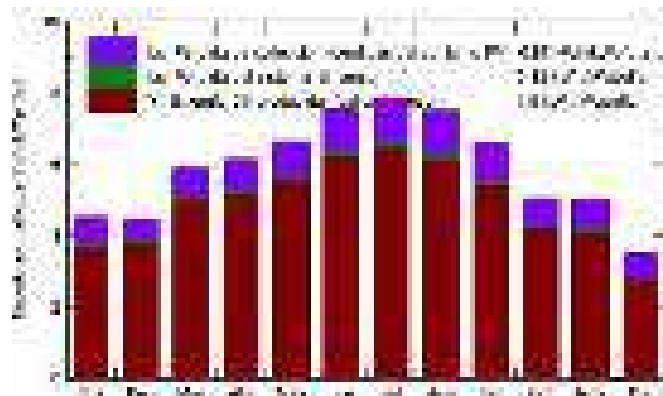
Producción específica

1788 kWh/kWp/año

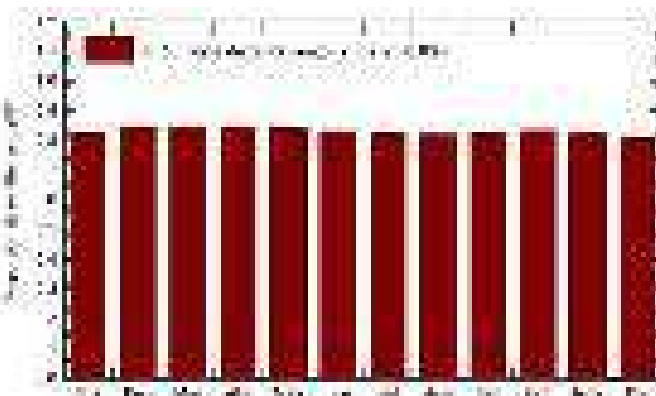
Proporción rend. PR

83.01 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	121.9	233.7	227.4	0.823
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	113.0	215.4	209.5	0.848
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	165.4	311.8	303.7	0.846
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	167.0	315.0	306.8	0.846
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	187.1	349.8	340.8	0.840
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	204.9	378.8	369.3	0.832
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	221.9	404.0	393.8	0.822
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	211.9	384.5	374.7	0.820
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	179.5	328.1	319.7	0.823
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	141.4	263.2	256.1	0.833
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	132.3	249.9	243.3	0.820
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	91.5	176.7	171.7	0.805
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1937.8	3610.9	3516.7	0.830

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



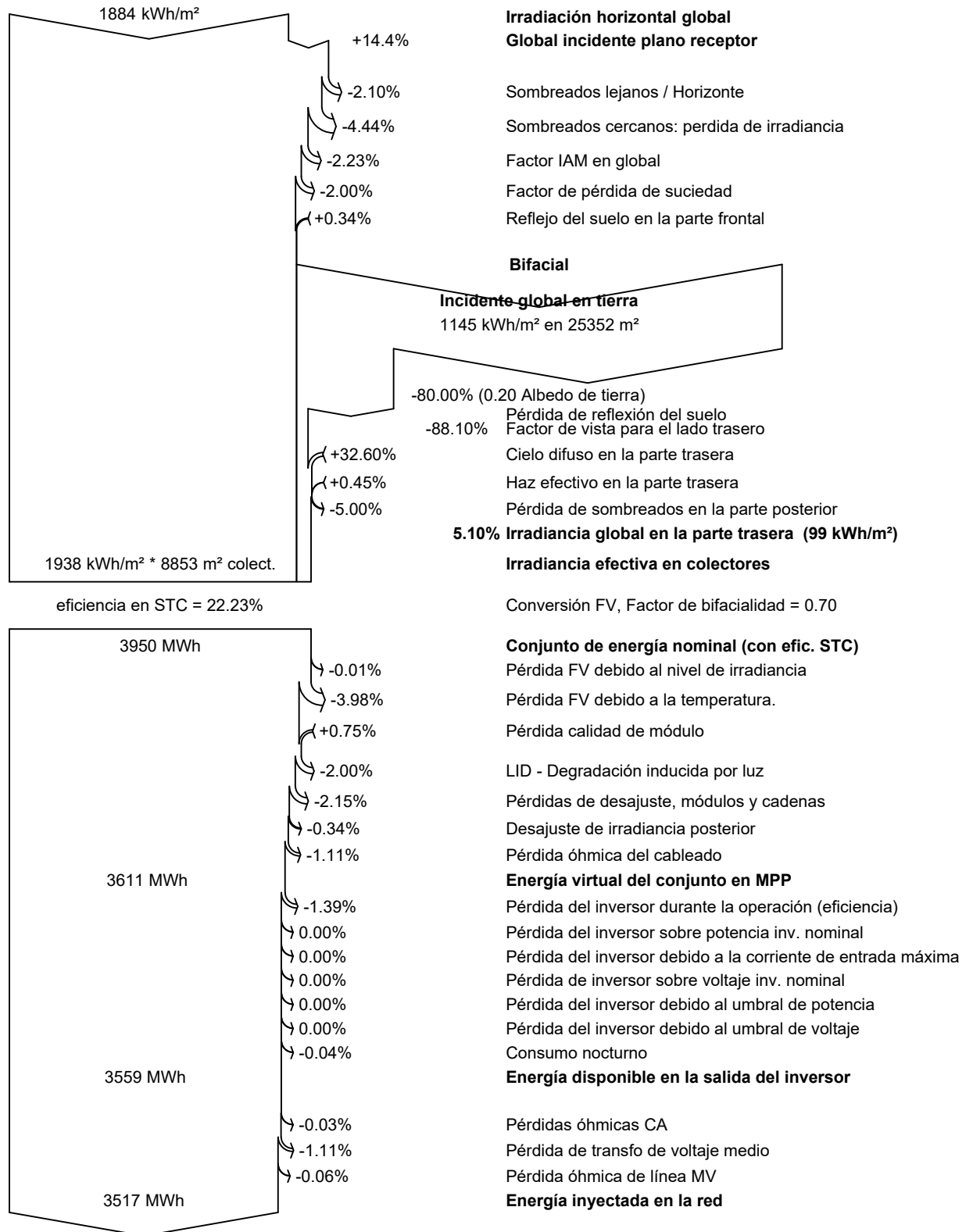


## PVsyst V7.4.8

VCT, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:14  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT9

Sistema conectado a la red

---

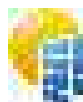
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT9\_2MW\_19m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2070 kWp

Pizarra - Spain



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT9\_2MW\_19m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

3000 unidades  
2070 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

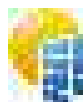
1 unidad  
2100 kWca  
0.986

### Resumen de resultados

Energía producida	3716.86 MWh/año	Producción específica	1796 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.34 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT9\_2MW\_19m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.0 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 19.00 m  
Ancho cobertizos 6.64 m  
Ángulo límite de perfil 12.2 °  
GCR 34.9 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 200 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 19.0 m  
Ancho de colector 6.64 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 34.9 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 12.2 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 3000 unidades  
Nominal (STC) 2070 kWp  
Módulos 100 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1916 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1778 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2070 kWp  
Total 3000 módulos  
Área del módulo 9319 m²  
Área celular 8732 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.99

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.99

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 9.9 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

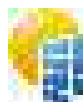
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.10 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.04 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.11 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC

Pérdida de cobre 19.80 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.97 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

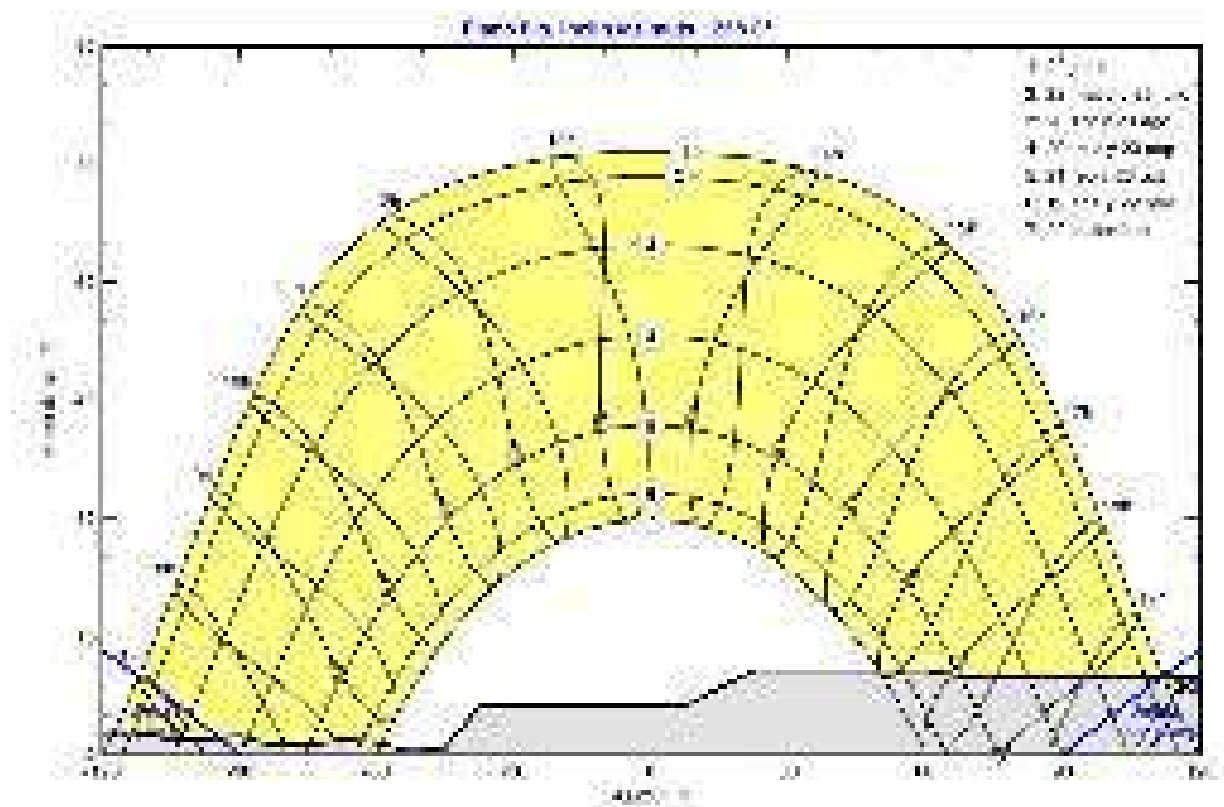
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'0", Long=-4°45'43", Alt=185m

Altura promedio	6.0 °	Factor Albedo	0.65
Factor difuso	0.96	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105
Altura [°]	5.0	4.6	3.8	2.3	1.5	2.3	3.8	4.2	2.7	2.7	1.9
Azimut [°]	-98	-90	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	8	15
Altura [°]	1.9	2.3	1.1	1.1	1.9	1.5	0.4	0.8	6.1	6.1	8.4
Azimut [°]	23	60	68	135	143	150	158	165	173	180	
Altura [°]	10.7	10.7	9.9	9.9	4.6	5.0	5.0	5.7	5.7	5.0	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



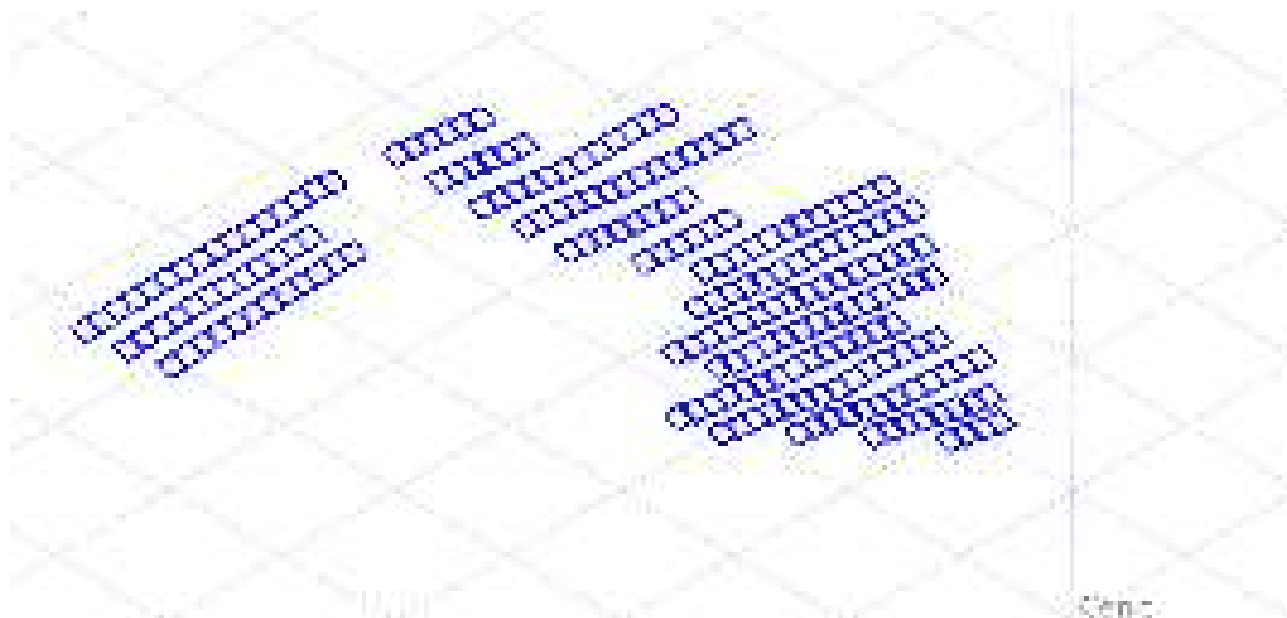
PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

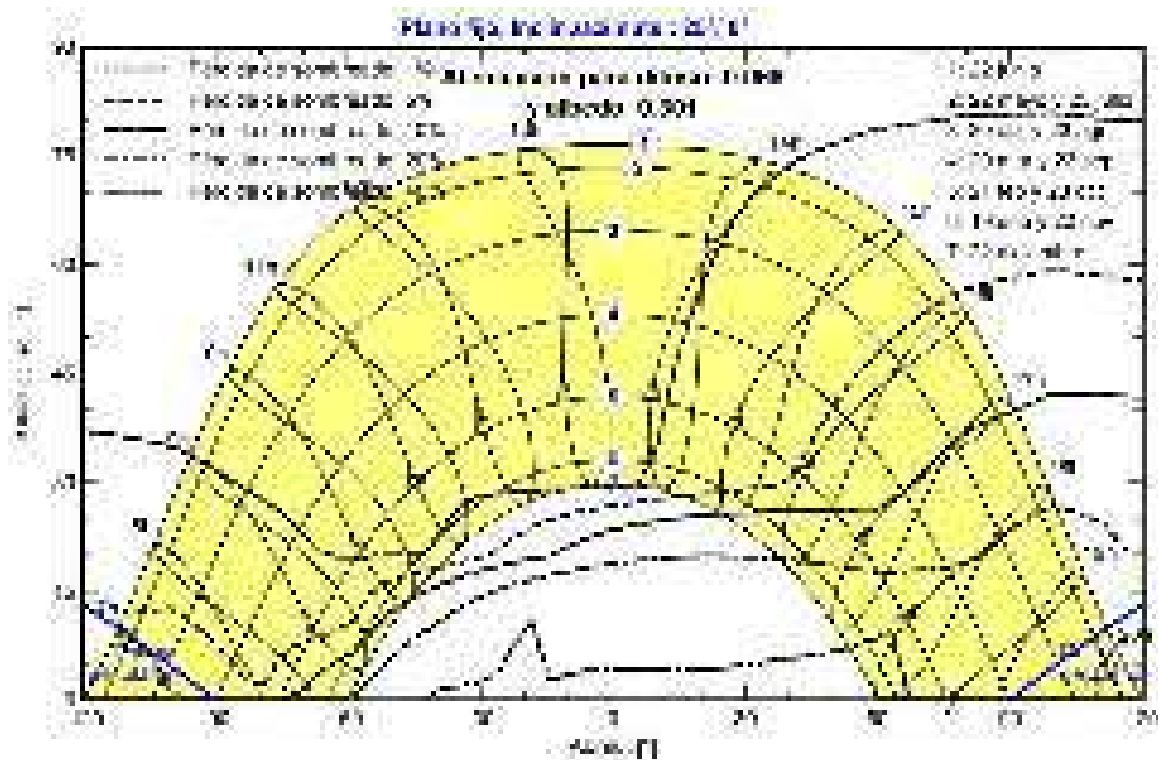
### Parámetro de sombreados cercanos

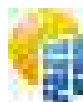
### Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

## Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT9\_2MW\_19m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:

31/07/24 17:19

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3716.86 MWh/año

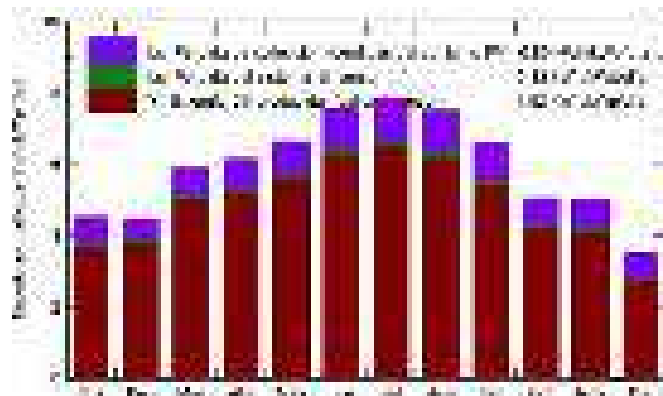
Producción específica

1796 kWh/kWp/año

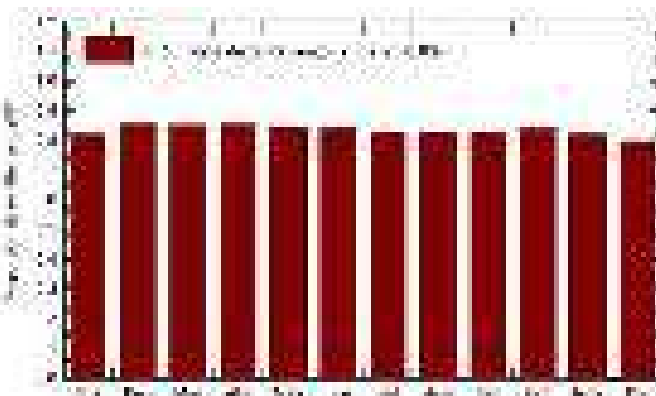
Proporción rend. PR

83.34 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	121.3	244.9	238.3	0.819
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	113.4	227.6	221.3	0.851
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	166.2	329.8	321.1	0.850
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	168.1	333.5	324.7	0.851
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	188.5	370.7	361.2	0.845
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	206.4	401.4	391.3	0.837
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	223.6	428.2	417.3	0.827
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	213.6	407.6	397.2	0.825
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	180.6	347.5	338.4	0.828
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	142.1	278.3	270.8	0.836
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	132.2	262.9	256.0	0.820
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	90.7	184.7	179.4	0.799
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1946.9	3817.2	3716.9	0.833

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



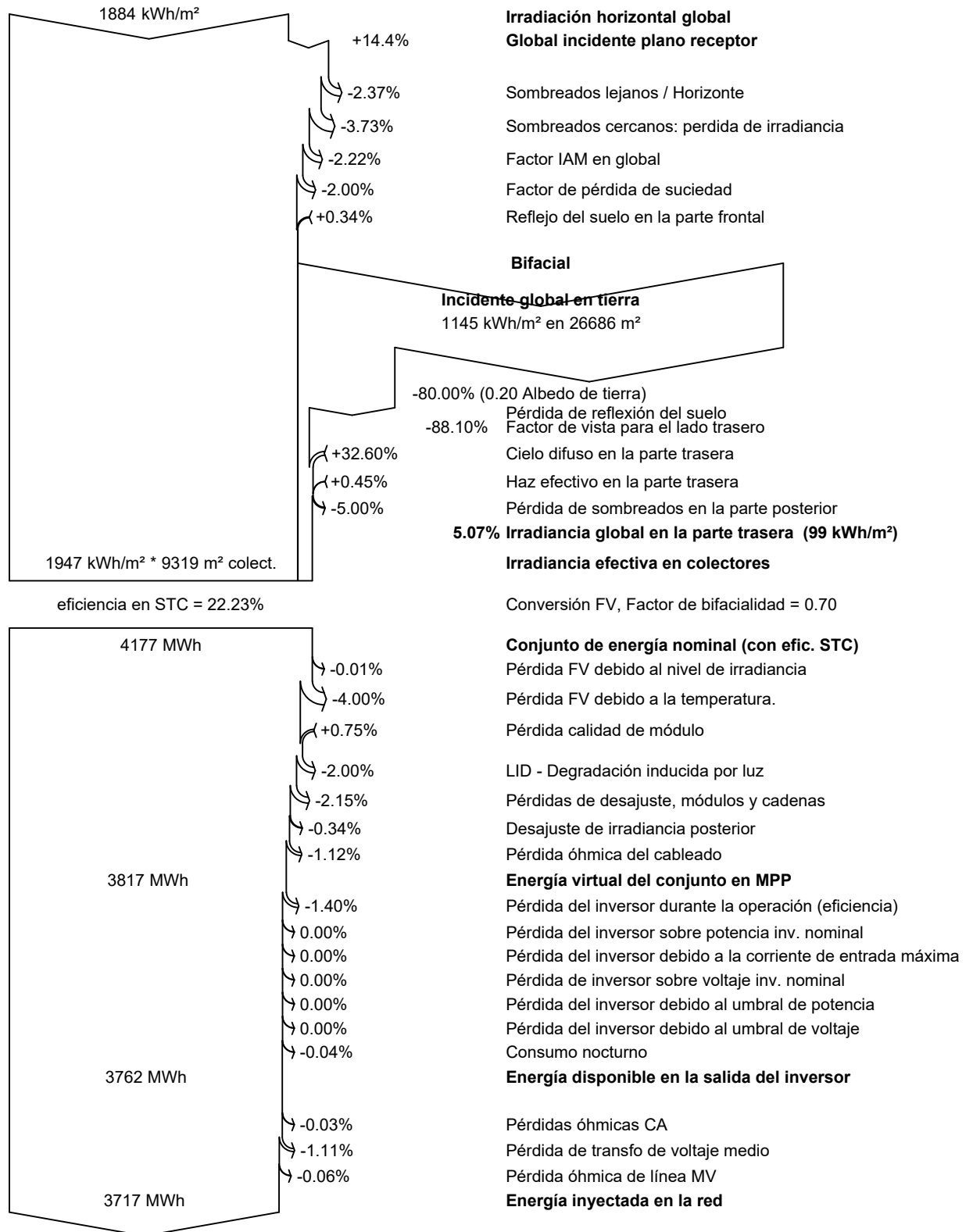


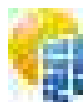
## PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





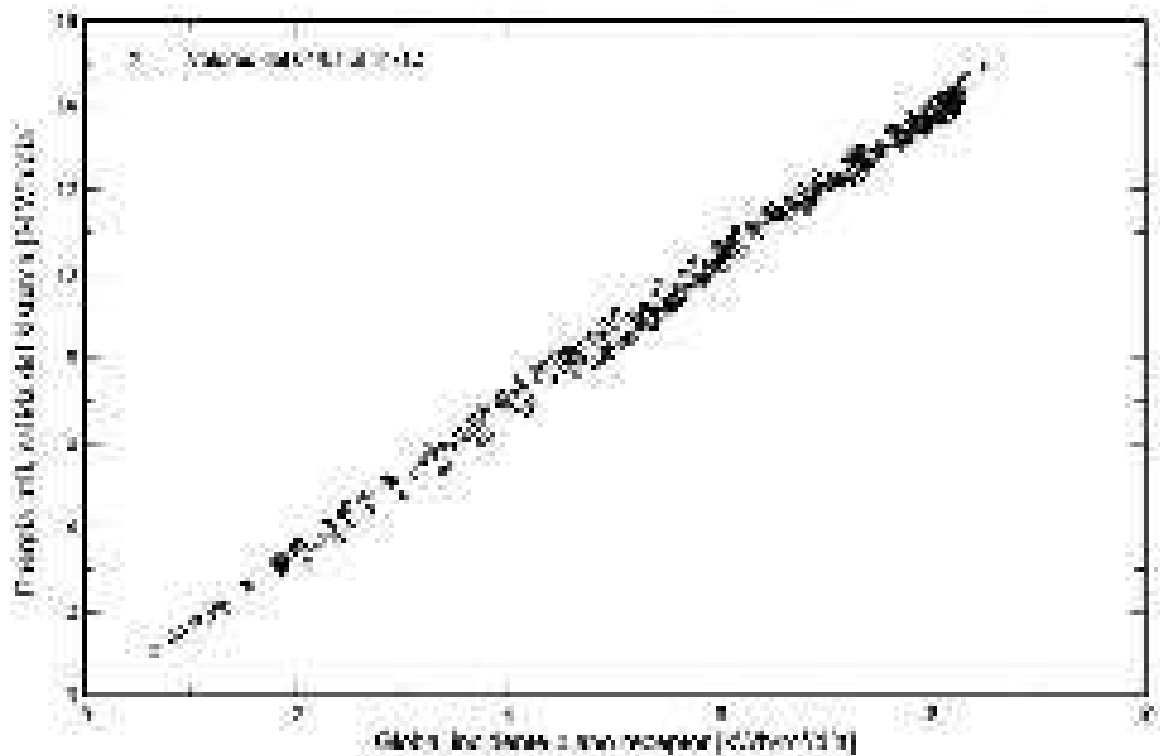
PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

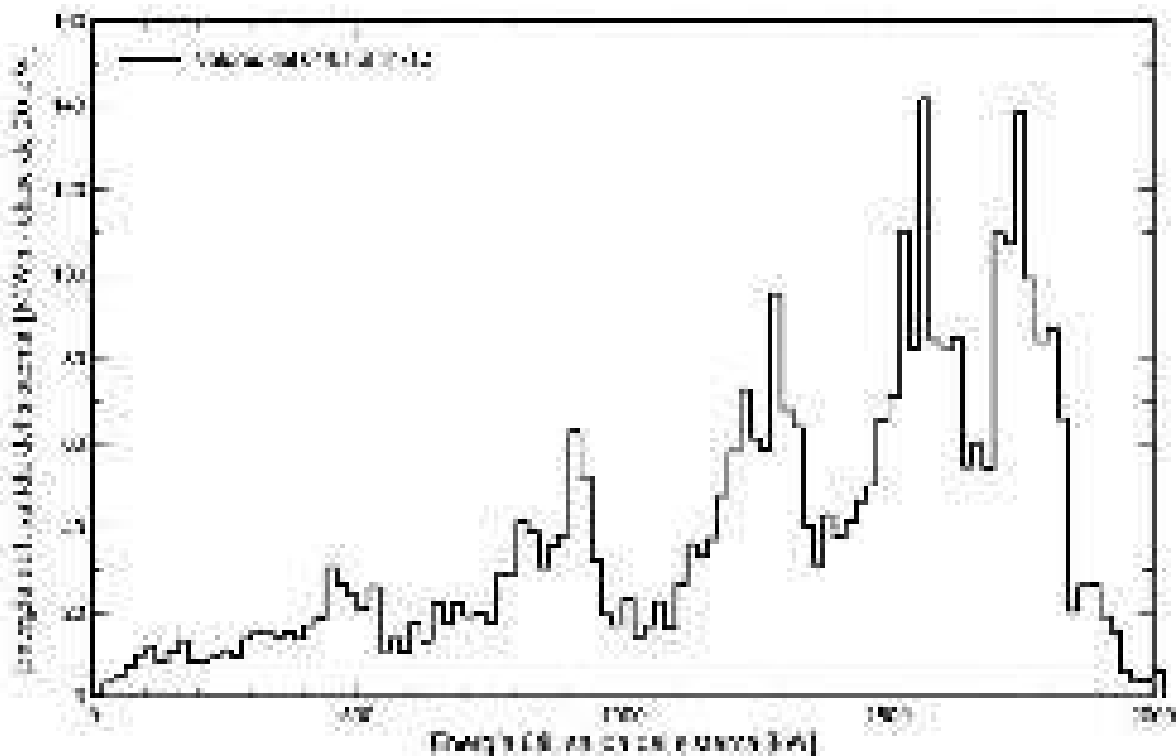
ER Ingenieria (Spain)

### Gráficos predefinidos

#### Diagrama entrada/salida diaria



#### Distribución de potencia de salida del sistema





PVsyst V7.4.8

VCU, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:19  
con V7.4.8

# Diagrama unifilar



Módulo PV	STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23V01
Inversor	FS2101KU_660V_20210422E_Preliminary
Cadena	30 x STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23V01

ESP\_GibraltarGalias\_2

ER Ingenieria (Spain)

VCU : ESP GibraltarGalias\_2 Fija25 STP690  
0\_CT3\_2MW\_15m\_V23

31/07/24



# PVsyst - Informe de simulación CT10

Sistema conectado a la red

---

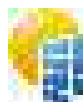
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT10\_4,1MW\_17m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 4161 kWp

Pizarra - Spain



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT10\_4,1MW\_17m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCV, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:26  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

6030 unidades  
4161 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

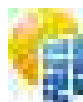
1 unidad  
4200 kWca  
0.991

### Resumen de resultados

Energía producida 7585.26 MWh/año Producción específica 1823 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 84.62 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT10\_4,1MW\_17m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCV, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:26  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 5.8 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 17.00 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 14.3 °  
GCR 39.0 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 402 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 17.0 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 39.0 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 14.3 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 6030 unidades  
Nominal (STC) 4161 kWp  
Módulos 201 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 3851 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 3574 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 4161 kWp  
Total 6030 módulos  
Área del módulo 18731 m²  
Área celular 17551 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS4200K\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 4200 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 4200 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.99

##### Potencia total del inversor

Potencia total 4200 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.99

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 4.9 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCV, Fecha de simulación:

31/07/24 17:26

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Inversor: FS4200K\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.20 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 4.10 MVA

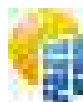
Iron Loss ( Conexión 24/24) 4.24 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC

Pérdida de cobre 39.98 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.98 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.04 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCV, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:26  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

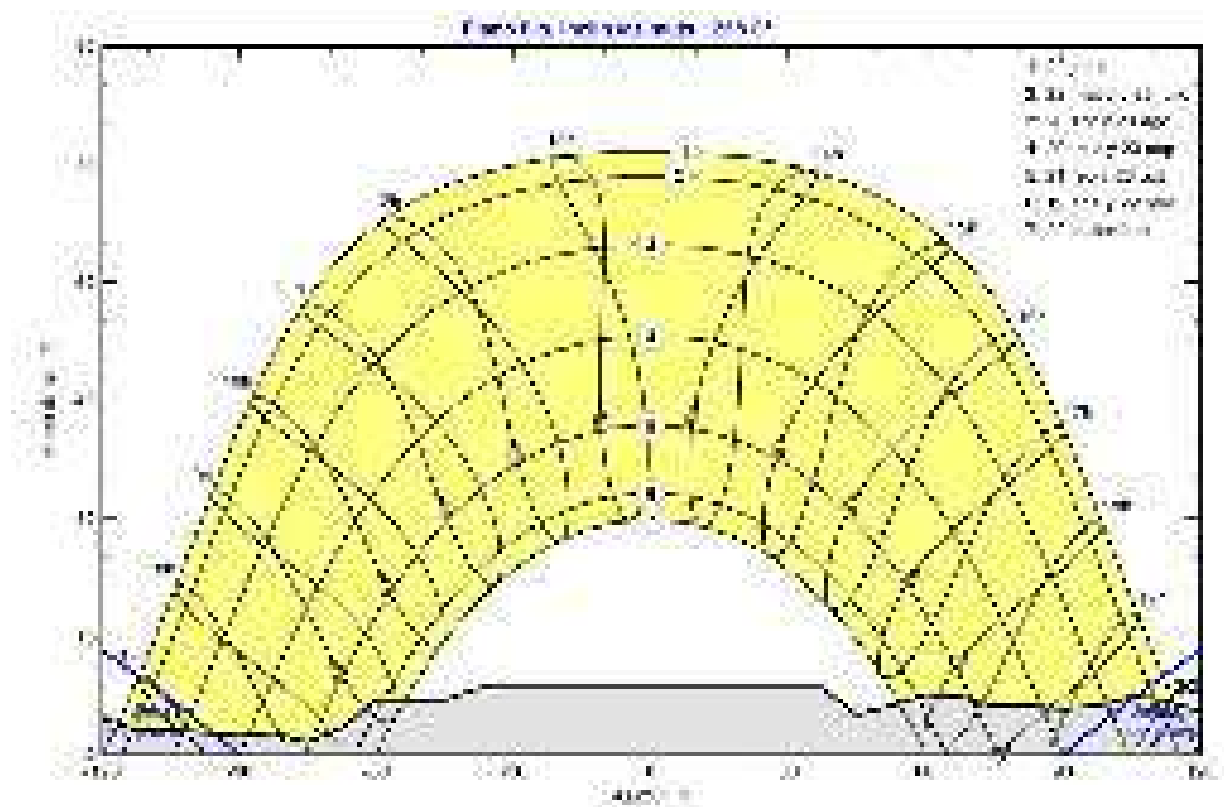
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'7", Long=-4°45'55", Alt=185m

Altura promedio	5.8 °	Factor Albedo	0.61
Factor difuso	0.96	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90
Altura [°]	5.7	5.3	4.6	3.8	1.5	2.3	2.7	3.8	4.6	3.1	3.1	2.7	2.3
Azimut [°]	-83	-75	-68	-60	-45	-38	38	45	53	60	68	75	83
Altura [°]	2.7	1.5	3.4	6.9	6.9	8.4	8.4	5.0	6.1	7.6	7.3	6.1	6.1
Azimut [°]	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	5.7	6.1	7.3	6.9	5.3	3.8	4.6	7.3	8.0	6.9	6.1	6.9	5.7

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





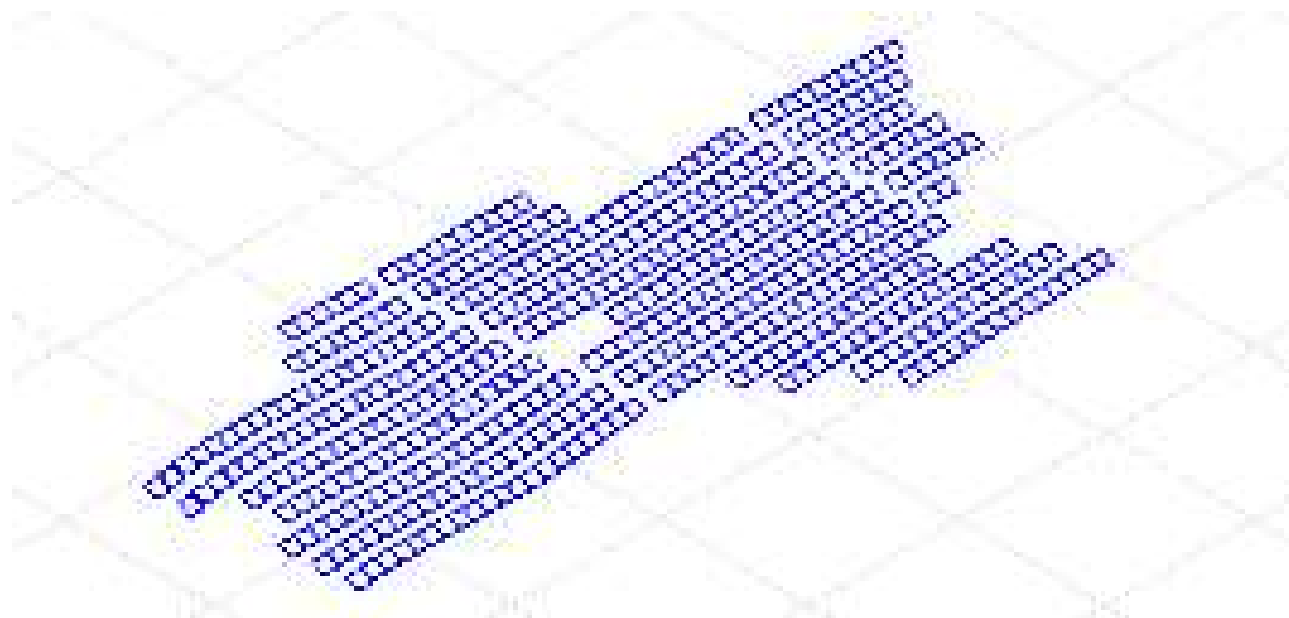
PVsyst V7.4.8

VCV, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:26  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

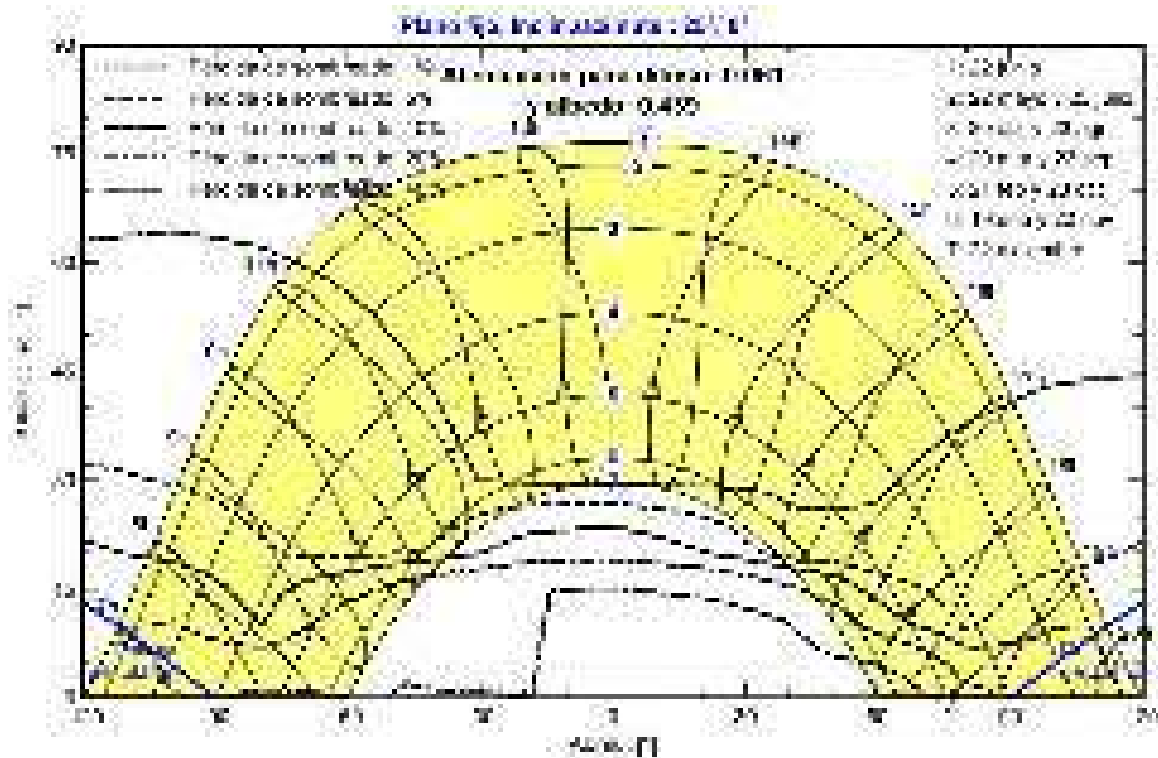
### Parámetro de sombreados cercanos

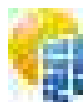
### Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

## Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT10\_4,1MW\_17m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCV, Fecha de simulación:

31/07/24 17:26

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

7585.26 MWh/año

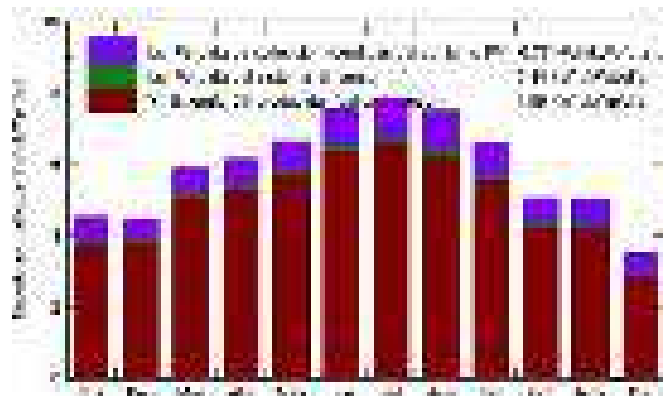
Producción específica

1823 kWh/kWp/año

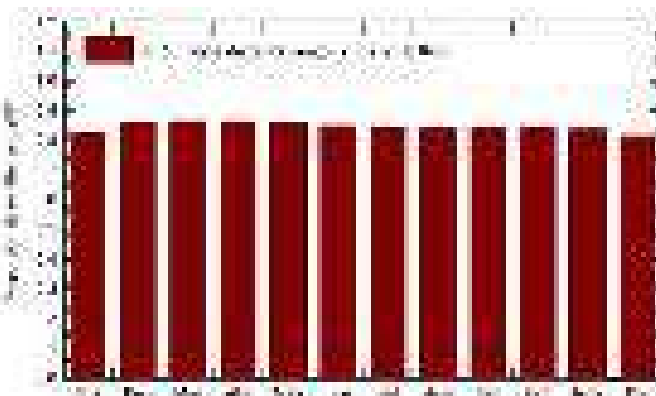
Proporción rend. PR

84.62 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	123.4	499.4	485.8	0.831
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	115.1	463.5	450.6	0.862
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	169.2	673.9	655.7	0.864
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	170.9	680.5	662.1	0.863
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	191.7	756.2	736.1	0.857
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	210.0	819.2	797.9	0.849
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	227.6	874.3	851.3	0.840
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	217.3	832.0	810.1	0.838
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	184.3	711.6	692.6	0.843
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	144.4	567.2	551.7	0.848
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	134.9	538.1	523.7	0.834
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	92.8	378.5	367.7	0.815
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1981.5	7794.6	7585.3	0.846

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

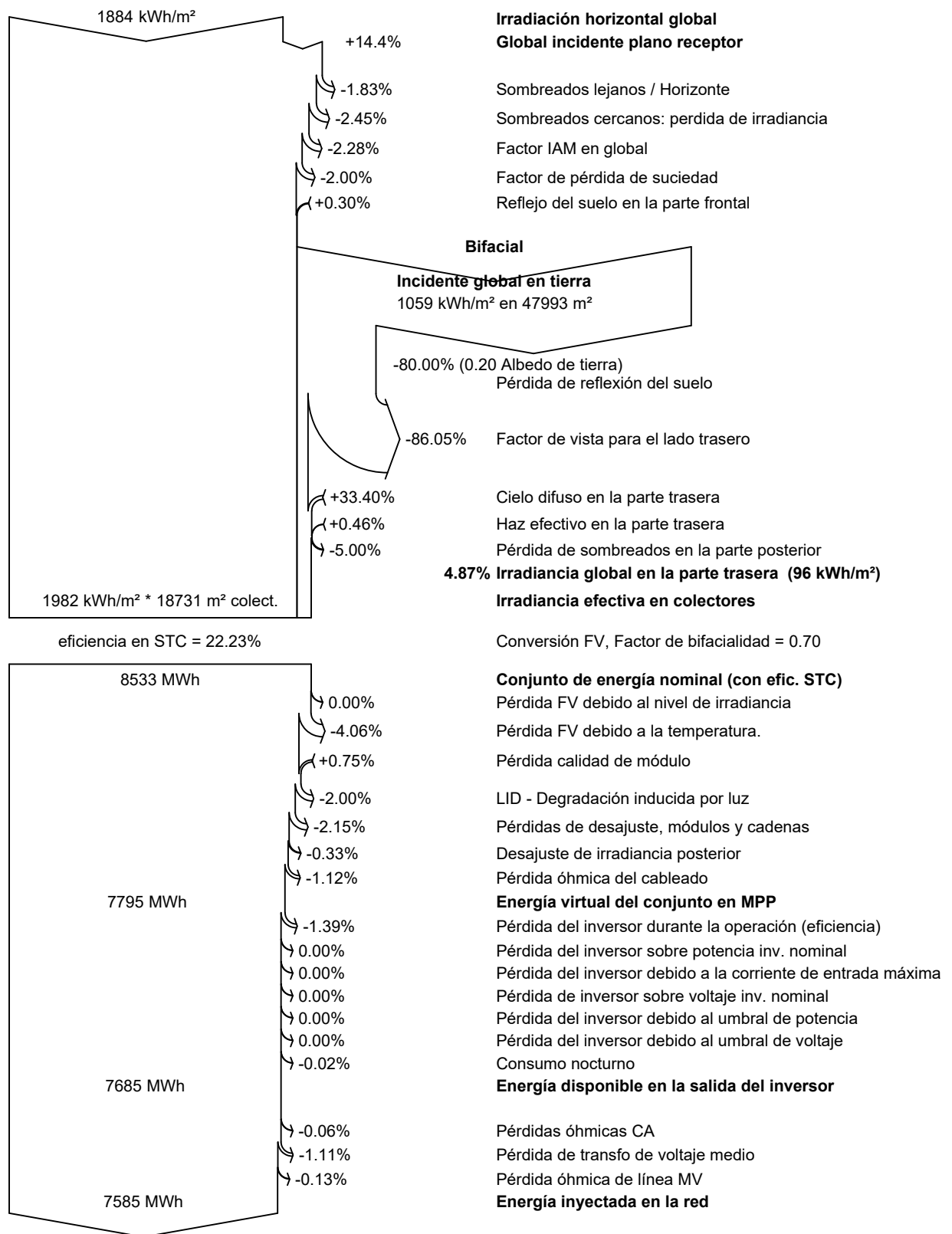


## PVsyst V7.4.8

VCV, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:26  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT11

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT11\_3MW\_9,5m\_V23

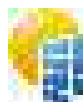
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 3002 kWp

Pizarra - Spain

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT11\_3MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCW, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:37  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

4350 unidades  
3002 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

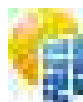
1 unidad  
3151 kWca  
0.953

### Resumen de resultados

Energía producida	5423.91 MWh/año	Producción específica	1807 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.88 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT11\_3MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCW, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:37  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.8 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 38.8 °  
GCR 69.8 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 290 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 69.8 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 38.8 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 4350 unidades  
Nominal (STC) 3002 kWp  
Módulos 145 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2778 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 2578 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 3002 kWp  
Total 4350 módulos  
Área del módulo 13513 m²  
Área celular 12661 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 3151 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.95

##### Potencia total del inversor

Potencia total 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.95

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 6.8 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

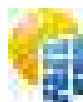
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCW, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:37  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.07 % en STC

**Inversor: FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 16190 m

Frac. de pérdida 0.70 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.96 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 3.17 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 27.75 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.94 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.38 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCW, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:37  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

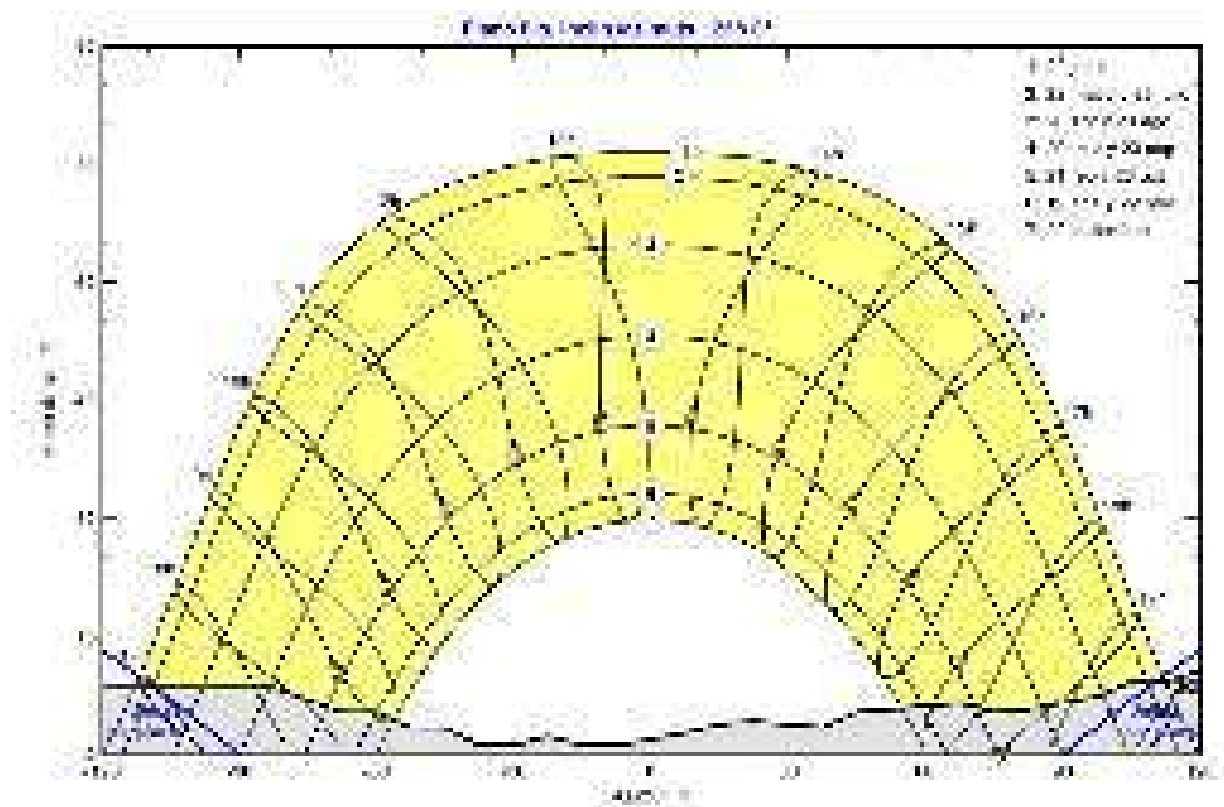
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'29", Long=-4°45'37", Alt=185m

Altura promedio	6.8 °	Factor Albedo	0.85
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

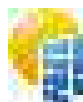
## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-143	-135	-128	-120	-83	-75	-68	-60	-53	-45
Altura [°]	10.3	10.3	9.9	9.9	7.6	7.6	8.4	8.4	6.9	5.3	5.3	3.4	3.4
Azimut [°]	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45	53
Altura [°]	1.1	1.1	2.3	1.1	1.1	1.9	2.7	3.8	4.2	3.8	3.4	5.3	5.7
Azimut [°]	60	68	75	83	90	98	105	113	120	165	173	180	
Altura [°]	6.1	6.5	5.3	5.7	6.5	7.3	9.2	9.2	10.7	10.7	10.3	10.3	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

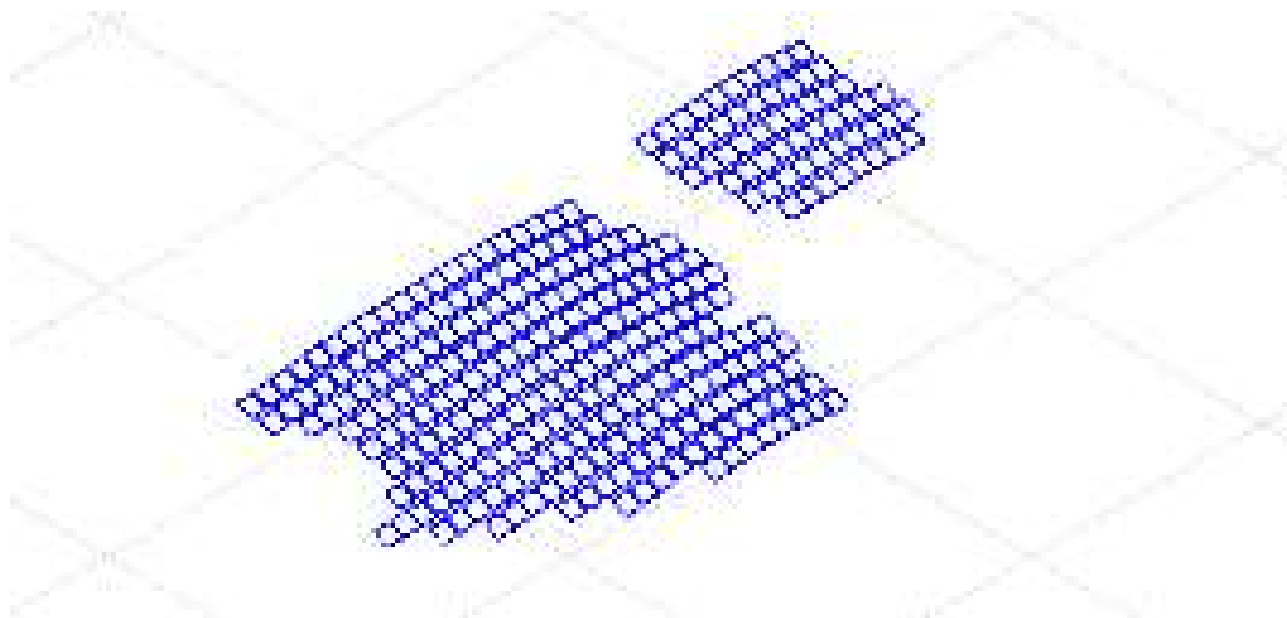






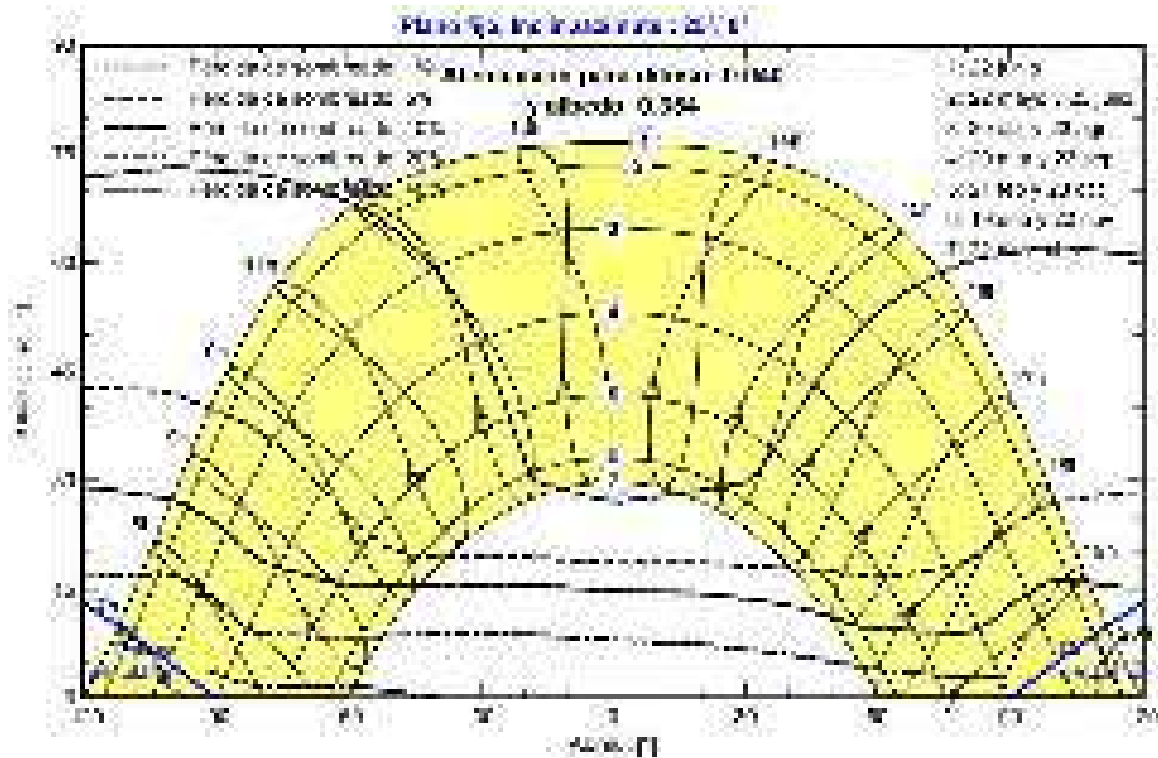
### Parámetro de sombreados cercanos

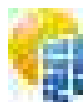
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT11\_3MW\_9,5m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCW, Fecha de simulación:

31/07/24 17:37

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

5423.91 MWh/año

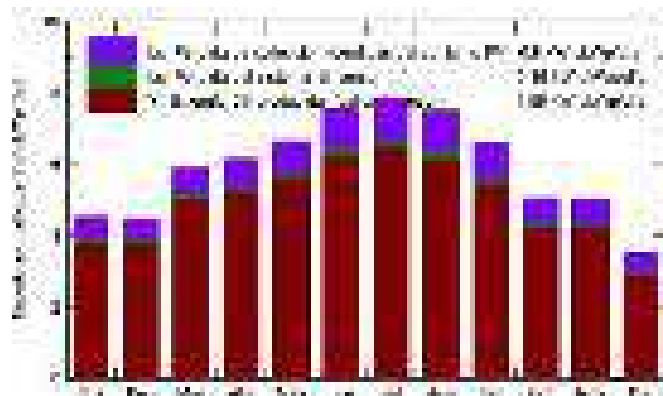
Producción específica

1807 kWh/kWp/año

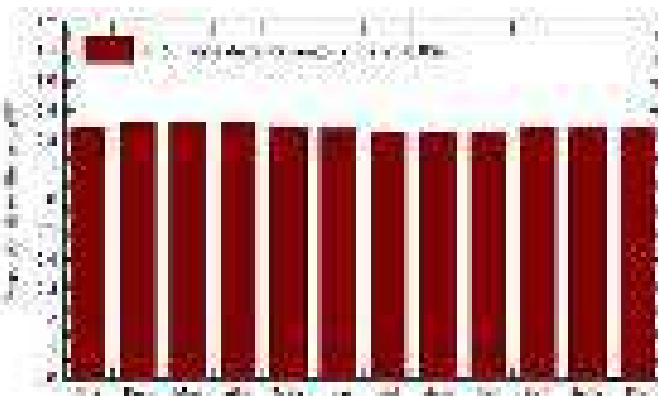
Proporción rend. PR

83.88 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	126.9	366.6	355.6	0.843
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	115.6	332.7	322.5	0.855
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	168.8	481.7	467.2	0.853
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	170.6	486.1	471.6	0.852
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	191.3	539.8	524.0	0.846
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	209.1	583.4	566.5	0.836
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	226.3	622.1	604.0	0.826
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	216.1	592.5	575.1	0.824
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	183.6	507.8	492.8	0.831
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	144.4	406.0	393.7	0.839
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	137.1	390.2	378.7	0.836
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	96.6	281.0	272.3	0.837
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1986.2	5589.9	5423.9	0.839

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

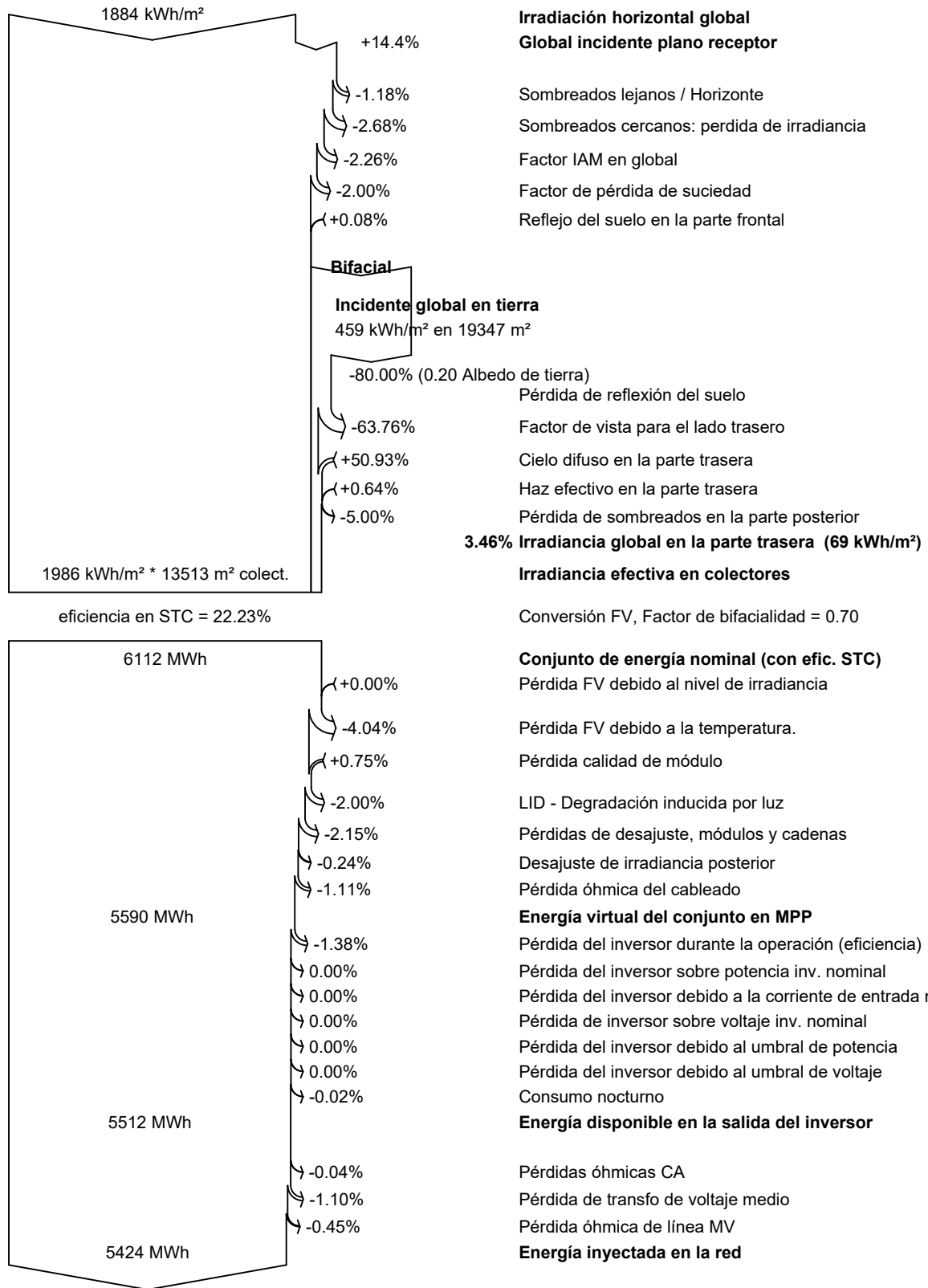


## PVsyst V7.4.8

VCW, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:37  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT12

## Sistema conectado a la red

---

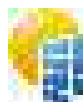
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT12\_2,9MW\_9,5m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2981 kWp

Pizarra - Spain



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT12\_2,9MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCX, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

4320 unidades  
2981 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

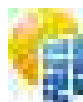
1 unidad  
3151 kWca  
0.946

### Resumen de resultados

Energía producida	5395.44 MWh/año	Producción específica	1810 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.02 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT12\_2,9MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCX, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimut 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.0 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 38.8 °  
GCR 69.8 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 288 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 69.8 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 38.8 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 4320 unidades  
Nominal (STC) 2981 kWp  
Módulos 144 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2759 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 2560 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2981 kWp  
Total 4320 módulos  
Área del módulo 13419 m²  
Área celular 12574 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 3151 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.95

##### Potencia total del inversor

Potencia total 3151 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.95

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 6.9 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

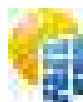
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCX, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.07 % en STC

**Inversor: FS3151KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 16190 m

Frac. de pérdida 0.69 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.94 MVA

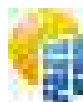
Iron Loss ( Conexión 24/24) 3.16 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 27.38 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.93 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.38 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCX, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:44  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

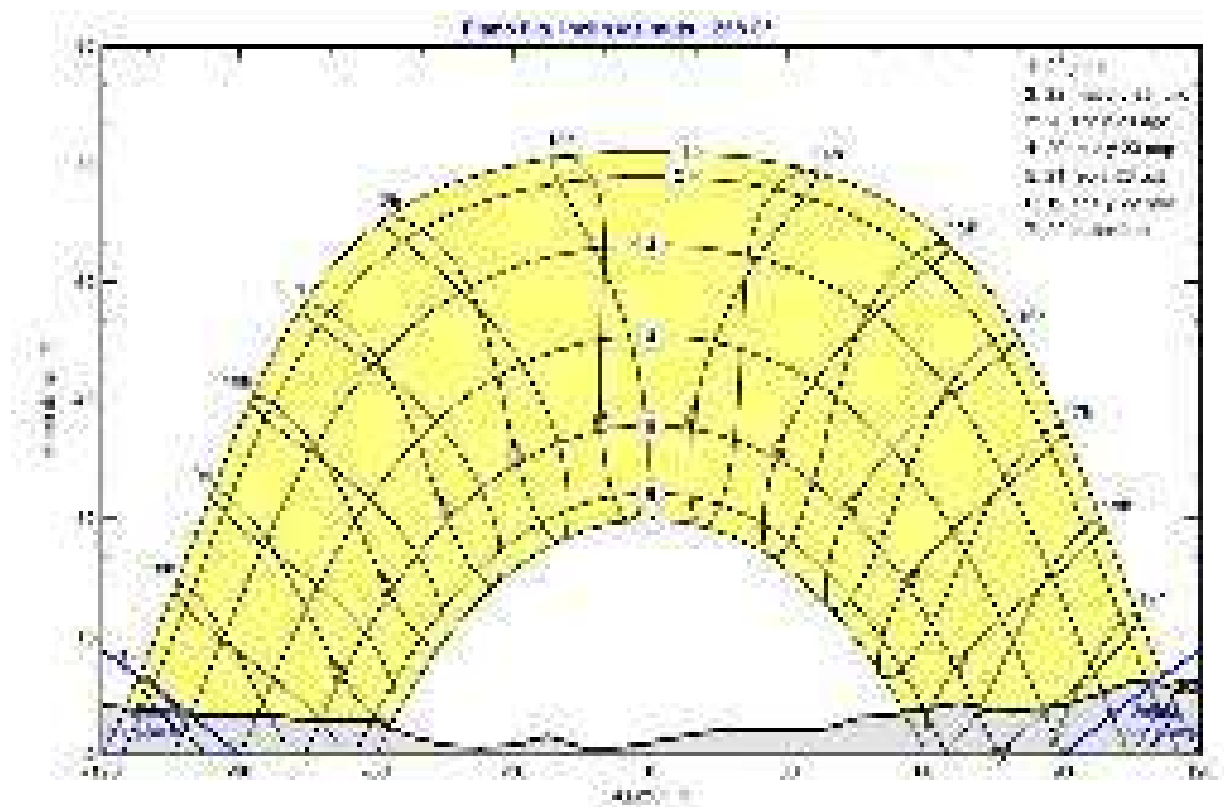
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'33", Long=-4°45'37", Alt=185m

Altura promedio	6.0 °	Factor Albedo	0.88
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

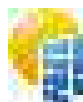
## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-83	-75	-60	-53
Altura [°]	10.3	10.3	9.9	9.9	6.9	6.1	6.1	5.7	5.3	5.0	5.0	4.2	4.2	2.3
Azimut [°]	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	38	45	53	60	68
Altura [°]	1.1	0.8	1.1	2.3	0.8	0.8	1.5	2.3	3.1	3.1	4.6	5.0	5.7	6.5
Azimut [°]	75	83	90	98	105	113	120	135	143	158	165	173	180	
Altura [°]	5.3	5.7	6.1	7.6	9.2	8.8	9.2	9.2	9.9	9.9	11.1	10.3	10.3	

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

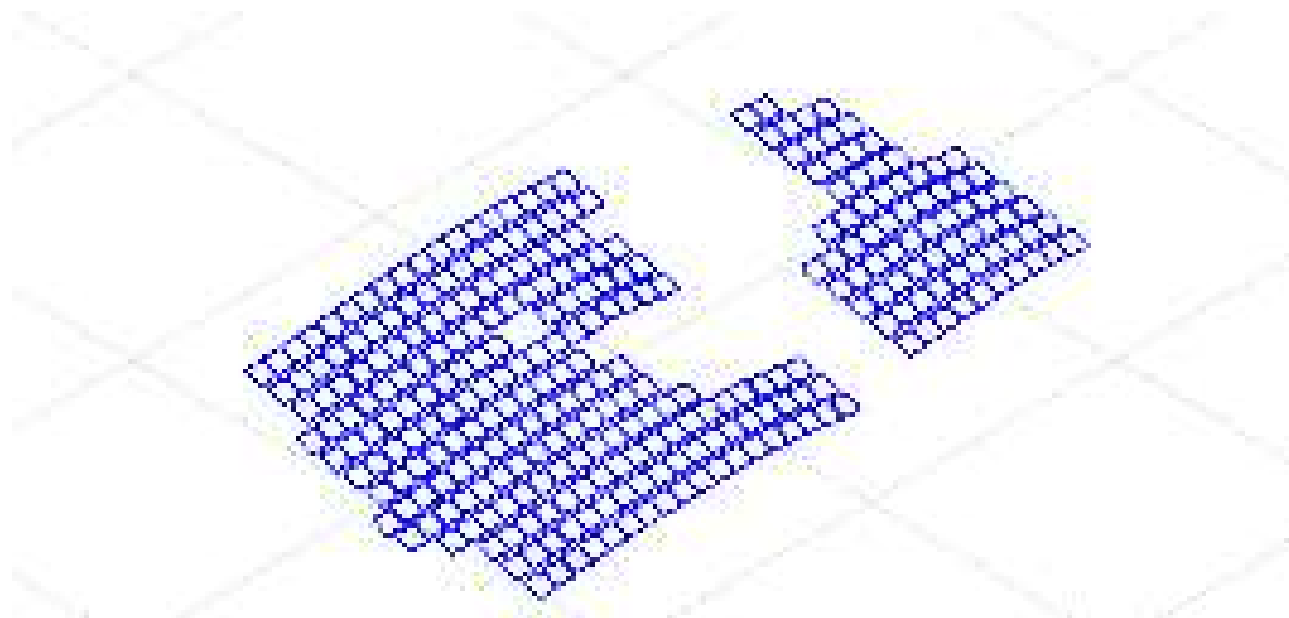






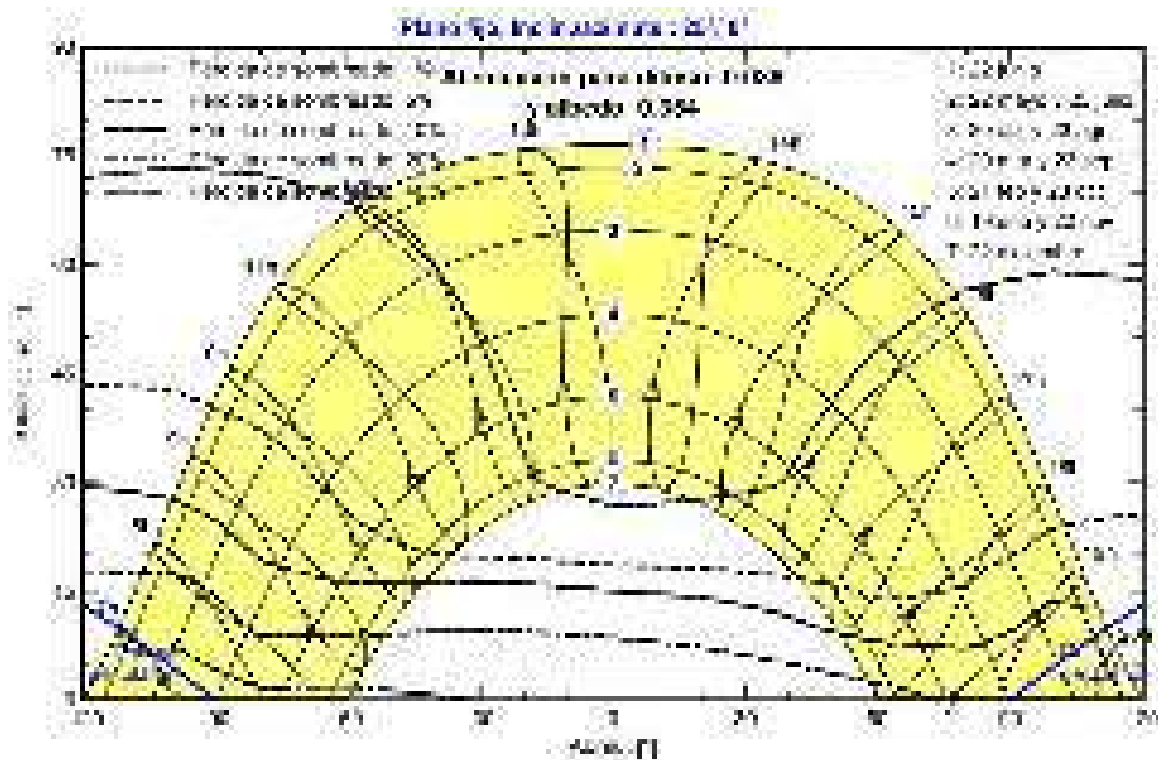
### Parámetro de sombreados cercanos

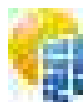
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT12\_2,9MW\_9,5m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCX, Fecha de simulación:

31/07/24 17:44

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

5395.44 MWh/año

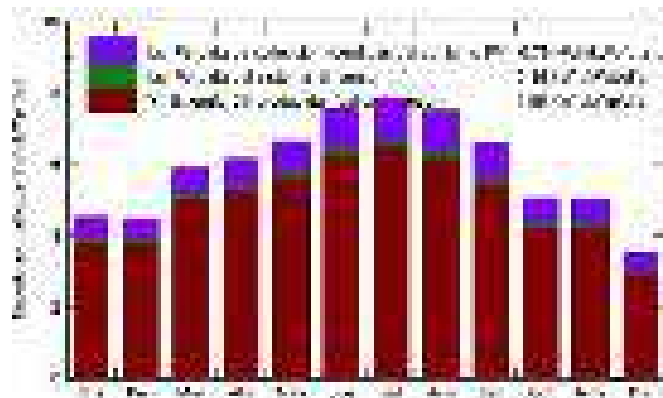
Producción específica

1810 kWh/kWp/año

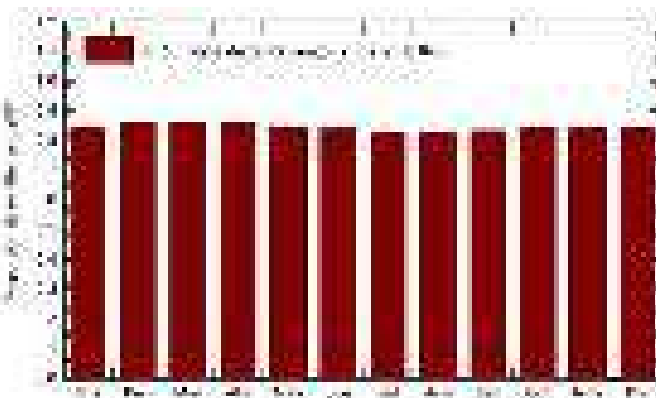
Proporción rend. PR

84.02 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	127.4	365.5	354.6	0.847
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	115.8	330.7	320.6	0.856
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	169.1	479.2	464.8	0.855
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	170.8	483.3	468.8	0.853
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	191.5	536.7	521.0	0.847
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	209.3	580.0	563.3	0.837
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	226.6	618.5	600.5	0.827
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	216.3	588.9	571.7	0.825
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	183.8	505.0	490.1	0.832
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	144.6	403.8	391.6	0.840
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	137.4	388.3	376.9	0.838
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	97.0	280.2	271.5	0.840
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1989.4	5560.1	5395.4	0.840

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

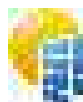
GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



## PVsyst V7.4.8

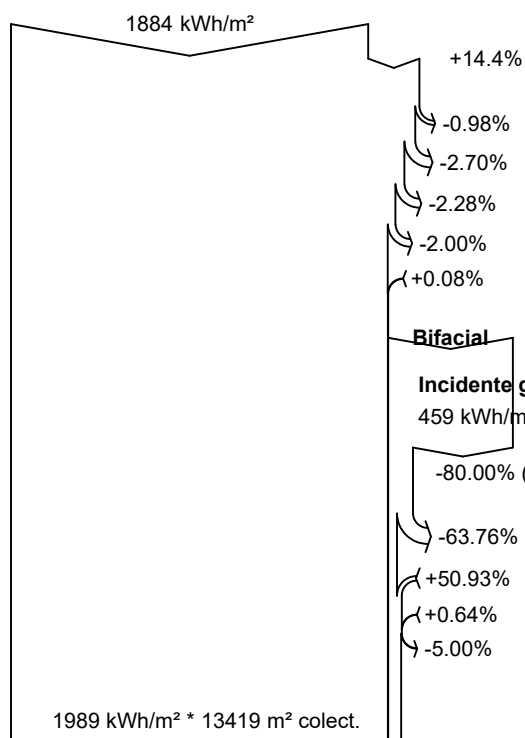
VCX, Fecha de simulación:

31/07/24 17:44

con V7.4.8

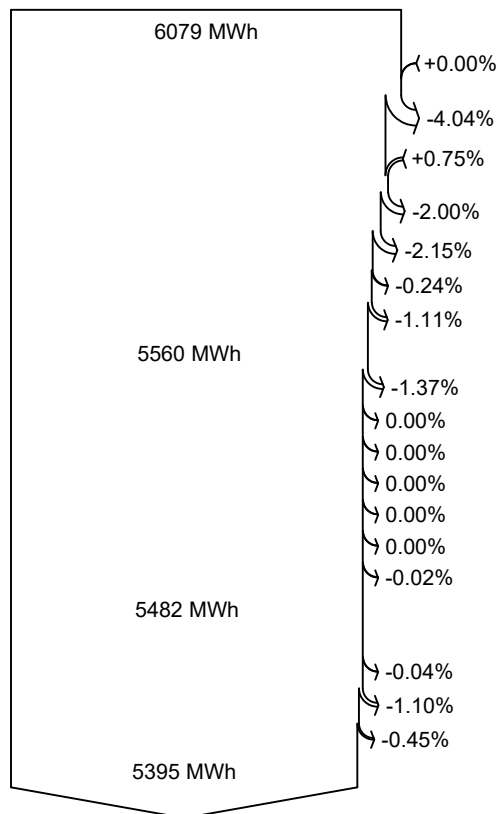
ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida



1989 kWh/m² \* 13419 m² colect.

eficiencia en STC = 22.23%



## Irradiación horizontal global

## Global incidente plano receptor

Sombreados lejanos / Horizonte

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor IAM en global

Factor de pérdida de suciedad

Reflejo del suelo en la parte frontal

## Bifacial

## Incidente global en tierra

459 kWh/m² en 19214 m²

-80.00% (0.20 Albedo de tierra)

Pérdida de reflexión del suelo

Factor de vista para el lado trasero

Cielo difuso en la parte trasera

Haz efectivo en la parte trasera

Pérdida de sombreados en la parte posterior

3.46% Irradiancia global en la parte trasera (69 kWh/m²)

## Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV, Factor de bifacialidad = 0.70

## Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Desajuste de irradiancia posterior

Pérdida óhmica del cableado

## Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

## Energía disponible en la salida del inversor

Pérdidas óhmicas CA

Pérdida de transfo de voltaje medio

Pérdida óhmica de línea MV

## Energía inyectada en la red



# PVsyst - Informe de simulación CT13

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT13\_2MW\_9,5m\_V23

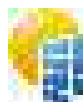
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2008 kWp

Pizarra - Spain

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT13\_2MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2910 unidades  
2008 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

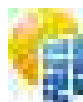
1 unidad  
2100 kWca  
0.956

### Resumen de resultados

Energía producida 3614.96 MWh/año Producción específica 1800 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 83.57 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT13\_2MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 7.0 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 38.8 °  
GCR 69.8 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 194 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 69.8 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 38.8 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2910 unidades  
Nominal (STC) 2008 kWp  
Módulos 97 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1858 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1725 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2008 kWp  
Total 2910 módulos  
Área del módulo 9039 m²  
Área celular 8470 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.96

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.96

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 10 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

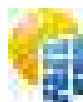
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VCY, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 1.98 MVA

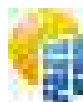
Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.12 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 18.63 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.94 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:50  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

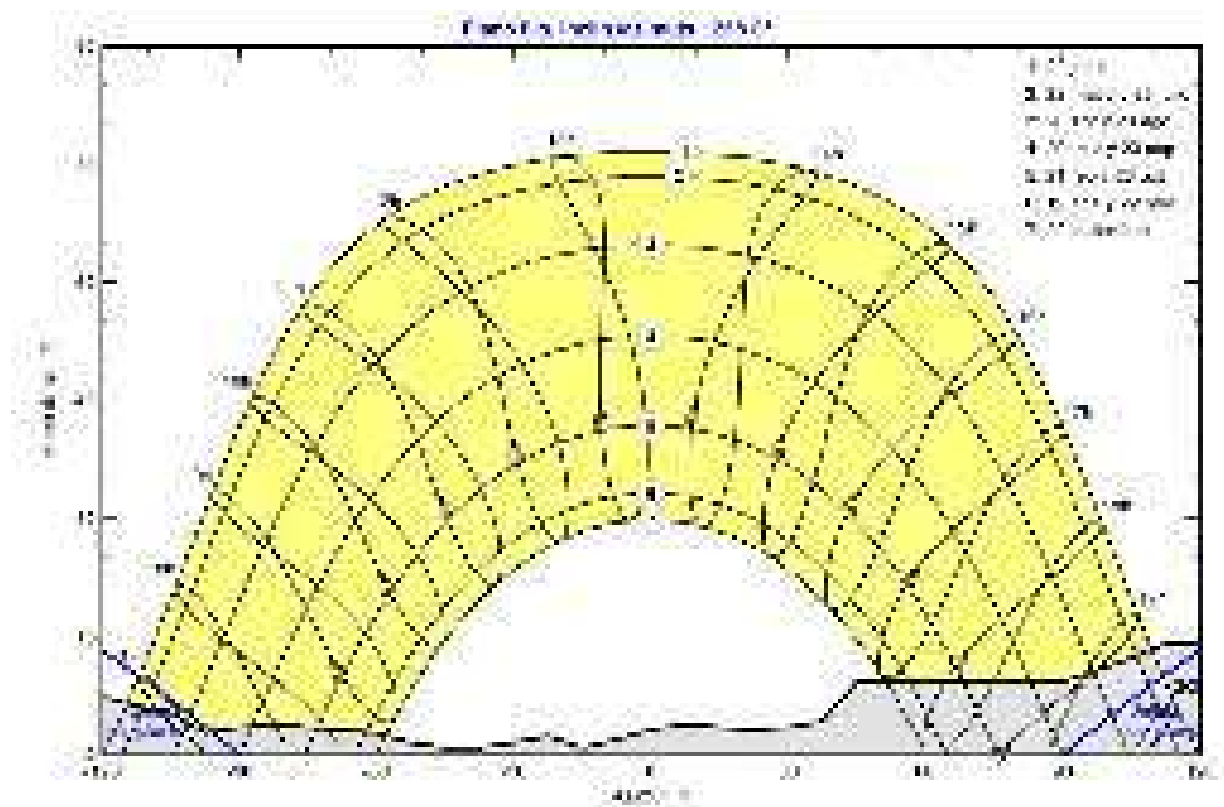
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'34", Long=-4°45'47", Alt=185m

Altura promedio	7.0 °	Factor Albedo	0.84
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-143	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75	-68
Altura [°]	8.4	11.1	11.1	9.2	9.2	7.6	7.3	6.1	5.3	2.7	3.4	3.8	3.4	3.1
Azimut [°]	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38
Altura [°]	2.7	1.5	0.8	0.8	1.5	2.3	0.8	1.9	3.1	3.8	3.4	3.1	3.4	4.2
Azimut [°]	45	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	9.2	9.2	10.7	12.2	14.1	14.1	13.8	13.0	11.8	11.5	9.5	9.5	8.4	8.4

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)







PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:

31/07/24 17:50

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

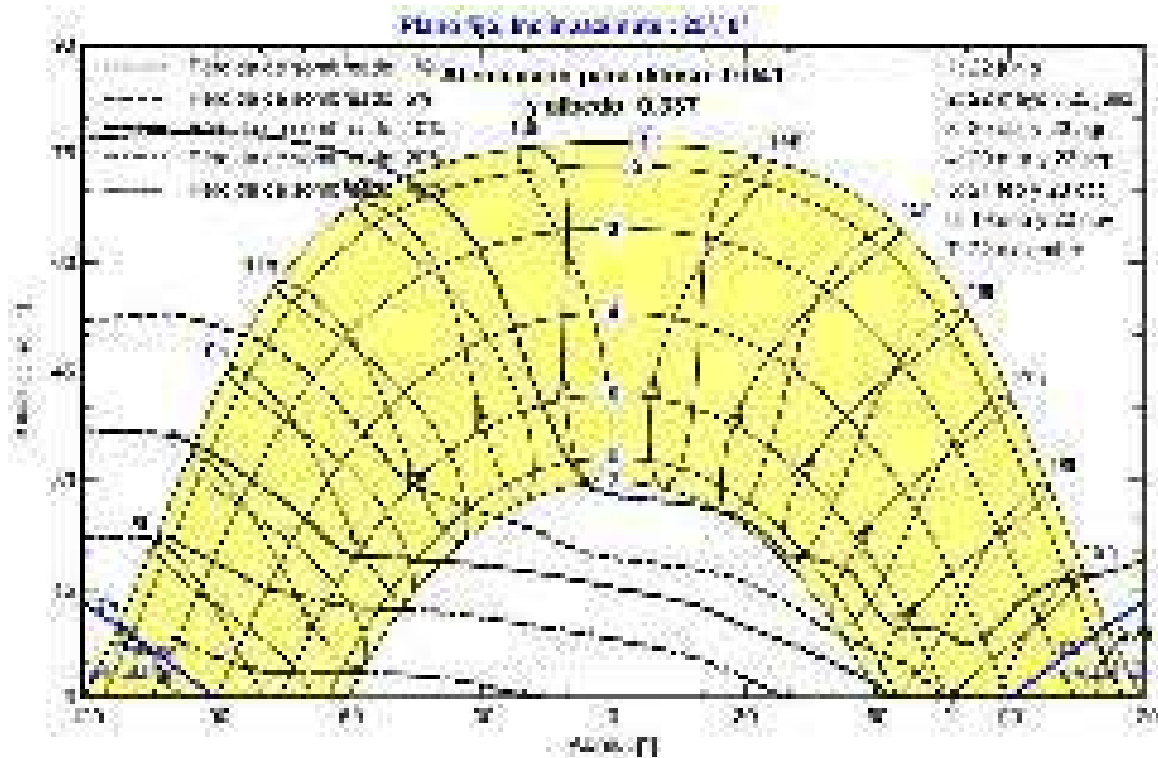
### Parámetro de sombreados cercanos

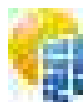
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT13\_2MW\_9,5m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:

31/07/24 17:50

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3614.96 MWh/año

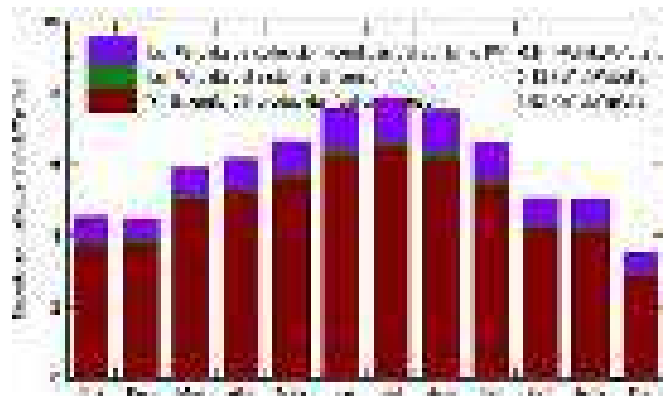
Producción específica

1800 kWh/kWp/año

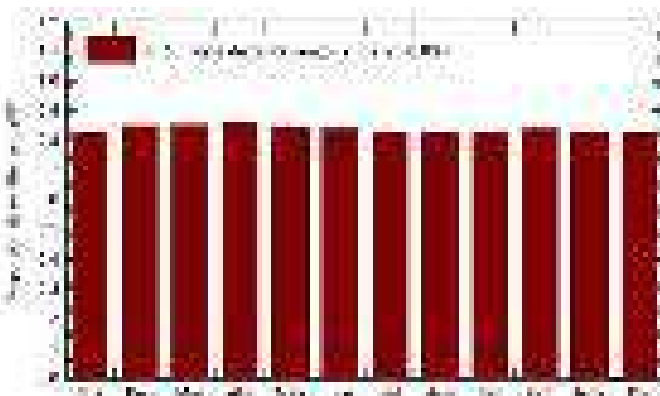
Proporción rend. PR

83.57 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	124.4	240.3	233.9	0.829
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	114.5	220.3	214.3	0.849
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	167.5	319.7	311.3	0.850
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	169.9	323.9	315.4	0.852
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	190.8	360.3	351.1	0.847
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	208.4	388.9	379.2	0.836
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	225.5	414.8	404.3	0.826
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	215.5	395.2	385.2	0.825
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	182.5	337.8	329.1	0.830
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	143.2	269.4	262.1	0.835
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	135.0	257.0	250.3	0.826
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	94.7	184.2	179.0	0.822
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1971.8	3711.8	3615.0	0.836

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



## PVsyst V7.4.8

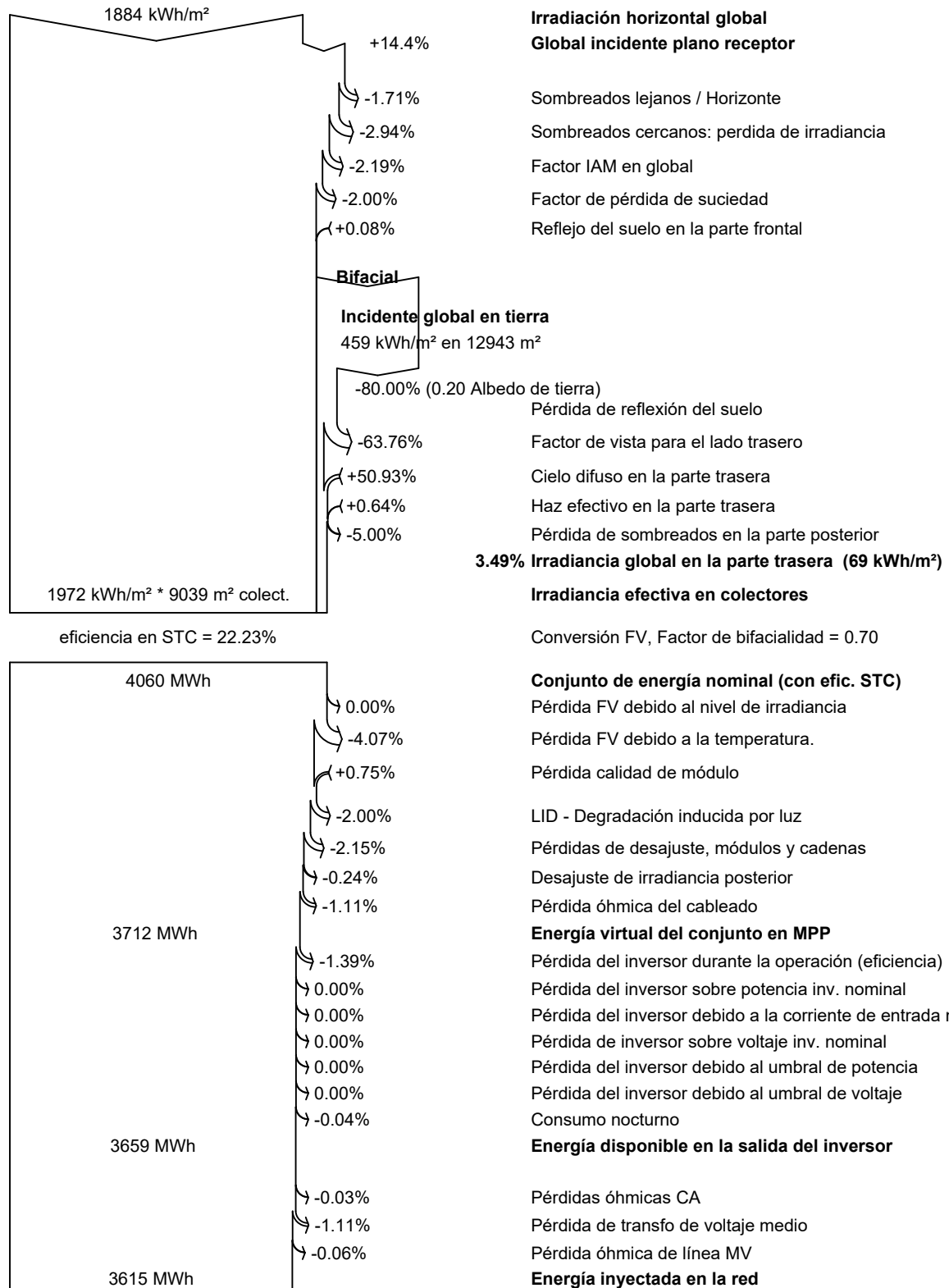
VCY, Fecha de simulación:

31/07/24 17:50

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





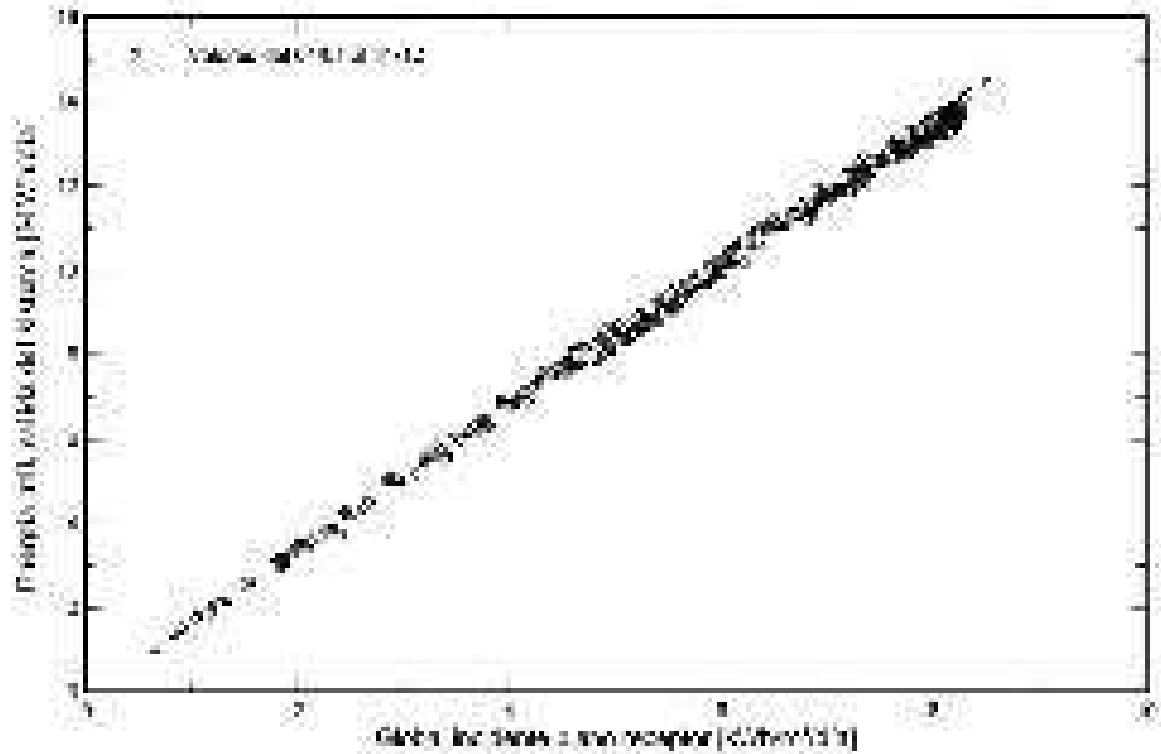
PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:50  
con V7.4.8

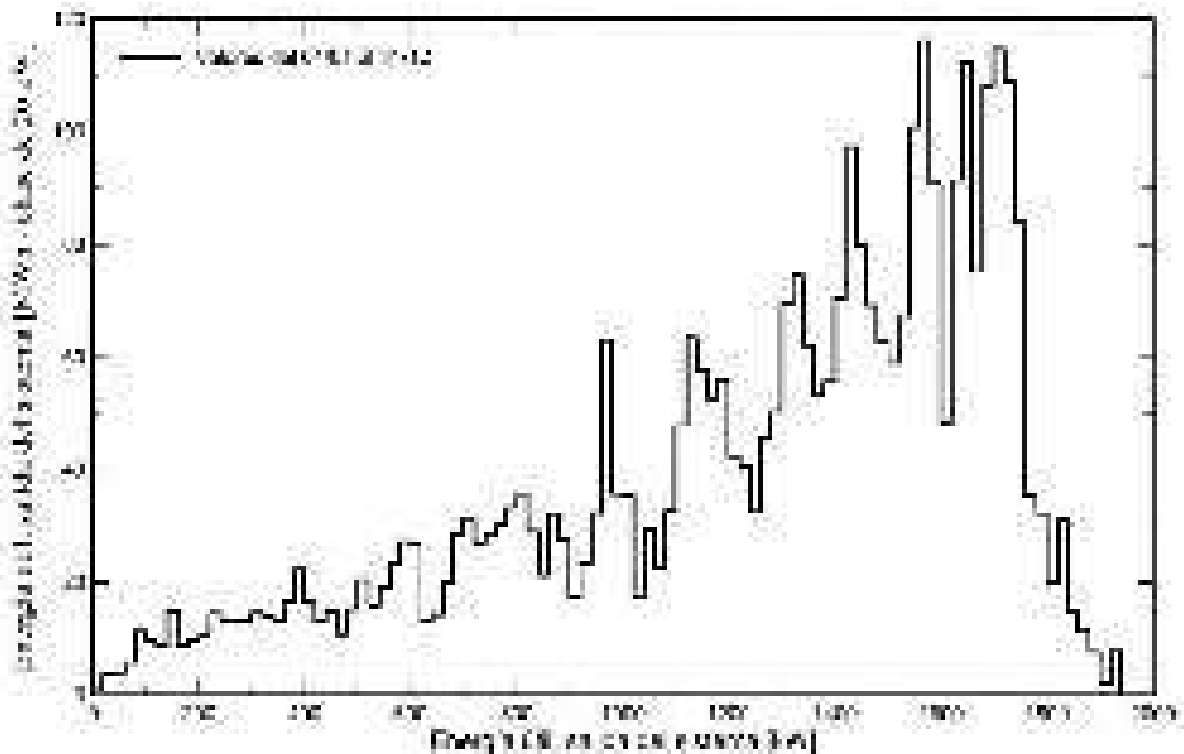
ER Ingenieria (Spain)

### Gráficos predefinidos

#### Diagrama entrada/salida diaria



#### Distribución de potencia de salida del sistema





PVsyst V7.4.8

VCY, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:50  
con V7.4.8

# Diagrama unifilar



Módulo PV	STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23W01
Inversor	FS2101KU_660V_20210422E_Preliminary
Cadena	30 x STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23W01

ESP\_GibraltarGalias\_2

ER Ingenieria (Spain)

VCY : ESP GibraltarGalias\_2 31x25 STP690S-D66/Vsh+\_1500V\_2384\_23W01 CT13\_2MW\_5,5m\_V23

31/07/24



# PVsyst - Informe de simulación CT14

## Sistema conectado a la red

---

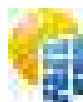
Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT14\_1,9MW\_9,5m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 1925 kWp

Pizarra - Spain



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT14\_1,9MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCZ, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2790 unidades  
1925 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

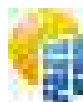
1 unidad  
2100 kWca  
0.917

### Resumen de resultados

Energía producida	3521.84 MWh/año	Producción específica	1829 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.91 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT14\_1,9MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VCZ, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 4.8 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 38.8 °  
GCR 69.8 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 186 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 69.8 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 38.8 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2790 unidades  
Nominal (STC) 1925 kWp  
Módulos 93 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1782 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1654 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 1925 kWp  
Total 2790 módulos  
Área del módulo 8667 m²  
Área celular 8121 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.92

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.92

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 11 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

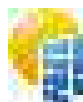
#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP



**PVsyst V7.4.8**

VCZ, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.04 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 1.90 MVA

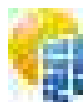
Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.12 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 17.13 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.90 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.08 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VCZ, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

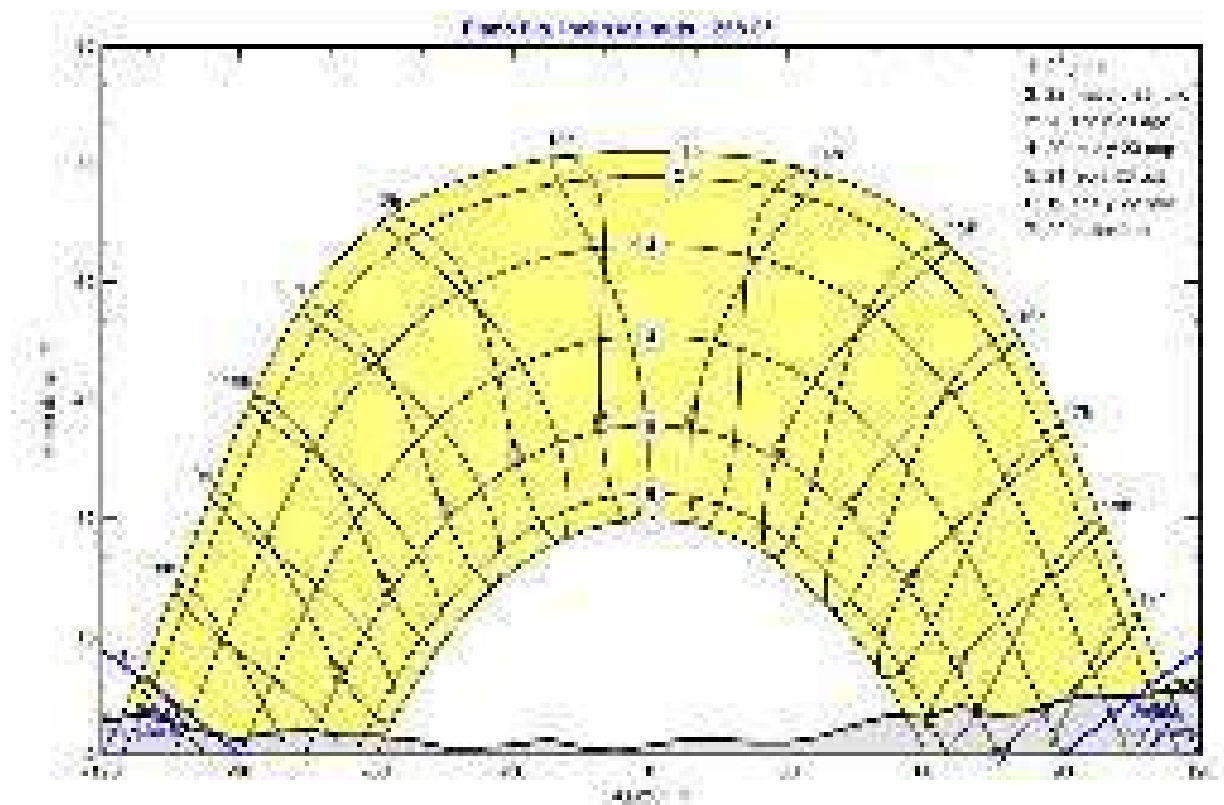
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'38", Long=-4°45'36", Alt=185m

Altura promedio	4.8 °	Factor Albedo	0.91
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75
Altura [°]	8.0	8.0	2.3	4.2	4.2	5.0	4.2	2.7	1.9	2.7	3.1
Azimut [°]	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8
Altura [°]	2.3	2.3	1.9	0.8	0.8	1.1	1.9	0.8	0.4	1.1	1.9
Azimut [°]	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90
Altura [°]	1.9	1.5	1.5	2.3	3.8	5.0	4.6	6.1	5.0	5.3	6.9
Azimut [°]	98	105	113	128	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	7.6	7.3	8.0	7.3	7.6	9.5	9.5	11.1	9.5	9.2	8.0

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



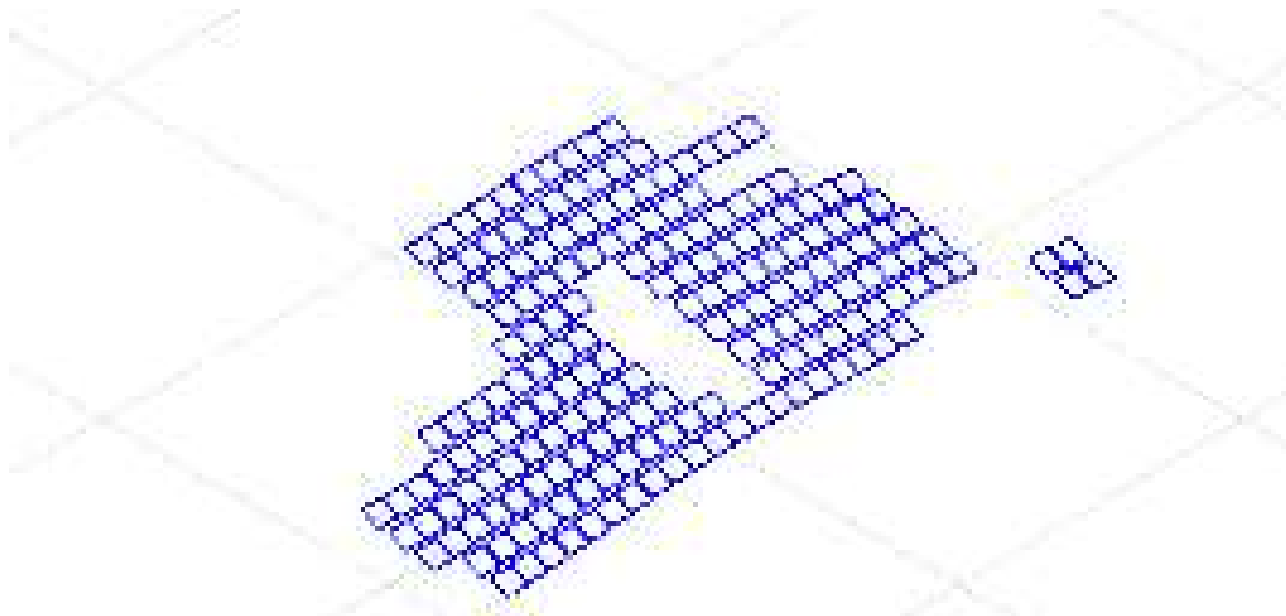
PVsyst V7.4.8

VCZ, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

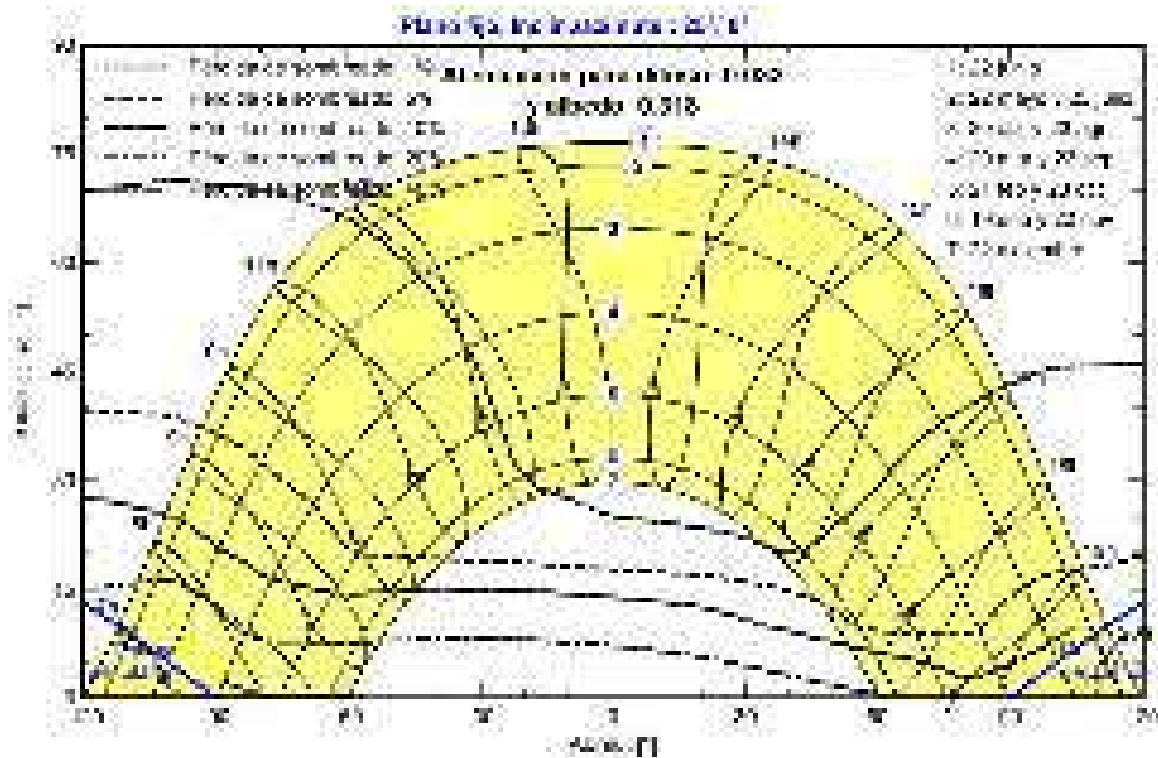
### Parámetro de sombreados cercanos

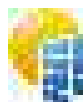
### Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

## Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT14\_1,9MW\_9,5m\_V23

PVsyst V7.4.8

VCZ, Fecha de simulación:

31/07/24 17:55

con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3521.84 MWh/año

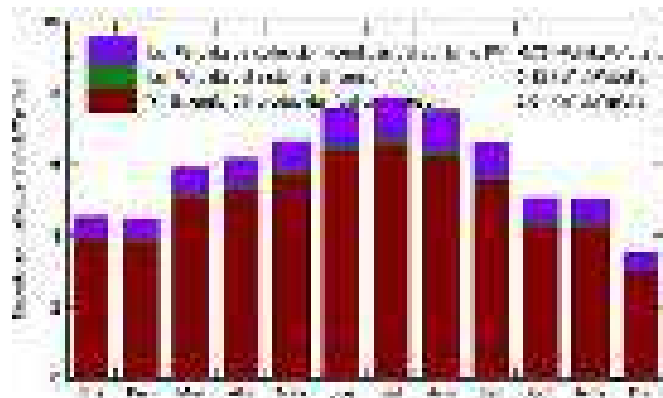
Producción específica

1829 kWh/kWp/año

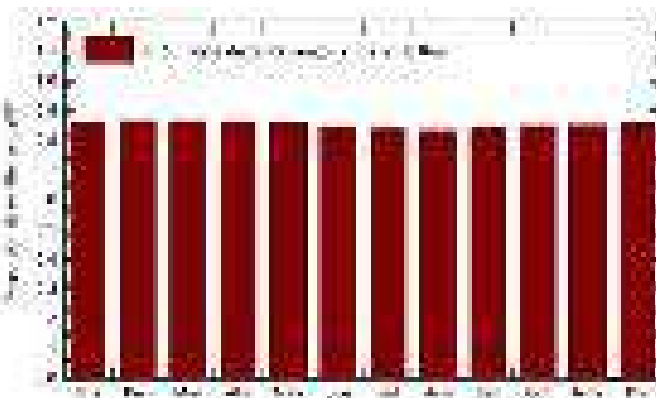
Proporción rend. PR

84.91 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	128.9	238.7	232.4	0.859
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	116.6	215.0	209.2	0.865
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	170.1	311.3	303.2	0.863
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	171.8	313.9	305.8	0.862
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	192.7	348.7	339.8	0.855
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	210.6	376.8	367.4	0.845
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	228.0	401.8	391.8	0.835
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	217.6	382.5	372.9	0.833
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	184.8	327.8	319.4	0.840
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	145.5	262.4	255.4	0.848
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	138.7	253.2	246.7	0.850
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	98.1	182.9	177.8	0.852
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	2003.3	3615.1	3521.8	0.849

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



## PVsyst V7.4.8

VCZ, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:55  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





# PVsyst - Informe de simulación CT15

Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT15\_2MW\_9,5m\_V23

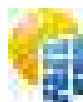
Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2029 kWp

Pizarra - Spain

**Autor**

ER Ingenieria (Spain)



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT15\_2MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VD0, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2940 unidades  
2029 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

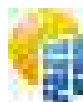
1 unidad  
2100 kWca  
0.966

### Resumen de resultados

Energía producida 3707.46 MWh/año Producción específica 1828 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 84.83 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT15\_2MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VDO, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 6.3 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho cobertizos 6.64 m  
Ángulo límite de perfil 38.8 °  
GCR 69.8 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 196 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho de colector 6.64 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 69.8 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 38.8 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2940 unidades  
Nominal (STC) 2029 kWp  
Módulos 98 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1878 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1743 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2029 kWp  
Total 2940 módulos  
Área del módulo 9133 m²  
Área celular 8557 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.97

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.97

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 10 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

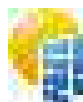
#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP



**PVsyst V7.4.8**

VD0, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.05 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.10 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 2.00 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.12 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 19.00 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.95 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.07 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VD0, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

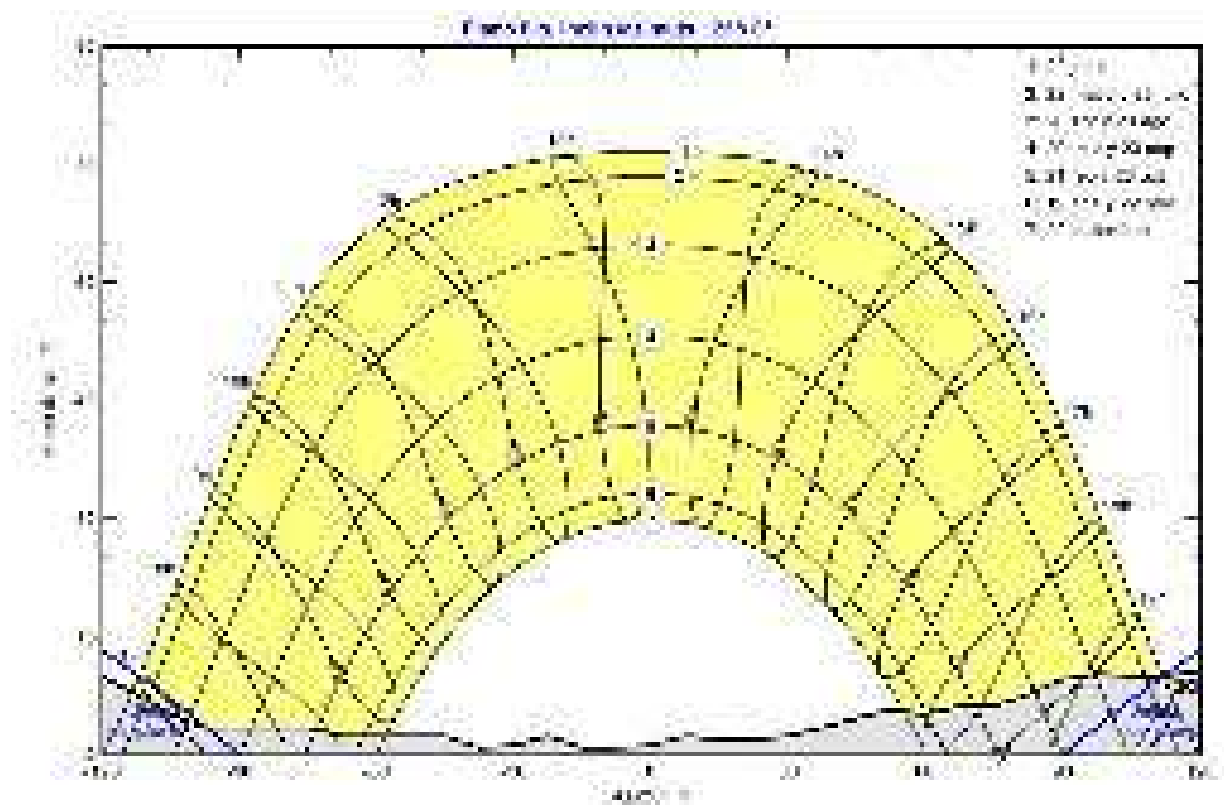
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'38", Long=-4°45'44", Alt=185m

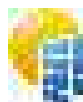
Altura promedio	6.3 °	Factor Albedo	0.89
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-143	-135	-120	-113	-105	-98	-75
Altura [°]	12.2	12.6	12.6	10.3	10.3	9.9	9.9	7.6	5.0	3.4	3.4
Azimut [°]	-68	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23
Altura [°]	2.3	2.3	0.8	1.1	2.3	0.8	0.8	1.1	2.3	1.9	1.9
Azimut [°]	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98	105
Altura [°]	2.3	3.4	4.6	5.7	5.0	6.1	6.1	7.6	9.5	10.3	9.9
Azimut [°]	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180	
Altura [°]	9.9	10.7	10.7	9.5	8.8	8.8	9.5	8.4	11.5	12.2	

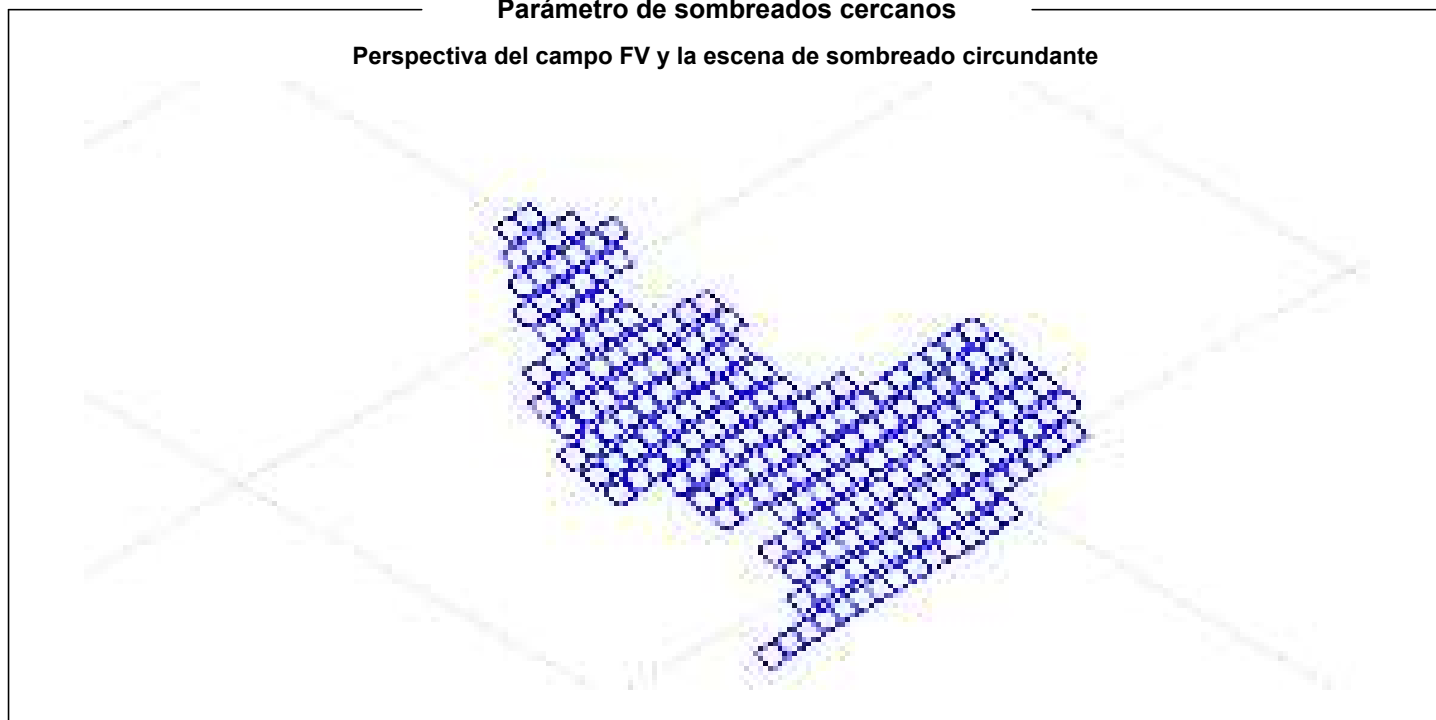
## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





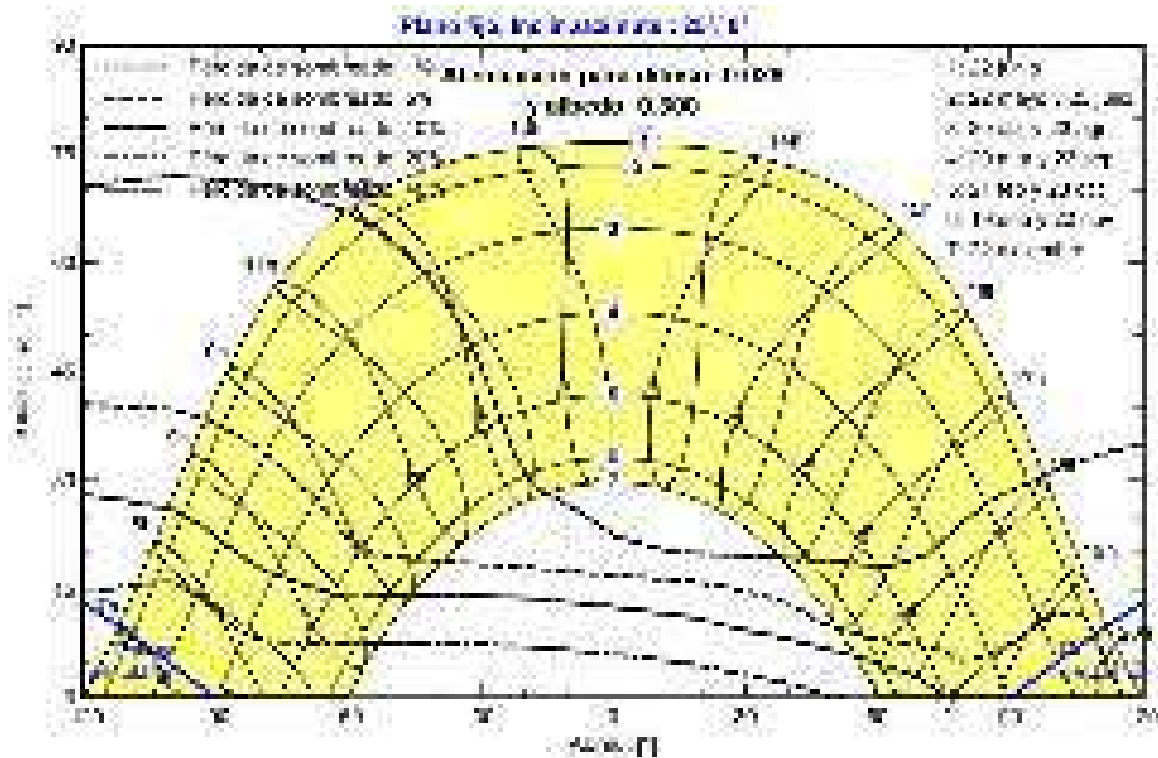
### Parámetro de sombreados cercanos

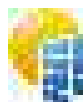
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT15\_2MW\_9,5m\_V23

PVsyst V7.4.8

VD0, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida

3707.46 MWh/año

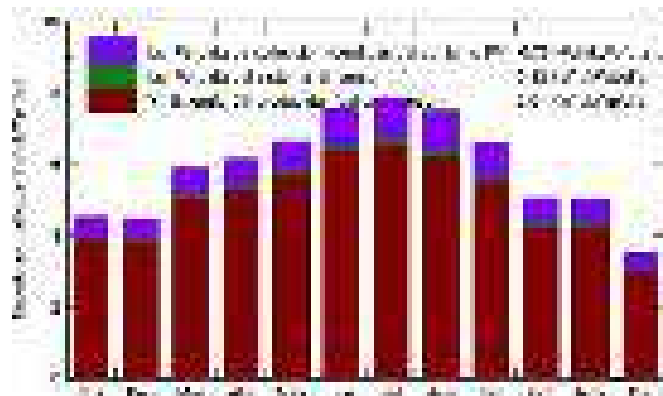
Producción específica

1828 kWh/kWp/año

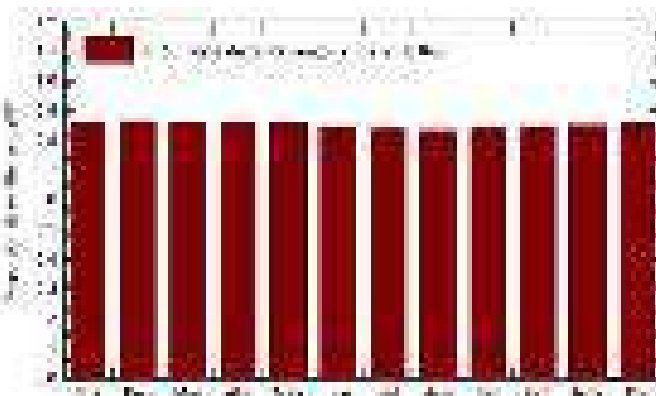
Proporción rend. PR

84.83 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	128.9	251.6	244.9	0.859
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	116.5	226.5	220.4	0.864
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	169.7	327.2	318.6	0.861
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	171.6	330.4	321.7	0.860
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	192.7	367.4	358.0	0.855
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	210.6	397.0	387.0	0.845
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	227.9	423.2	412.5	0.835
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	217.5	402.8	392.6	0.832
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	184.3	344.5	335.6	0.837
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	145.4	276.3	268.9	0.847
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	138.8	267.0	260.1	0.850
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	98.0	192.7	187.3	0.852
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	2002.0	3806.6	3707.5	0.848

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

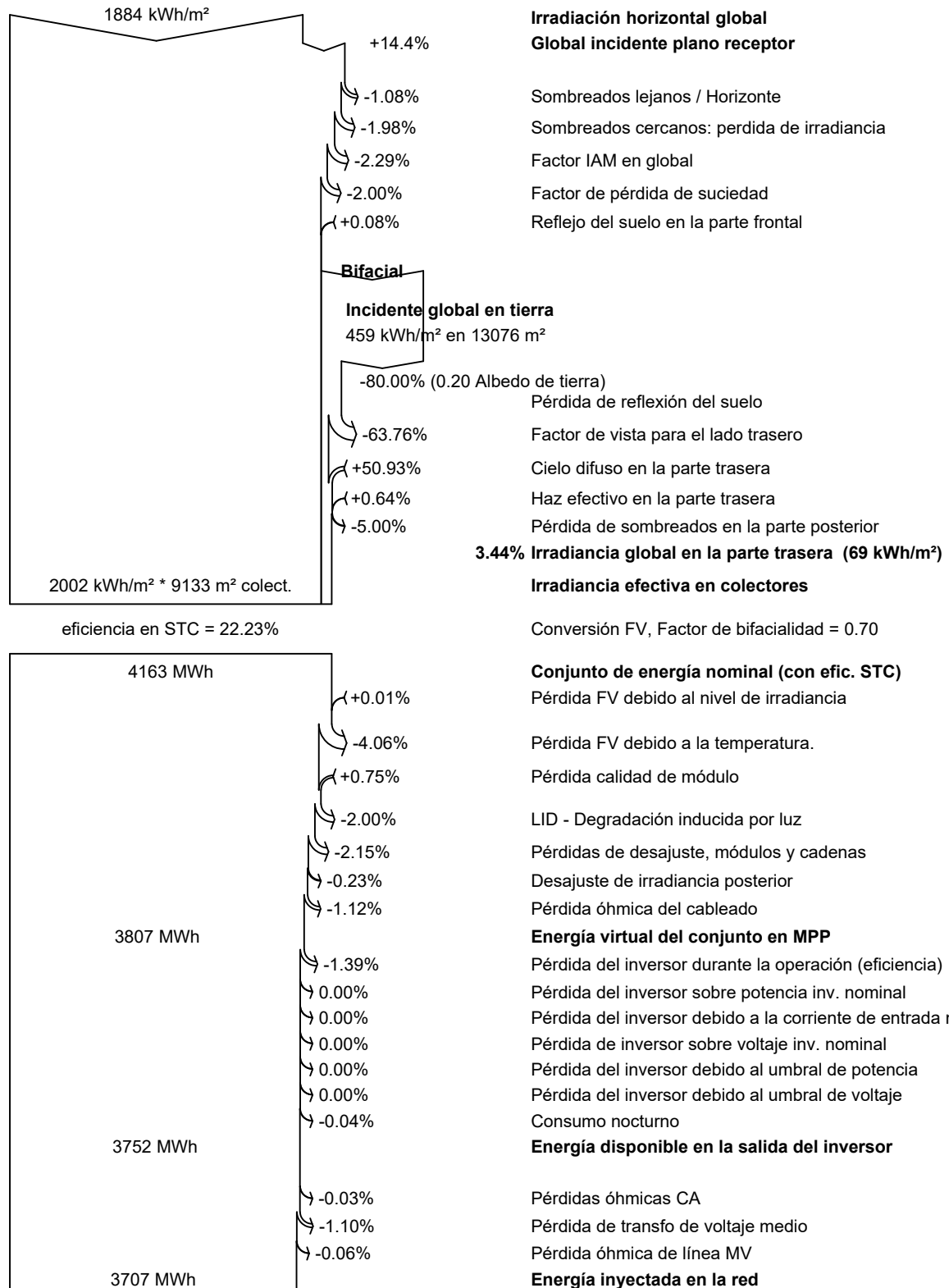


## PVsyst V7.4.8

VD0, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida





PVsyst V7.4.8

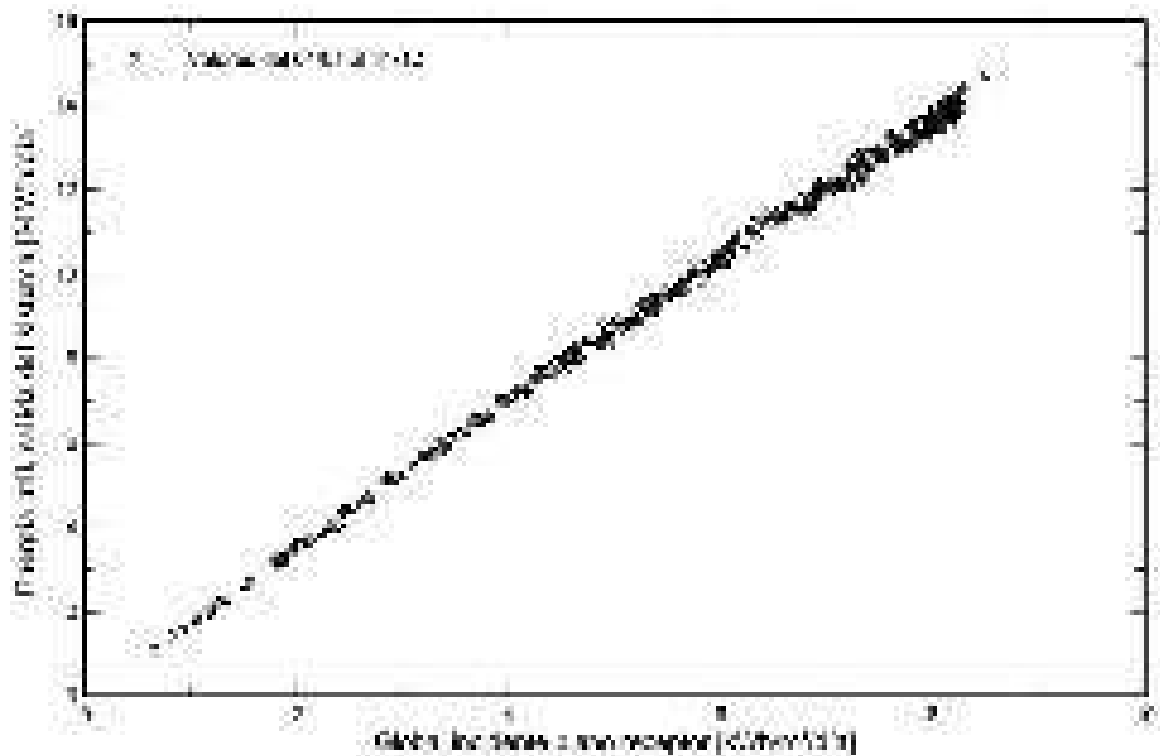
VD0, Fecha de simulación:

31/07/24 17:59

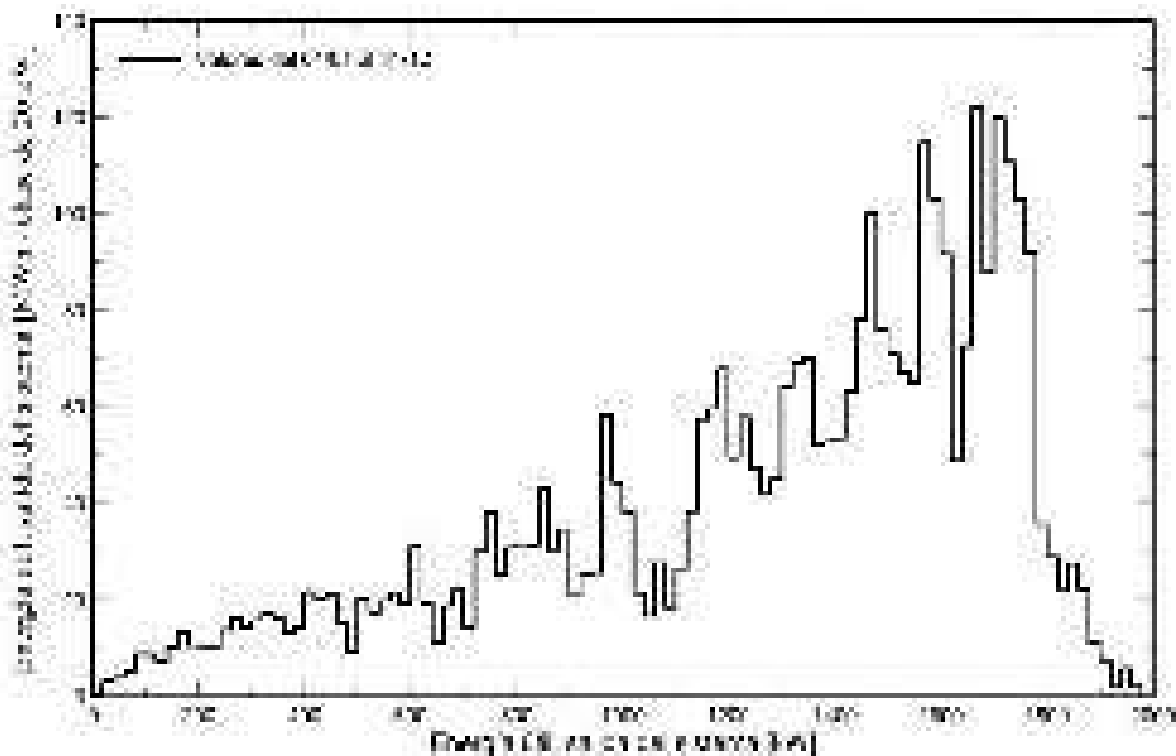
con V7.4.8

### Gráficos predefinidos

#### Diagrama entrada/salida diaria



#### Distribución de potencia de salida del sistema

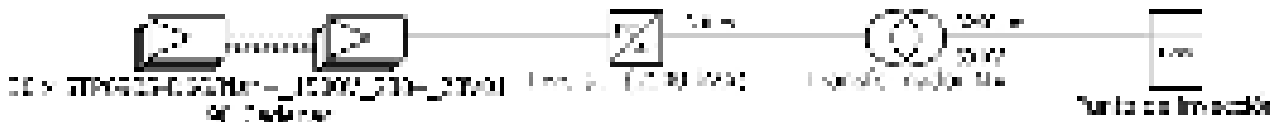




PVsyst V7.4.8

VD0, Fecha de simulación:  
31/07/24 17:59  
con V7.4.8

# Diagrama unifilar



Módulo PV	STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23W01
Inversor	FS2101KU_660V_20210422E_Preliminary
Cadena	30 x STP690S-D66/Vsh+_1500V_2384_23W01

ESP\_GibraltarGalias\_2

ER Ingenieria (Spain)

VD0 : ESP GibraltarGalias\_2 FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
0\_CT15\_2MW\_5,5m\_V23

31/07/24



# PVsyst - Informe de simulación CT16

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

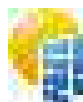
Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT16\_1,9MW\_9,5m\_V23

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 1946 kWp

Pizarra - Spain





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT16\_1,9MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Pizarra  
España

#### Situación

Latitud 36.80 °N  
Longitud -4.76 °W  
Altitud 185 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Pizarra  
PVGIS api TMY

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimut 25 / 0 °

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos  
Pnom total

2820 unidades  
1946 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades  
Pnom total  
Proporción Pnom

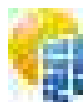
1 unidad  
2100 kWca  
0.927

### Resumen de resultados

Energía producida	3549.69 MWh/año	Producción específica	1824 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.68 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT16\_1,9MW\_9,5m\_V23

### PVsyst V7.4.8

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 25 / 0 °

###### Horizonte

Altura promedio 4.8 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho cobertizos 6.63 m  
Ángulo límite de perfil 38.8 °  
GCR 69.8 %  
Altura sobre el suelo 0.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 188 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 9.50 m  
Ancho de colector 6.63 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 69.8 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 38.8 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Suntech  
Modelo STP690S-D66/Nsh+\_1500V\_2384\_23V01  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 690 Wp  
Número de módulos FV 2820 unidades  
Nominal (STC) 1946 kWp  
Módulos 94 cadena x 30 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 1801 kWp  
U mpp 1078 V  
I mpp 1671 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 1946 kWp  
Total 2820 módulos  
Área del módulo 8760 m²  
Área celular 8208 m²

#### Inversor

Fabricante Power Electronics  
Modelo FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 934-1500 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 0.93

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Proporción Pnom 0.93

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 10 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### LID - Degradación Inducida por Luz

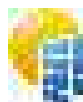
Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.4.8**

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

**Pérdidas del conjunto****Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.2 %

**Factor de pérdida IAM**

Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)

Parám. bo 0.05

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 660 Vca tri

Frac. de pérdida 0.04 % en STC

**Inversor: FS2101KU\_660V\_20210422E\_Preliminary**Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>

Longitud de los cables 8 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV

Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>

Longitud 3290 m

Frac. de pérdida 0.09 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 1.92 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 2.12 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.11 % en STC

Pérdida de cobre 17.49 kVA

Fracción de pérdida de cobre 0.91 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.07 mΩ



## PVsyst V7.4.8

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

## Definición del horizonte

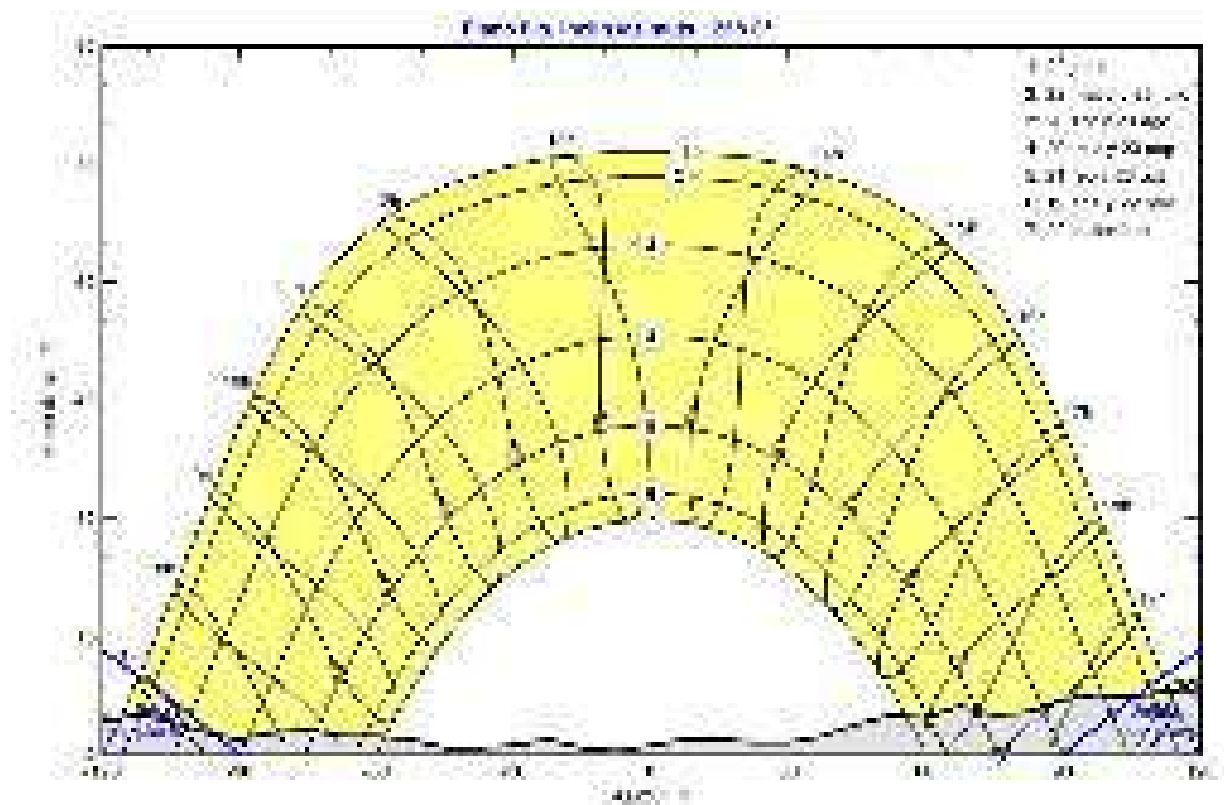
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°48'39", Long=-4°45'35", Alt=185m

Altura promedio	4.8 °	Factor Albedo	0.91
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

## Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75
Altura [°]	8.0	8.0	2.3	4.2	4.2	5.0	4.2	2.7	1.9	2.7	3.1
Azimut [°]	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8
Altura [°]	2.3	2.3	1.9	0.8	0.8	1.1	1.9	0.8	0.4	1.1	1.9
Azimut [°]	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90
Altura [°]	1.9	1.5	1.5	2.3	3.8	5.0	4.6	6.1	5.0	5.3	6.9
Azimut [°]	98	105	113	128	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	7.6	7.3	8.0	7.3	7.6	9.5	9.5	11.1	9.5	9.2	8.0

## Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





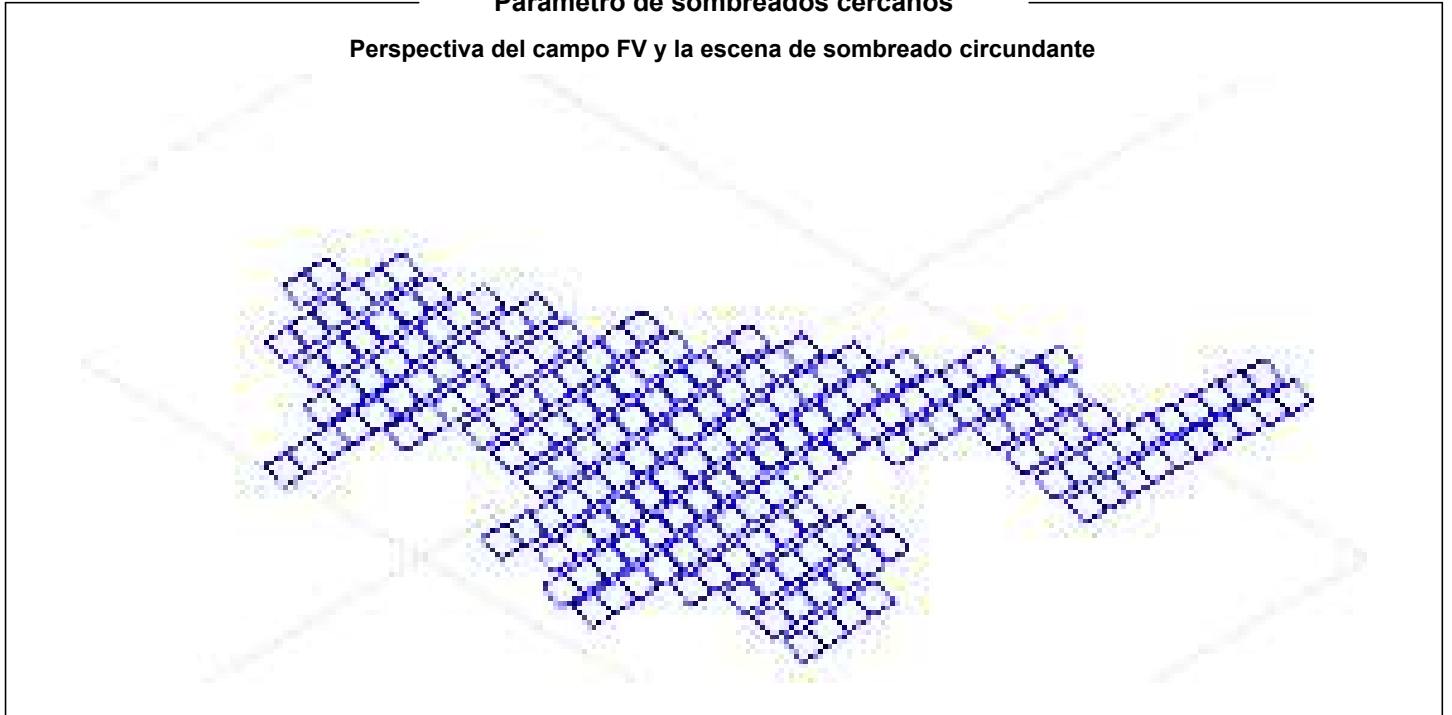
PVsyst V7.4.8

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

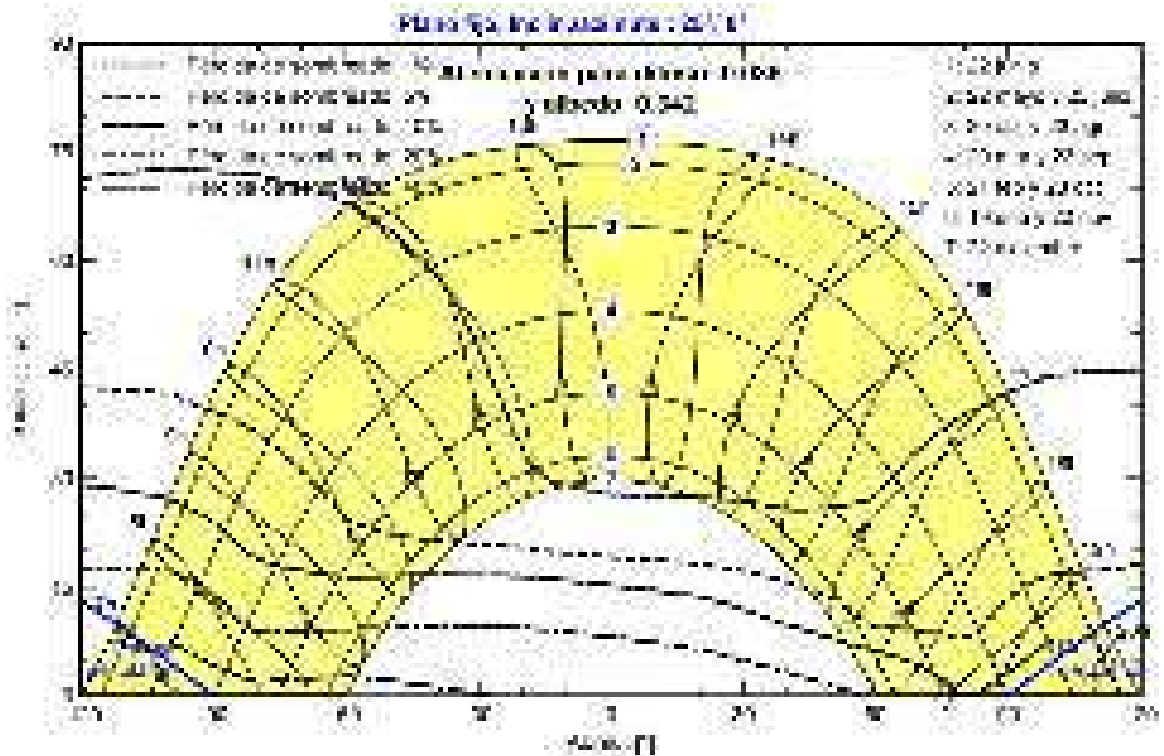
### Parámetro de sombreados cercanos

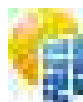
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





## Proyecto: ESP\_Gibralgalias\_2

Variante: ESP\_Gibralgalia\_2\_Fija25\_STP690\_CT16\_1,9MW\_9,5m\_V23

PVsyst V7.4.8

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

ER Ingenieria (Spain)

### Resultados principales

#### Producción del sistema

Energía producida 3549.69 MWh/año

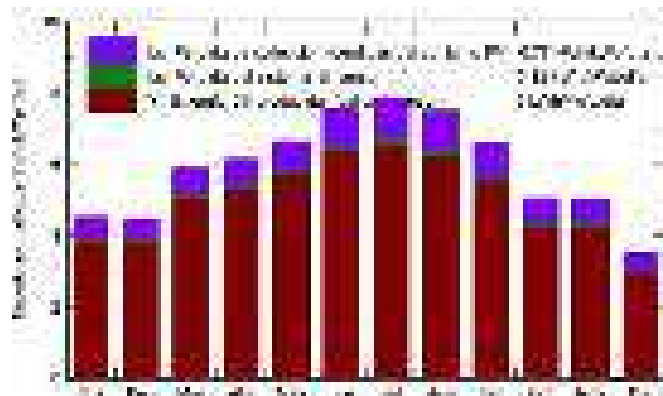
Producción específica

1824 kWh/kWp/año

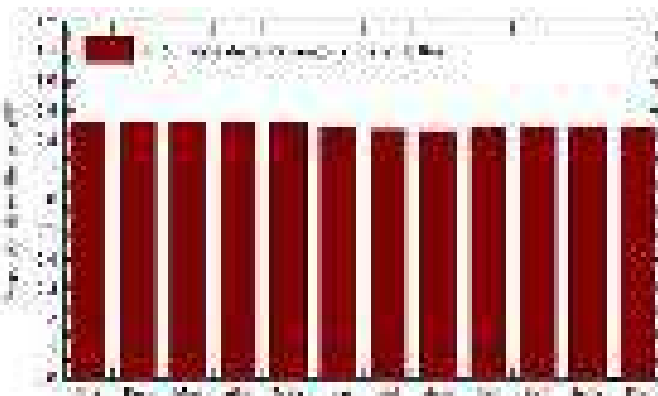
Proporción rend. PR

84.68 %

#### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



#### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	89.9	28.85	9.13	140.5	128.0	239.7	233.4	0.854
Febrero	93.7	36.13	10.73	125.7	116.2	216.7	210.8	0.862
Marzo	151.6	53.11	12.46	182.4	169.7	314.0	305.8	0.861
Abril	172.6	59.53	13.86	184.4	171.4	316.6	308.4	0.860
Mayo	207.5	70.23	18.69	206.4	192.3	351.8	342.8	0.854
Junio	236.1	66.47	22.30	225.8	210.2	380.2	370.7	0.844
Julio	250.1	60.46	25.07	243.6	227.6	405.5	395.3	0.834
Agosto	221.9	55.35	24.81	232.5	217.2	385.9	376.2	0.832
Septiembre	169.2	49.56	21.26	197.6	184.4	330.7	322.2	0.838
Octubre	121.7	42.96	17.04	156.4	145.2	264.6	257.6	0.846
Noviembre	99.3	30.50	13.63	150.8	138.1	254.7	248.2	0.846
Diciembre	70.5	31.17	10.92	108.4	97.3	183.5	178.4	0.846
Año	1884.0	584.33	16.70	2154.4	1997.6	3643.9	3549.7	0.847

#### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

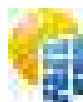
GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

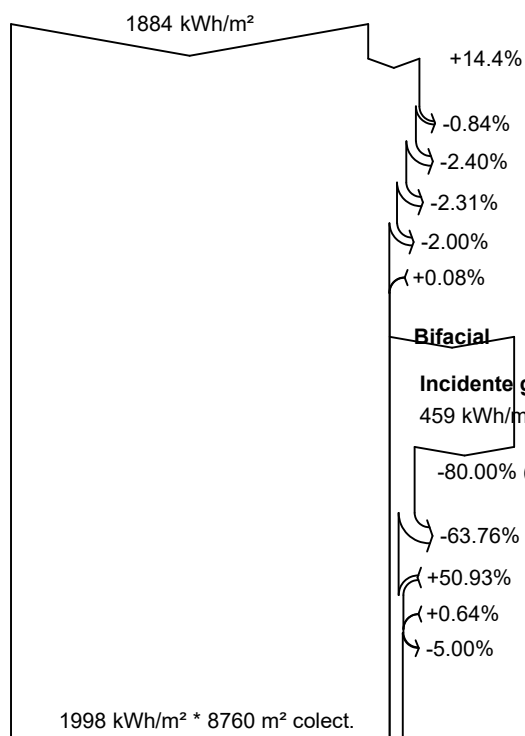


## PVsyst V7.4.8

VD1, Fecha de simulación:  
31/07/24 18:02  
con V7.4.8

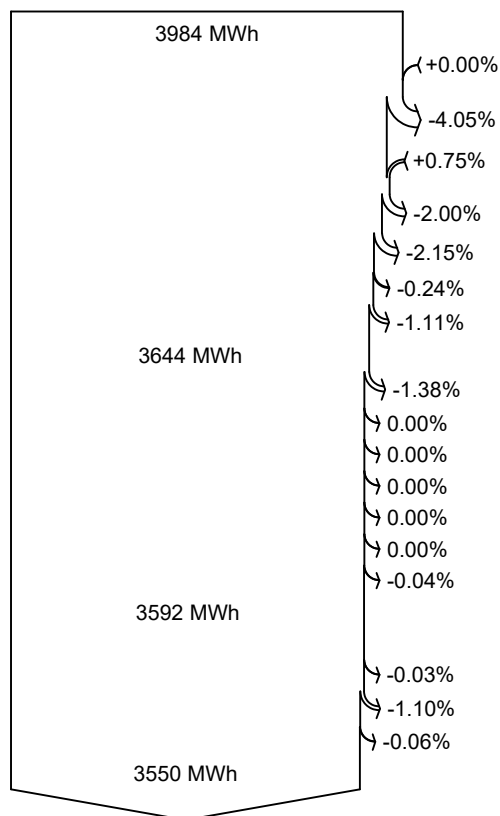
ER Ingenieria (Spain)

## Diagrama de pérdida



1998 kWh/m² \* 8760 m² colect.

eficiencia en STC = 22.23%



3644 MWh

3592 MWh

3550 MWh

## Irradiación horizontal global

## Global incidente plano receptor

Sombreados lejanos / Horizonte

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor IAM en global

Factor de pérdida de suciedad

Reflejo del suelo en la parte frontal

## Bifacial

## Incidente global en tierra

459 kWh/m² en 12542 m²

-80.00% (0.20 Albedo de tierra)

Pérdida de reflexión del suelo

Factor de vista para el lado trasero

Cielo difuso en la parte trasera

Haz efectivo en la parte trasera

Pérdida de sombreados en la parte posterior

3.44% Irradiancia global en la parte trasera (69 kWh/m²)

## Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV, Factor de bifacialidad = 0.70

## Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Desajuste de irradiancia posterior

Pérdida óhmica del cableado

## Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

## Energía disponible en la salida del inversor

Pérdidas óhmicas CA

Pérdida de transfo de voltaje medio

Pérdida óhmica de línea MV

## Energía inyectada en la red



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

2.2. ANEXO DE CALCULO DE  
MOVIMIENTO DE TIERRAS (CTIN).



DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINAS	FECHA
MEMORIA	24-043 rev 00	9	17/07/2024

## INFORME DE ASISTENCIA TÉCNICA EN INGENIERÍA CIVIL

### PROYECTO FOTOVOLTAICO:

### GIBRALGALÍA II:

### DISEÑO MOVIMIENTO DE TIERRAS

### Peticionario:



## Contenido

1 OBJETO .....	3
2 SERVICIOS .....	3
2.1 ESTUDIO DE MOVIMIENTO DE TIERRA .....	4
2.2 LISTADO DE ENTREGABLES .....	8
2.3 CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES .....	8
ANEJO DE CÁLCULO: .....	9
DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL CÁLCULO .....	9

## 1 OBJETO

El siguiente documento tiene por objeto describir los servicios de asistencia técnica en, topografía, delineación e ingeniería civil solicitados por la empresa RENOVALIA ALORA S.L.U., para la realización de labores de asistencia especializada en la planta fotovoltaica: GIBRALGALÍA II, en concreto se trata del DISEÑO DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

CTIN tiene dilatada experiencia en la prestación de servicios de asistencia técnica, y dispone de personal cualificado para poner a disposición del trabajo.

## 2 SERVICIOS

Los servicios ofertados se describen como Topografía, delineación y labores de Ingeniería técnica para resolver los encargos solicitados por el cliente. Las labores se han realizado en las instalaciones de CTIN.

**EL OBJETO DEL ENCARGO ES UN DISEÑO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS, QUE GENERE UN MODELO DIGITAL DE TERRENO EN EL QUE LAS MESAS SE PUEDAN INSTALAR CUMPLIENDO LOS REQUISITOS DEL ENCARGO, A SABER:**

- *Pendientes máximas:*

- ✓ N-S – 20%
- ✓ E-O – 20% Y 25%

*Adicionalmente, se ha usado el criterio de tolerancia Rugosidad del Terreno, relacionado con el extracurso de hincas. Se ha optimizado para una disminución del volumen de excavación.*

- *Rugosidad terreno / tolerancia en altura*

- ✓ *Altura MÁXIMA del terreno sobre la rasante calculada: 0.1m.*
- ✓ *Altura MÍNIMA del terreno sobre la rasante calculada: -0.1m.*

Para la elaboración de los encargos se han usado de manera diligente programas y software especializados, como CIVIL 3D y algoritmos de cálculo desarrollados por CTIN.

**Las premisas y datos de partida usados en el cálculo han sido las siguientes:**

**1.- Estudio topográfico realizado en base a vuelos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.**

**2.- Layout General: 240603-Planta General\_Gib2\_V23.dwg**

**OBJETO DEL ENCARGO:** El encargo tiene por objeto conseguir un diseño de movimiento de tierras y además, se calcule la cantidad de excavación y terraplén necesaria para ejecutar la planta. El estudio arroja unos valores que servirán para el futuro diseño de ejecución.

#### **1.- Diseño de movimientos de tierras adaptativo a cada unidad de Estructura.**

En éste tipo de diseños, se optimiza el movimiento de tierras, el criterio de cálculo es obtener el mínimo movimiento de tierras necesario para conseguir una rasante recta que permita la instalación de la estructura portante de módulos. La tolerancia usada como premisa ha sido la solicitada en el encargo: +/-10 cm.

#### **2.- Eliminación de pendientes excesivas (Norte-Sur:20% y Este-oeste25%).**

Una vez realizado el cálculo de la rasante del terreno en la longitud de la estructura, ésta debe ser tal que no supere los condicionantes descritos.

### **2.1 ESTUDIO DE MOVIMIENTO DE TIERRA**

Para la realización de un movimiento de tierras, CTIN dispone de un algoritmo de cálculo que realiza un cálculo semiautomático del movimiento de tierras.

#### **2.1.1- PASO PREVIO – CUSTOMIZACIÓN DEL CÁLCULO**

Se genera un estilo de estructura sobre la que realizar el cálculo. EN ÉSTE CASO SE HA REALIZADO UN PERFIL DE ESTRUCTURA.

#### **2.1.2-COORDENADAS DE LOS PUNTOS SINGULARES**

Sobre el layout se generan los datos (coordenadas xyz singulares de las estructuras), para introducirlos en el algoritmo de cálculo. En este caso se ha dividido el eje del Mesa en 4 puntos de estudio por dos filas de estudio.

#### **2.1.3-PROCESO DE CÁLCULO**

El algoritmo devuelve unas coordenadas xyz para cada uno de los puntos introducidos, con dos posibilidades (El algoritmo puede calcular gran número de Mesas a la vez):

- 3.1- Mesas que no necesiten movimiento de tierras para ser instalados. XYZ iguales que las iniciales.
- 3.2- Mesas que NECESITEN movimiento de tierras para ser instalados. XYZ distintas de las iniciales.

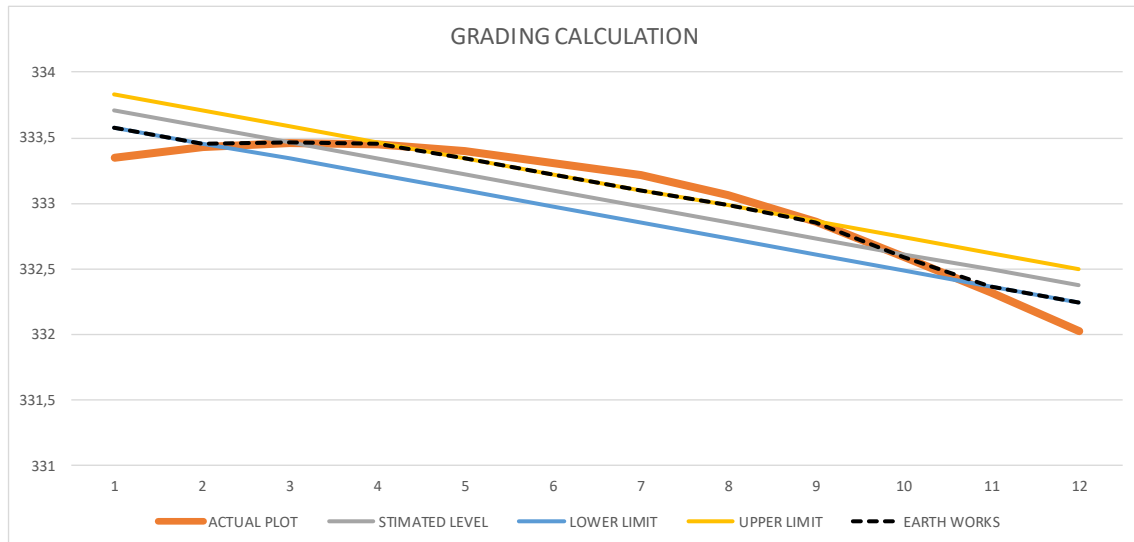
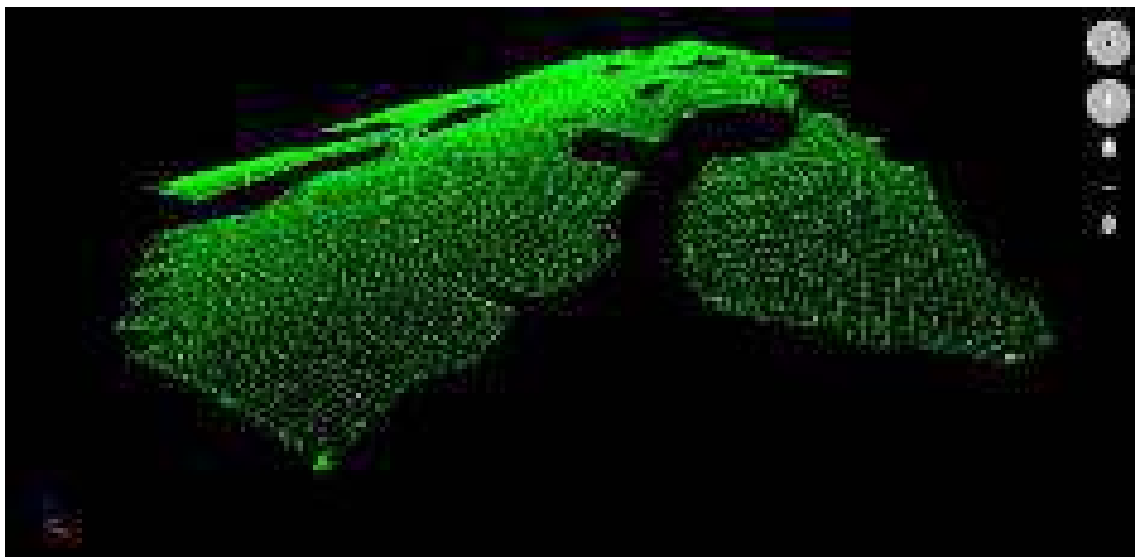
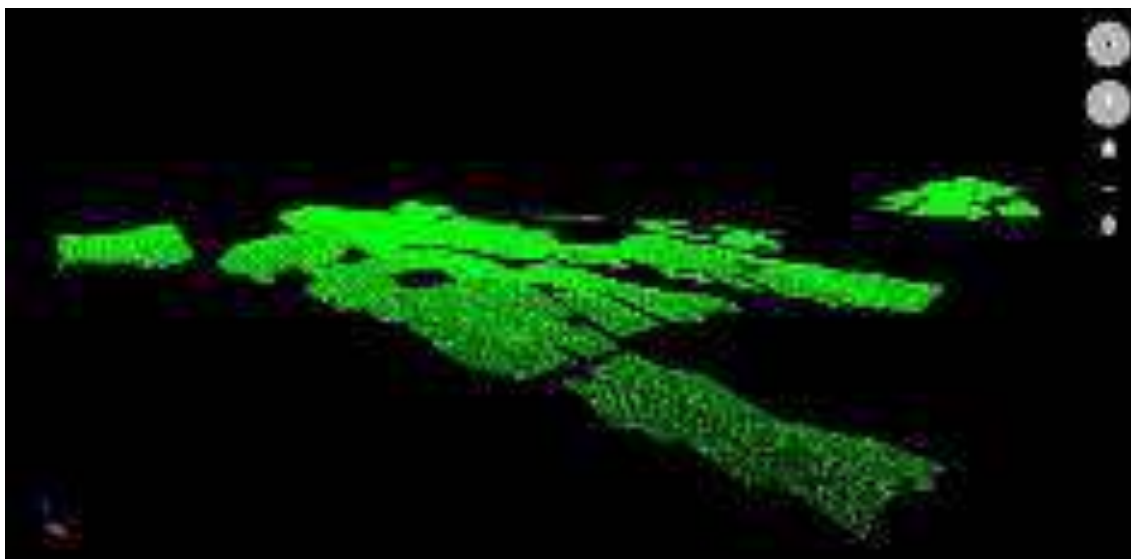


Imagen 1: Ejemplo cálculo unitario.

#### 2.1.4-PROCESADO Y USO DE LOS DATOS DE CÁLCULO

Una vez obtenidas las coordenadas del terreno modificado se genera una superficie de diseño, esta superficie se compara con el terreno inicial para obtener los valores de excavación y relleno.





Imágenes 2 y 3: Superficie de diseño generada para GIBRALGALÍA 1.

#### 2.1.5- COMPROBACIONES

Se realizan varias comprobaciones hasta conseguir el modelo deseado.

La primera comprobación, la realiza el programa de cálculo, de manera matemática y gráfica, donde se detalla el perfil longitudinal de cada estructura calculada.

La segunda comprobación es gráfica, sobre el Layout de la planta. Se analizan los posibles saltos entre un seguidor y el contiguo al este. La alineación óptima para un mínimo movimiento de tierras puede concluir en que la alineación esté a una cota más alta que su inmediatamente contiguo. En este caso, se ajustan para que el salto no sea mayor de 2cm.

La última comprobación a realizar es la relativa a las pendientes. Se realiza de manera gráfica. Se ha realizado una comprobación de la pendiente E-O de cada mesa. El total de las pendientes, tanto de la estructura, como la generada con los contiguos al Este y al Oeste, se comprueba que cumple con los criterios de diseño.

-6,21	-1,26
-3,12	-1,72

2,78	4,38	2,5	3,1
-3,28	-5,42	-3,24	-3,3

19,23	19,04	19,2	19,02	17,73
19,06	19,02	19,25	19,04	19,25
19,09	19,04	19,2	19,2	18,67

## 2.2 LISTADO DE ENTREGABLES

- Memoria.

- Modelos Digitales del terreno

- Modelo Digital del terreno original recibido.
- Modelo Digital del terreno calculado (PV\_AREA).
- Modelo Digital del terreno nominal.

-Planos en PDF y CAD

- VOLÚMENES DE OBRA CIVIL
- COMPROBACIÓN DE PENDIENTES E-O
- COMPROBACIÓN DE PENDIENTES N-S

## 2.3 CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES

**El diseño del movimiento de tierras es un proceso iterativo, que ha de alinear los concionantes de la estructura, el terreno disponible y el coste económico de la obra civil.**

A su vez, puede requerir iteraciones para conjugar su diseño con el drenaje de la planta.

Las conclusiones, además de los volúmenes expresados en los planos, son las siguientes:

- 1.- Las zonas con pendientes E/O muy por encima de tolerancia que penalizaban enormemente el proyecto fueron eliminadas de los layouts en fases anteriores.
- 2.- Las potencias de desmontes en área de módulos están en un alto porcentaje en un rango inferior a 20cm, y se encuentran dispersas, por lo que se recomienda realizar el movimiento de tierras con maquinaria guiada por GPS.
- 3.- Hay potencias de desmontes importantes en la zona de la Subestación, se recomienda tener en cuenta el estudio geotécnico y valorar posibles sobrecostes por excavación en roca.

Murcia a 17 de julio de 2024

Aceptación

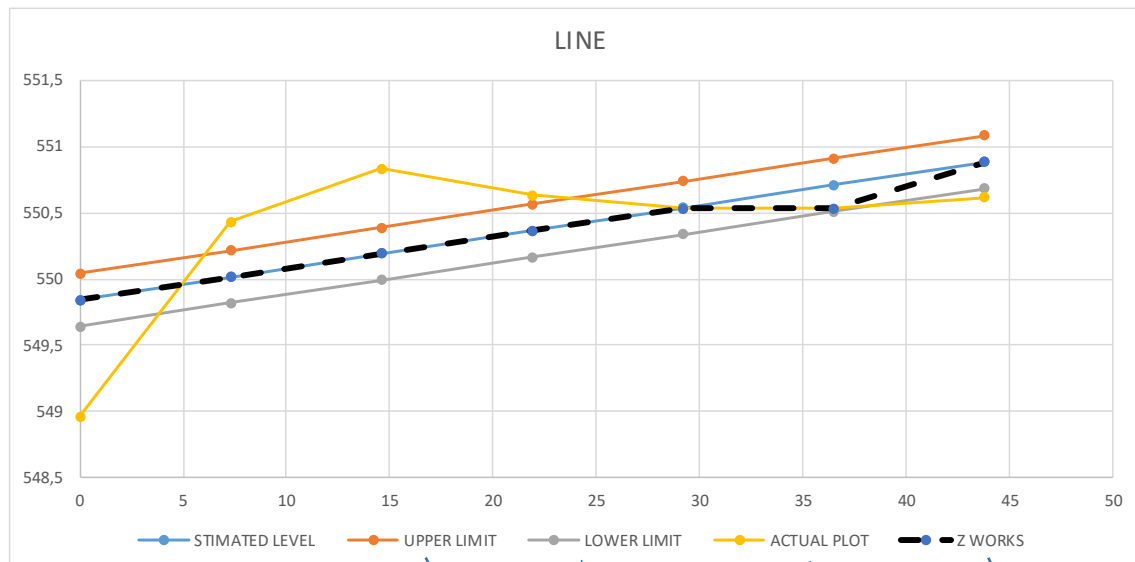
Fdo.

  
Fdo. Javier Jara Jiménez



## ANEJO DE CÁLCULO:

### DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL CÁLCULO



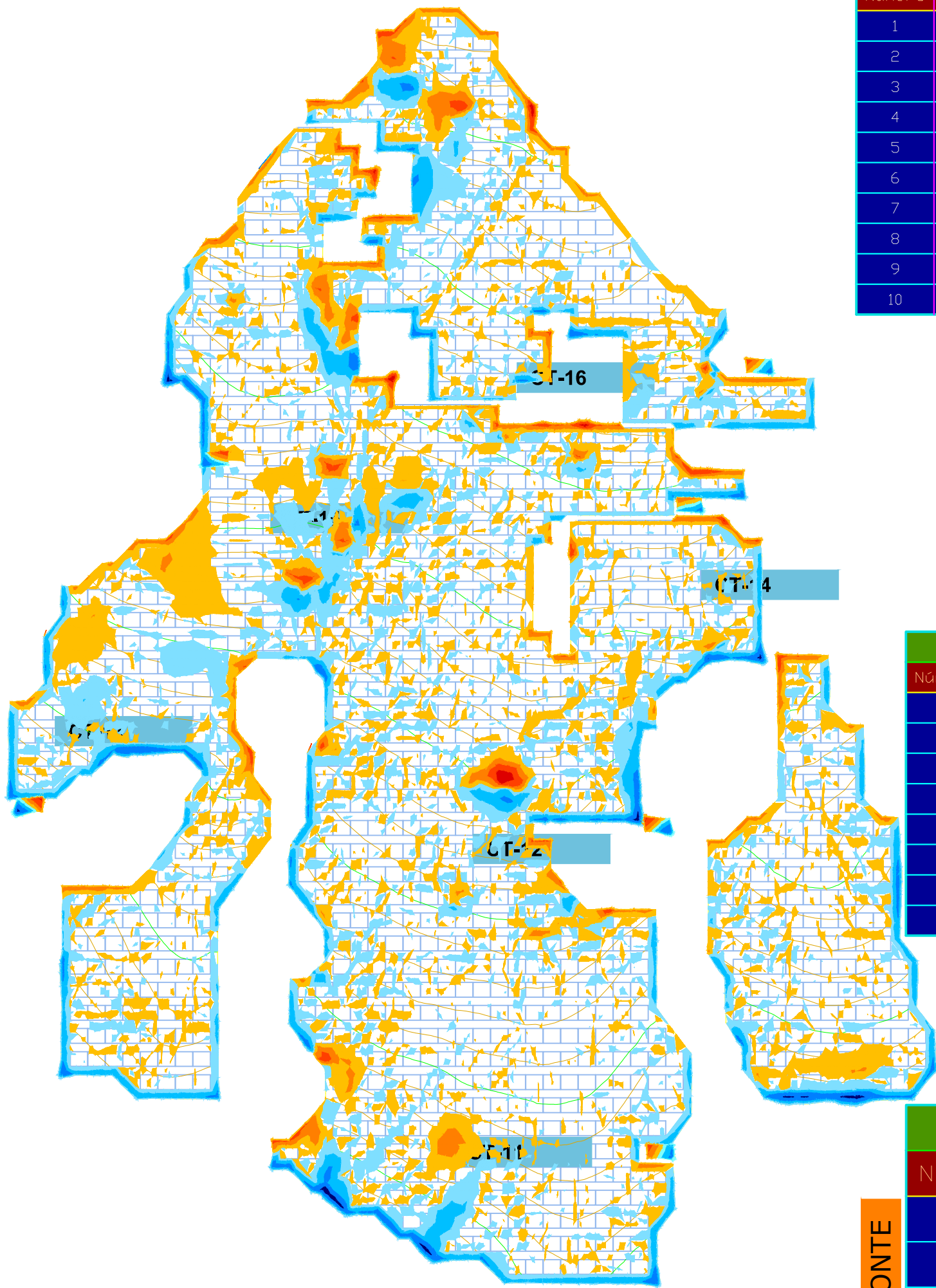
Nivel estimado: Es la recta de regresión calculada en función del terreno actual en el recorrido del seguidor

Limites superior e inferior: Se refiere a las ondulaciones que puede soportar la estructura por la diferencia entre hincado máximo y mínimo ( $\pm 20\text{cm}$ ) sobre el nivel calculado

Terreno actual: Es el perfil longitudinal del terreno actual.

Altura de trabajo: La altura de trabajo es el resultado del cálculo, tenemos dos opciones:

- 1.- El terreno actual está dentro de los límites, no se moverá tierra, por tanto  $Z_{works} = Z_{actual\ plot}$
- 2.- El terreno actual tiene ondulaciones superiores a las asumibles. Es necesario cortar o rellenar hasta la Z estimada.



E:1/2.000

VOLUMEN EN ÁREA DE SET

Tabla de elevaciones					
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Color	VOLUMEN	AREA
1	-2.739	-2.000		53.21	175.74
2	-2.000	-1.000		371.51	424.33
3	-1.000	-0.500		362.40	253.11
4	-0.500	-0.200		280.62	165.92
5	-0.200	-0.020		192.90	119.37
6	0.020	0.200		178.82	125.91
7	0.200	0.500		248.48	205.04
8	0.500	1.000		290.07	277.61
9	1.000	2.000		285.42	284.98
10	2.000	4.038		107.41	163.55

VOLUMEN EN ÁREA DE CTs

Tabla de elevaciones					
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Color	VOLUMEN	AREA
1	-1.709	-1.000		9.14	51.17
2	-1.000	-0.500		62.03	168.13
3	-0.500	-0.200		92.46	194.48
4	-0.200	-0.020		89.15	168.04
5	0.020	0.200		96.57	207.69
6	0.200	0.500		91.78	234.48
7	0.500	1.000		49.14	176.46
8	1.000	1.451		2.79	24.57

VOLUMEN EN ÁREA DE PANELES

Tabla de elevaciones						
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Color	VOLUMEN	AREA	
1	-1.873	-1.000		176.01	730.41	RELLENO DESMONTE
2	-1.000	-0.500		950.12	3586.22	
3	-0.500	-0.200		2725.37	13387.92	
4	-0.200	-0.020		7471.08	90708.80	
5	0.020	0.200		8173.59	82638.39	
6	0.200	0.500		3242.86	17757.01	
7	0.500	1.000		818.31	3950.86	
8	1.000	1.697		102.88	437.37	

E:1/4.000

TOLERANCIAS Y PREMISAS DE DISEÑO

Pendientes	Tolerancias ondulaciones
E-W 25%	+0.1m Sobre Rasante
N-S 20%	-0.1m Bajo Rasante

ÁREA DE PANELES	
VOLÚMENES CON POTENCIAS SUPERIORES A 2CM:	
DESMONTE:	11.322,58m³
TERRAPLÉN:	12.343,68m³

ÁREA SET	
VOLÚMENES CON POTENCIAS SUPERIORES A 2CM:	
DESMONTE:	1.260,64m³
TERRAPLÉN:	1.110,20m³

ÁREA CTs	
VOLÚMENES CON POTENCIAS SUPERIORES A 2CM:	
DESMONTE:	252,78m³
TERRAPLÉN:	240,28m³

CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
Volumenes 20.371 Volumen Desmonte 18.961 Volumen Terraplen 1.411 Diferencia	Volumenes 20.985 Volumen Desmonte 20.553 Volumen Terraplen 0.432 Diferencia	Volumenes 13.090 Volumen Desmonte 14.102 Volumen Terraplen 1.012 Diferencia	Volumenes 27.157 Volumen Desmonte 27.180 Volumen Terraplen -0.023 Diferencia	Volumenes 21.991 Volumen Desmonte 20.359 Volumen Terraplen 1.632 Diferencia	Volumenes 2.039 Volumen Desmonte 1.820 Volumen Terraplen 0.219 Diferencia
CT7	CT8	CT9	CT10	CT11	CT12
Volumenes 25.354 Volumen Desmonte 25.358 Volumen Terraplen -0.004 Diferencia	Volumenes 17.030 Volumen Desmonte 16.581 Volumen Terraplen 0.029 Diferencia	Volumenes 19.444 Volumen Desmonte 16.586 Volumen Terraplen 3.047 Diferencia	Volumenes 3.263 Volumen Desmonte 3.320 Volumen Terraplen -0.057 Diferencia	Volumenes 6.999 Volumen Desmonte 7.559 Volumen Terraplen -0.560 Diferencia	Volumenes 9.987 Volumen Desmonte 10.028 Volumen Terraplen -0.041 Diferencia
CT13	CT14	CT15	CT16	Volumen por diferencia de mallas	
Volumenes 12.448 Volumen Desmonte 12.244 Volumen Terraplen 0.255 Diferencia	Volumenes 4.874 Volumen Desmonte 4.991 Volumen Terraplen -0.116 Diferencia	Volumenes 6.503 Volumen Desmonte 6.666 Volumen Terraplen -0.163 Diferencia	Volumenes 5.990 Volumen Desmonte 6.034 Volumen Terraplen -0.044 Diferencia	Volumenes 3595.765 Volumen Desmonte 2901.664 Volumen Terraplen 184.092 Diferencia	



**CTIN ASISTENTIAS TÉCNICAS SL**  
C/ San Nicolás 25, 1º E. Corvera, Murcia 30153  
☎ 679 654 743 - 968 38 06 17  
WEB: WWW.CTIN.ES

CLIENTE: **RENOVALIA. Proyecto: PSFV GIBRALGALIA II**

ESTIMACION VOLÚMENES DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Título :	A01 VOLUMENES CIVIL	REV. :0 Fecha : 17/07/2024
Sistema de Coordenadas :	ETRS89 - USO 30	Hoja num. : 1/1
Escala : Indicadas	Equidistancia : --	Ingeniero:
Término Municipal :	MÁLAGA	Javier Jara Jiménez



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

### 2.3. ANEXO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

## INDICE

1	INTRODUCCION.....	2
2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A EJECUTAR.....	2
3	DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL PROYECTO.....	3
4	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. ....	3
5	IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS.....	4
6	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS. ....	6
	6.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN. ....	6
7	MEDIDAS DE SEGREGACION, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.....	9
8	DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	12
9	PUNTO LIMPIO. ....	13
10	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RCD.....	14
11	CONSIDERACIONES FINALES.....	16

## 1 INTRODUCCION.

El presente anexo de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (en adelante RCD) responde a las obligaciones del productor de residuos derivadas del Real Decreto 73/2012, de 22 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. Según el Real Decreto mencionado, el proyecto de obra debe incluir un Estudio de Gestión de los RCD generados en la obra, que incluirá entre otros aspectos, una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión, que formarán parte del presupuesto del proyecto.

Este estudio se refiere al proyecto de “Actividad, Construcción e instalación eléctrica de Planta Solar FV de 39 MW “GIBRALGALIA II”, situada en varias parcelas de los polígonos 9 y 12, del término municipal de Casarabonela en la provincia de Málaga.

## 2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A EJECUTAR.

Para realizar un reconocimiento de los residuos generados en la obra debemos conocer por un lado las partes que conforman el proyecto, y por otro las obras a ejecutar en la construcción del mismo.



### 3 DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL PROYECTO.

La instalación constara de los siguientes elementos:

- 5 Líneas Subterráneas de Media Tensión.
  - LSMT 1: RHZ1 OL 18/30kV 3x240mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.551 m.
  - LSMT 2: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 609 m.
  - LSMT 3: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.300 m.
  - LSMT 4: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.297 m.
  - LSMT 5: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.501 m.
- 16 Estaciones Media Tensión Power Electronics con:
  - 11 Transformadores Aceite de 2.100 KVAs (30/0,66 KV).
  - 4 Transformadores Aceite de 3.150 KVAs (30/0,66 KV).
  - 1 Transformador Aceite de 4.200 KVAs (30/0,66 KV).
  - 16 Bloques de Celdas MT con aislamiento integral en SF6.
  - 11 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS2101K 2100KWn.
  - 4 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS3151K 3150KWn.
  - 1 Inversor Power Electronics HEMK 660V FS4200K 4200KWn.
  - Armarios C.C. y C.A. Power Electronics.
- Planta solar fotovoltaica:
  - 56.550 módulos FV Suntech STP690S de 690 Wp.
  - 3.770 estructuras fijas inclinadas 25° ER Ingeniería ERI-15.
  - 221 Cajas seccionamiento.
- PPC Power Electronics Freesun PPC.

### 4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

La instalación de la Planta Fotovoltaica consiste principalmente en las siguientes tareas o fases generadoras de residuos:

- Nivelación y acondicionamiento del terreno, incluyendo desbroce del mismo.
- Montaje de los seguidores. Montaje de los paneles solares.
- Apertura de zanjas eléctricas para cableado eléctrico.
- Excavación-preparación terreno en centros de transformación.
- Instalación de vallado perimetral.

En general este tipo de instalaciones presentan un bajo impacto en la generación de residuos, ya que principalmente se generan tierras en la excavación y se reutilizan en la propia instalación.

## 5 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS.

En este apartado se identifican las operaciones realizadas durante las obras, identificando en cada caso los residuos generados codificados según la Lista Europea de Residuos según lo dispuesto en Decisión 2014/955/UE de la Comisión de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Los residuos principales generados por la Planta Solar FV GIBRALGALIA II se identifican según las distintas fases del proyecto, teniendo:

- ✚ Fase de construcción.
- ✚ Fase de funcionamiento.
- ✚ Fase de desmantelamiento.

Como se ha comentado los distintos tipos de residuos generados por las actividades desarrolladas en la Planta Fotovoltaica GIBRALGALIA II, clasificados según la lista europea de residuos LER y con cantidades estimativas que se relacionan a continuación:

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN		
CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
15.01.10*	Envases de plástico o metálicos que han contenido sustancias peligrosas	0,005 Tn
15 01 11*	Envases metálicos incluidos los recipientes a presión vacíos que contengan una matriz sólida y porosa (Aerosoles vacíos)	0,002 Tn
15.02.02*	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	0,15 Tn
13.02.05*	Aceites minerales no clorados de motos, de Transmisión mecánica y lubricante	0,069 Tn
17.05.03*	Tierras contaminadas	0,46 Tn
17.01.01	Restos de hormigón	0,737 Tn
17.04.01/17.04.02/ 17.04.05/17.04.07	Metales	5,308 Tn
20.01.01	Papel y cartón	25,198 Tn
17.02.01	Maderas	97,248 Tn
17.02.03	Plásticos (envases y embalajes)	4,576 Tn
20.03.01	Restos residuos asimilables a urbanos (RSU)	3,181 Tn

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE FUNCIONAMIENTO		
CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
16 05 04*	Aerosoles vacíos	0,016 Tn
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.	0,078 Tn
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración [incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	0,078 Tn
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.	0,078 Tn
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,039 Tn



RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE DESMANTELAMIENTO			
CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
170202 / 160216	Aparamenta módulos y seguidores	Vidrio y materiales afines al silicio procedentes de los módulos fotovoltaicos	56.550 ud
170402 / 160215/ 170401		Metales procedentes de los módulos fotovoltaicos (Aluminio, cobre y hierro)	56.550 ud
170203		Plásticos procedentes de los módulos fotovoltaicos	56.550 ud
170402 / 160215 / 170401		Estructuras (seguidores horizontales), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.	3.770 ud
17 04 07	Vallado	Valla cinagética y puertas de acceso	7.571 m.l.
17 01 01	Cimentaciones	Hormigón	390,19 m3
17 04 01	Conductores y elementos auxiliares	Aluminio	8.258 m.l.

## 6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.

### 6.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

#### ✚ Tierras de excavación:

- Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.

- Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
  - Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.
- ✚ Lodos resultantes de las perforaciones: detritus:
- Dejar secar para su posterior reutilización como material de relleno o transporte a vertedero
- ✚ Lodos bentoníticos resultantes de las perforaciones:
- Reutilizar en la obra
  - Secar mediante bomba centrífuga para obtener residuo seco que se puede reutilizar en la obra o trasladar a vertedero
- ✚ Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
- Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado
  - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales
  - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
  - Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- ✚ Residuos metálicos:
- Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
- ✚ Aceites y grasas:
- Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
  - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- ✚ Tierras contaminadas:
- Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
    - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desenclavante, aceites etc.)

- Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
- Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
- Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.

✚ Residuos vegetales:

- Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto
- Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios
- En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

## 7 MEDIDAS DE SEGREGACION, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

### Segregación

En base al artículo 5.5 del R.D.105/2008 los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	CANTIDAD
Hormigón	80 Tm
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 Tm
Metal	2 Tm
Madera	1 Tm
Vidrio	1 Tm
Plástico	0,5 Tm
Papel y cartón	0,5 Tm

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

#### Almacenamiento.

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.

- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra).

- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero...) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.

- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede, por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

## 8 DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

El destino de todos los residuos generados en las obras serán plantas autorizadas de tratamiento y gestión de los residuos y vertederos autorizados, salvo las tierras de excavación que como se comentó serán reutilizadas en los propios rellenos. El proceso siempre será a través de gestor autorizado.

### Residuos no peligrosos.

RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente), podrán gestionarse

mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

Escombros y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.

Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

### **Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Dichos residuos se generarán y almacenarán correctamente y en ningún caso se mezclarán para no dificultar su gestión ni aumentar la peligrosidad de los mismos.

Los recipientes contenedores de los mismos se etiquetarán y envasarán adecuadamente.

Se llevará un registro de los residuos peligrosos producidos y su destino.

## **9 PUNTO LIMPIO.**

Durante la construcción de la planta fotovoltaica se habilitará un punto limpio dentro del vallado de la instalación para almacenaje temporal de los residuos que se vayan produciendo durante la construcción previo traslado al vertedero autorizado o plantas de reciclaje.

En el punto limpio se dispondrá de todo lo necesario para separar los residuos según la naturaleza del material.



## 10 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RCD.

La Gestión a valorar en este Estudio corresponde al proceso de separación, eliminación y transporte de los RCDs generados, incluyendo la separación y acopio en contenedores y canon de Gestor o vertedero, y el transporte a las instalaciones de gestión o vertido. A continuación, se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la planta FV, repartido en función del volumen de cada material y de la fase de la actividad de la citada Planta FV.

CAP.1 RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Costes estimados gestión (€)
15.01.10*	Envases de plástico o metálicos que han contenido sustancias peligrosas	0,005 Tn	0,041
15 01 11*	Envases metálicos incluidos los recipientes a presión vacíos que contengan una matriz sólida y porosa (Aerosoles vacíos)	0,002 Tn	0,018
15.02.02*	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	0,15 Tn	1,139
13.02.05*	Aceites minerales no clorados de motos, de Transmisión mecánica y lubricante	0,069 Tn	0,523
17.05.03*	Tierras contaminadas	0,46 Tn	2,88
17.01.01	Restos de hormigón	0,737 Tn	3,278
17.04.01/17.04.02/ 17.04.05/17.04.07	Metales	5,308 Tn	7,546
20.01.01	Papel y cartón	25,198 Tn	244,34
17.02.01	Maderas	97,248 Tn	259,32
17.02.03	Plásticos (envases y embalajes)	4,576 Tn	34,86
20.03.01	Restos residuos asimilables a urbanos (RSU)	3,181 Tn	24,23
TOTAL			578,18

CAP.2 RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE FUNCIONAMIENTO			
CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Costes estimados gestión (€)
16 05 04*	Aerosoles vacíos	0,016 Tn	0,117
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.	0,078 Tn	0,593
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración [incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	0,078 Tn	0,593
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.	0,078 Tn	0,593
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,039 Tn	0,297
TOTAL			2,19

CAP.3 RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE DESMANTELAMIENTO				
CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	Costes estimados gestión (€)
170202 / 160216	Aparamenta módulos seguidores y	Vidrio y materiales afines al silicio procedentes de los módulos fotovoltaicos	56.550 ud	961,34
170402 / 160215/ 170401		Metales procedentes de los módulos fotovoltaicos (Aluminio, cobre y hierro)	56.550 ud	791,70
170203		Plásticos procedentes de los módulos fotovoltaicos	56.550 ud	588,11
170402 / 160215 / 170401		Estructuras (seguidores horizontales), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.	3.770 ud	1.225,25
17 04 07	Vallado	Valla cinegética y puertas de acceso	7.571 m.l.	1.059,99
17 01 01	Cimentaciones	Hormigón	390,19 m3	1.615,40
17 04 01	Conductores y elementos auxiliares	Aluminio	8.258 m.l.	602,83
TOTAL				6.844,66

## RESUMEN PRESUPUESTO GESTION RESIDUOS

CAP1	RESIDUOS FASE CONSTRUCCIÓN.....	578,18 €
CAP2	RESIDUOS FASE FUNCIONAMIENTO.....	2,19 €
CAP3	RESIDUOS FASE DESMANTELAMIENTO .....	6.844,66 €
TOTAL		7.425,03 €

Asciende el presupuesto de gestión de residuos a la expresada cantidad de SIETE MIL CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON TRES CÉNTIMOS

## 11 CONSIDERACIONES FINALES.

Con todo lo anteriormente expuesto el técnico que suscribe entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Gestión de Residuos para el proyecto redactado.

En Albacete, Julio de 2024



D. José Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n º 1.026



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES.

<b>1</b>	<b>CONDICIONES GENERALES</b>	<b>5</b>
1.1	OBJETO	5
1.2	CAMPO DE APLICACIÓN	5
1.3	DISPOSICIONES GENERALES	5
1.3.1	Condiciones facultativas legales	5
1.3.2	Seguridad en el trabajo	7
1.3.3	Seguridad pública	8
1.4	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	8
1.4.1	Datos de la obra	9
1.4.2	Replanteo de la obra	9
1.4.3	Condiciones generales	9
1.4.4	Planificación y coordinación	12
1.4.5	Acopio de materiales	12
1.4.6	Inspección y medidas previas al montaje	13
1.4.7	Planos, catálogos y muestras	13
1.4.8	Variaciones de proyecto y cambios de materiales	14
1.4.9	Cooperación con otros contratistas	15
1.4.10	Protección	15
1.4.11	Limpieza de la obra	16
1.4.12	Andamios y aparejos	16
1.4.13	Obras de albañilería	16
1.4.14	Energía eléctrica y agua	17
1.4.15	Ruidos y vibraciones	17
1.4.16	Accesibilidad	17
1.4.17	Canalizaciones	18
1.4.18	Manguitos pasamuros	19
1.4.19	Protección de partes en movimiento	19
1.4.20	Protección de elementos a temperatura elevada	20
1.4.21	Cuadros y líneas eléctricas	20
1.4.22	Pinturas y colores	20
1.4.23	Identificación	21
1.4.24	Limpieza interior de redes de distribución	21
1.4.25	Pruebas	22
1.4.26	Pruebas finales	22
1.4.27	Recepción provisional	22

1.4.28	Periodos de garantía.....	24
1.4.29	Condiciones económicas:.....	24
1.4.30	Recepción definitiva.....	24
1.4.31	Permisos. ....	25
1.4.32	Entrenamiento.....	25
1.4.33	Repuestos, herramientas y útiles específicos.....	25
1.4.34	Subcontratación de las obras.....	25
1.4.35	Riesgos.....	26
1.4.36	Rescisión del contrato.....	26
1.4.37	Precios.....	27
1.4.38	Pago de obras. ....	27
1.4.39	Abono de materiales acopiados.....	28
1.5	DISPOSICIÓN FINAL.....	28
<b>2</b>	<b>CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS.....</b>	<b>29</b>
2.1	PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.....	29
2.2	ZANJAS. ....	30
2.2.1	Zanjas en tierra.....	30
2.2.2	Zanjas en roca. ....	34
2.2.3	Zanjas anormales y especiales.....	35
2.2.4	Rotura de pavimentos.....	35
2.2.5	Reposición de pavimentos. ....	35
2.3	GALERÍAS.....	36
2.3.1	Galerías visitables.....	36
2.3.2	Galerías o zanjas registrables. ....	39
2.4	ATARJEAS O CANALES REVISABLES.....	39
2.5	BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.....	39
2.6	CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. ....	40
2.6.1	Materiales. ....	41
2.6.2	Dimensiones y características generales de ejecución.....	42
2.6.3	Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones.....	44
2.7	TENDIDO DE CABLES.....	47
2.7.1	Tendido de cables en zanja abierta. ....	47
2.7.2	Tendido de cables en galería o tubulares.....	50
2.8	MONTAJES.....	51

2.8.1	Empalmes.....	51
2.8.2	Botellas terminales. ....	51
2.8.3	Autoválvulas y seccionador. ....	52
2.8.4	Herrajes y conexiones. ....	53
2.8.5	Colocación de soportes y palomillas.....	53
2.9	CONVERSIONES AEREO-SUBTERRANEAS.....	53
2.10	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.....	54
2.11	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	55
2.12	ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.....	55
<b>3</b>	<b>CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION PREFABRICADOS.....</b>	<b>56</b>
3.1	OBJETO.....	56
3.2	OBRA CIVIL.....	56
3.2.1	Emplazamiento. ....	56
3.2.2	Excavación.....	56
3.2.3	Acondicionamiento. ....	57
3.2.4	Edificio prefabricado. ....	57
3.2.5	Evacuación y extinción del aceite aislante.....	59
3.2.6	Ventilación.....	59
3.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	60
3.3.1	Aparamenta A.T.....	60
3.3.2	Transformadores. ....	62
3.3.3	Equipos de medida.....	63
3.3.4	Acometidas subterráneas.....	64
3.3.5	Alumbrado.....	64
3.3.6	Puesta a tierra.....	65
3.4	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	66
3.5	PRUEBAS REGLAMENTARIAS. ....	66
3.6	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD. ....	67
3.6.1	Prevenciones generales.....	67
3.6.2	Puesta en servicio. ....	68
3.6.3	Separación de servicio.....	68
3.6.4	Mantenimiento.....	68
3.7	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN. ....	69
3.8	LIBRO DE ÓRDENES. ....	69
3.9	RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	70

<b>4</b>	<b>CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>71</b>
4.1	CRITERIOS ECOLÓGICOS.....	71
4.2	INFORMACIÓN DE HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.....	72
4.2.1	Información de hojas de datos.....	72
4.2.2	Información de placa de características.....	73
4.3	SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.....	74
4.3.1	Control principal y monitorización (cpm).....	74
4.3.2	Subsistema fotovoltaico (FV).....	75
4.3.3	Acondicionador corriente continua (CC).....	75
4.3.4	Interfaz CC/CC.....	76
4.3.5	Inversor.....	77
4.3.6	Interfaz CA/CA.....	78
4.3.7	Interfaz a la red.....	80
4.4	ENSAYOS EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	81
4.4.1	Ensayo ultravioleta.....	81
4.4.2	Ensayo de corrosión por niebla salina.....	81
4.4.3	Resistencia de ensayo al impacto.....	81
<b>5</b>	<b>MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>82</b>
5.1	ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.....	82
5.2	ESTRUCTURA SOPORTE SEGUIDOR SOLAR.....	83
5.2.1	Montaje sobre suelo.....	85
5.3	ENSAMBLADO DE LOS MODULOS.....	86
5.3.1	Ubicación del campo fotovoltaico.....	87
5.3.2	Conexión y ensamblado de los módulos.....	87
5.3.3	Izado y fijación de los paneles al seguidor.....	88
5.4	INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.....	89
5.5	MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.....	90
<b>6</b>	<b>MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>90</b>
6.1	GENERALIDADES.....	90
6.2	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	91
<b>7</b>	<b>CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>92</b>



## 1 CONDICIONES GENERALES.

### 1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución y generación de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

### 1.2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de:

- Redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV.
- Estación de Media Tensión.
- Instalaciones fotovoltaicas.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### 1.3 DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### 1.3.1 Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

- ✚ 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 las ITC-RAT 01 a 23.
- ✚ Real 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ✚ Pliego de condiciones técnicas suscrito por el IDAE en su revisión de julio 2011.
- ✚ 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.
- ✚ Ley del sector eléctrico 24/2013, de 26 de diciembre.
- ✚ Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- ✚ Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- ✚ Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- ✚ Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- ✚ Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- ✚ Norma UNE-HD 60364-7-712 requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- ✚ Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- ✚ Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- ✚ Norma UNE EN 61215-1-3:2022/A1:2022 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-3: Requisitos especiales de ensayo para módulos fotovoltaicos de lámina delgada basados en silicio amorfo.

- ✚ Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- ✚ Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- ✚ Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- ✚ Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- ✚ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✚ Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✚ Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✚ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✚ Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✚ Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### 1.3.2 Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **1.3.3 Seguridad pública.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## **1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.**

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### **1.4.1 Datos de la obra.**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### **1.4.2 Replanteo de la obra.**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### **1.4.3 Condiciones generales.**

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) Copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- c) Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

#### 1.4.4 Planificación y coordinación.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje de salas de máquinas.
- Montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

#### 1.4.5 Acopio de materiales.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es



negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

#### **1.4.6 Inspección y medidas previas al montaje.**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

#### **1.4.7 Planos, catálogos y muestras.**

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

#### **1.4.8 Variaciones de proyecto y cambios de materiales.**

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

#### 1.4.9 Cooperación con otros contratistas.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

#### 1.4.10 Protección.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

#### **1.4.11 Limpieza de la obra.**

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

#### **1.4.12 Andamios y aparejos.**

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

#### **1.4.13 Obras de albañilería.**

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

#### **1.4.14 Energía eléctrica y agua.**

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

#### **1.4.15 Ruidos y vibraciones.**

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

#### **1.4.16 Accesibilidad.**

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

#### **1.4.17 Canalizaciones.**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

#### **1.4.18 Manguitos pasamuros.**

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

#### **1.4.19 Protección de partes en movimiento.**

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

#### **1.4.20 Protección de elementos a temperatura elevada.**

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

#### **1.4.21 Cuadros y líneas eléctricas.**

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

#### **1.4.22 Pinturas y colores.**

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.



Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

#### **1.4.23 Identificación.**

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

#### **1.4.24 Limpieza interior de redes de distribución.**

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo

sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

#### **1.4.25 Pruebas.**

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

#### **1.4.26 Pruebas finales.**

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

#### **1.4.27 Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el

representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### 1.4.28 Periodos de garantía.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### 1.4.29 Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

#### 1.4.30 Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### **1.4.31 Permisos.**

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

#### **1.4.32 Entrenamiento.**

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

#### **1.4.33 Repuestos, herramientas y útiles específicos.**

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

#### **1.4.34 Subcontratación de las obras.**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### **1.4.35 Riesgos.**

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

#### **1.4.36 Rescisión del contrato.**

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

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

#### **1.4.37 Precios.**

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma del producto de la cantidad del material por el precio unitario correspondiente deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

#### **1.4.38 Pago de obras.**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### **1.4.39 Abono de materiales acopiados.**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

### **1.5 DISPOSICIÓN FINAL.**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.



## 2 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

### 2.1 PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- ✚ Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- ✚ Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- ✚ Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- ✚ Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- ✚ El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

## 2.2 ZANJAS.

### 2.2.1 Zanjas en tierra.

#### 1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

#### a) Apertura de las zanjas.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

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 o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

**b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).**

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

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

**c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como

las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

#### **d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).**

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

#### **e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".**

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

#### **f) Tapado y apisonado de las zanjas.**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar),

apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

#### **g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.**

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

#### **h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.**

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

### **2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.**

- Zanja normal para media tensión. Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.
- Zanja para media tensión en terreno con servicios. Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos:
  - a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los

- cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
  - c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.
- Zanja con más de una banda horizontal. Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla. Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones. La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm. Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

### 2.2.2 Zanjas en roca.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

### 2.2.3 Zanjas anormales y especiales.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

### 2.2.4 Rotura de pavimentos.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

### 2.2.5 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

## 2.3 GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

### 2.3.1 Galerías visitables.

#### Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

#### Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de



humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

#### Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

#### Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

#### Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

### Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

### Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

### Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

### Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

### 2.3.2 Galerías o zanjas registrables.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

## 2.4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

## 2.5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura

mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

## 2.6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- b) Para el cruce de ferrocarriles.
- c) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- d) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- e) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

### 2.6.1 Materiales.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa. Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.
- e) Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- f) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- g) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

## 2.6.2 Dimensiones y características generales de ejecución.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados

entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.



### 2.6.3 Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones.

#### 2.6.3.1 Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:



- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

#### 2.6.3.2 Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

#### 2.6.3.3 Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

## 2.7 TENDIDO DE CABLES.

### 2.7.1 Tendido de cables en zanja abierta.

#### 2.7.1.1 Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

#### 2.7.1.2 Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben

reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a 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 la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos

servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares. Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

## 2.7.2 Tendido de cables en galería o tubulares.

### 2.7.2.1 Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

### 2.7.2.2 Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

## **2.8 MONTAJES.**

### **2.8.1 Empalmes.**

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

### **2.8.2 Botellas terminales.**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

### **2.8.3 Autoválvulas y seccionador.**

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm<sup>2</sup> de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20  $\Omega$ .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.



## 2.8.4 Herrajes y conexiones.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

## 2.8.5 Colocación de soportes y palomillas.

### 2.8.5.1 Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

### 2.8.5.2 Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

## 2.9 CONVERSIONES AEREO-SUBTERRANEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✚ Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso, el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.
- ✚ Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- ✚ El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrá en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno. El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.
- ✚ Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.
- ✚ Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

## 2.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

## 2.11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

## 2.12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

### **3 CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION PREFABRICADOS.**

#### **3.1 OBJETO.**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

#### **3.2 OBRA CIVIL.**

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

##### **3.2.1 Emplazamiento.**

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionarse una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

##### **3.2.2 Excavación**

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

### 3.2.3 Acondicionamiento.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- ✚ Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- ✚ Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- ✚ Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

### 3.2.4 Edificio prefabricado.

Los distintos edificios prefabricados se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- ✚ Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- ✚ Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- ✚ También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo, se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T.

y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

- ✚ Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- ✚ La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- ✚ El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- ✚ La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 62271-202.
- ✚ Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 62271-202. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

### **3.2.5 Evacuación y extinción del aceite aislante.**

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

### **3.2.6 Ventilación.**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 62271-202.

### 3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

#### 3.3.1 Aparamenta A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en  $\text{SF}_6$  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 de transformación 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 entrada de agua en el centro. El corte en  $\text{SF}_6$  resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, 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.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con



la norma UNE-EN IEC 62271-200. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

### 20 kV < Un ≤ 30 kV

- ✚ Tensión asignada: 36 kV
- ✚ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- ✚ Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

### **3.3.2 Transformadores.**

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 3.3.3 Equipos de medida.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

### 3.3.4 Acometidas subterráneas.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

### 3.3.5 Alumbrado.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

### 3.3.6 Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

### 3.4 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

### 3.5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- ✚ Prueba de operación mecánica.
- ✚ Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- ✚ Verificación de cableado.
- ✚ Ensayo de frecuencia industrial.
- ✚ Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- ✚ Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- ✚ Verificación del grado de protección.

### 3.6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

#### 3.6.1 Prevenciones generales.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- ✚ Nombre del fabricante.
- ✚ Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- ✚ Año de fabricación.
- ✚ Tensión nominal.
- ✚ Intensidad nominal.
- ✚ Intensidad nominal de corta duración.
- ✚ Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

### **3.6.2 Puesta en servicio.**

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### **3.6.3 Separación de servicio.**

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

### **3.6.4 Mantenimiento.**

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo



muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### 3.7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- ✚ Autorización administrativa.
- ✚ Proyecto, suscrito por técnico competente.
- ✚ Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- ✚ Certificado de Dirección de obra.
- ✚ Contrato de mantenimiento.
- ✚ Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

### 3.8 LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### 3.9 RECEPCIÓN DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- ✚ Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- ✚ Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- ✚ Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- ✚ Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- ✚ Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

## 4 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

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

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

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

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

### 4.1 CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

#### Criterios ecológicos:

- ✚ Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados.
- ✚ Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- ✚ Compuestos halogenados: Prohibidos.
- ✚ Devolución de los productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- ✚ Envase: Ley 11/1997.

#### Requisitos de aptitud para el empleo:

- ✚ Marcado CE: Conforme.
- ✚ Norma UNE-EN 61215: Conforme.

## 4.2 INFORMACIÓN DE HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

### 4.2.1 Información de hojas de datos.

#### Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos.

#### Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- ✚ Tipo de célula.
- ✚ Marco.
- ✚ Cubierta frontal.

#### Funcionamiento eléctrico

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m<sup>2</sup>, 25 ±2 °C, AM 1,5):

- ✚ Potencia eléctrica máxima (P<sub>max</sub>).
- ✚ Corriente de cortocircuito (I<sub>sc</sub>).
- ✚ Tensión en circuito abierto (V<sub>oc</sub>).
- ✚ Tensión en el punto de máxima potencia (V<sub>mpp</sub>).

#### Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- ✚ Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- ✚ Espesor total del módulo fotovoltaico.
- ✚ Peso.

#### Características térmicas

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

### Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

### Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

#### **4.2.2 Información de placa de características.**

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- $P_{max}$  +/- tolerancias de producción,  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$  y  $V_{mpp}$  (todos los valores en las STC).

## 4.3 SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.

### 4.3.1 Control principal y monitorización (cpm).

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- ✚ Campo fotovoltaico (FV).
- ✚ Acondicionador cc.
- ✚ Interfaz de carga cc/cc.
- ✚ Subsistema de almacenamiento.
- ✚ Interfaz ca/ca.
- ✚ Carga.
- ✚ Inversor.
- ✚ Fuentes auxiliares, etc.
- ✚ Interfaz a la red.
- ✚ Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- ✚ Control de almacenamiento.
- ✚ Seguimiento solar.
- ✚ Arranque del sistema.
- ✚ Control de transmisión de potencia cc.
- ✚ Arranque y control del inversor de carga (ca).
- ✚ Seguridad.
- ✚ Protección contra incendios.
- ✚ Arranque y control de fuentes auxiliares.
- ✚ Control de la interfaz a la red.
- ✚ Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de

los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

#### 4.3.2 Subsistema fotovoltaico (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

#### 4.3.3 Acondicionador corriente continua (CC).

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.

- Rangos de tensión e intensidad.
- Variaciones dinámicas.
- ✚ Condiciones de salida.
  - Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- ✚ Rendimiento del acondicionador cc.
- ✚ Interacción con el control principal.
- ✚ Condiciones ambientales.
- ✚ Características mecánicas generales.
- ✚ Requisitos de seguridad.
- ✚ Interferencias de radiofrecuencia.
- ✚ Instrumentación.
- ✚ Nivel de ruido acústico.

#### 4.3.4 Interfaz CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- ✚ Interruptores automáticos y fusibles.
- ✚ Convertidor de tensión cc/cc.
- ✚ Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- ✚ Dispositivos de filtrado.
- ✚ Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Protección contra rayos.
  - Regulador de tensión.
  - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- ✚ Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.



- Variaciones dinámicas.
- ✚ Condiciones de salida.
  - Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
- ✚ Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- ✚ Interacción con el control principal.
- ✚ Condiciones ambientales.
- ✚ Características mecánicas generales.
- ✚ Requisitos de seguridad.
- ✚ Interferencias de radiofrecuencia.
- ✚ Instrumentación.
- ✚ Nivel de ruido acústico.

#### 4.3.5 Inversor.

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- ✚ Protección de la unidad.
- ✚ Protección de la carga.
- ✚ Aislamiento entre entrada y salida.
- ✚ Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

- ✚ Frecuencia.
- ✚ Nivel de tensión.
- ✚ Encendido y apagado.
- ✚ Sincronización.
- ✚ Potencia reactiva.
- ✚ Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- ✚ Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.
- ✚ Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Tensión e intensidad.
  - Distorsión armónica y frecuencia de salida.
  - Tolerancias de tensión y de frecuencia.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
  - Factor de potencia.
- ✚ Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- ✚ Pérdidas sin carga.
- ✚ Interacción con el control principal.
- ✚ Condiciones ambientales.
- ✚ Condiciones mecánicas generales.
- ✚ Condiciones de seguridad.
- ✚ Interferencias de radiofrecuencia.
- ✚ Instrumentación.
- ✚ Generación de ruido acústico.

#### 4.3.6 Interfaz CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- ✚ Interruptores automáticos y fusibles.
- ✚ Convertidor de tensión ca/ca.
- ✚ Conexión de fuente ca auxiliar.
- ✚ Dispositivos de filtrado.
- ✚ Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
  - Reguladores.
  - Seguridad.
  - Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- ✚ Condiciones de entrada.
  - Número de fases.
  - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia.
  - Rango de frecuencia.
  - Factor de potencia.
  - Variaciones dinámicas.
- ✚ Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia y distorsión armónica.
  - Tolerancia de tensión y frecuencia.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
  - Factor de potencia.
  - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- ✚ Interacción con el control principal.
- ✚ Condiciones ambientales.
- ✚ Características mecánicas generales.
- ✚ Requisitos de seguridad.
- ✚ Rendimiento de la interfaz.
- ✚ Interferencias de radiofrecuencia.
- ✚ Instrumentación.

#### 4.3.7 Interfaz a la red.

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidores de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Pararrayos.
  - Reguladores de tensión.
  - Relés.
  - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Número de fases.
  - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia.
  - Rango de frecuencia.
  - Factor de potencia.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia y distorsión armónica.
  - Tolerancia de tensión y frecuencia.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
  - Factor de potencia.
  - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

## **4.4 ENSAYOS EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.**

### **4.4.1 Ensayo ultravioleta.**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

### **4.4.2 Ensayo de corrosión por niebla salina.**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN IEC 61701:2021.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

### **4.4.3 Resistencia de ensayo al impacto.**

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

## 5 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

### 5.1 ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- ✚ Diseño.
- ✚ Planificación.
- ✚ Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- ✚ Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- ✚ Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- ✚ Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- ✚ Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro

de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que, aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

## **5.2 ESTRUCTURA SOPORTE SEGUIDOR SOLAR.**

Las estructuras soporte deberán cumplir con el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

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

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

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

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

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. No se admitirá bajo ningún caso la perforación en campo de la estructura, porque esto generaría puntos calientes en el galvanizado. Las piezas deberán ser suministradas con las perforaciones correspondientes para su correcto ensamblaje en campo.

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

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

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



### 5.2.1 Montaje sobre suelo.

En caso de que las condiciones del terreno lo permitan, se ejecutará la cimentación del seguidor solar mediante perfil metálico hincado directamente en el terreno natural.

#### Alcance

Se trata de la introducción en el terreno, partiendo de un área de ataque, de un perfil metálico que conformará el primer tramo del soporte del seguidor solar. El proceso de avance es un conjunto de excavación y empuje.

La longitud de la perforación será la definida por la documentación técnica. La alineación del perfil metálico será la definida en la documentación técnica o la especificada, en su caso por la Dirección de obra.

#### Materiales y equipos.

Se usarán perfiles metálicos marcados en la especificación técnica del fabricante del seguidor solar.

Para el trabajo de hincarse utilizará una máquina de perforación hincapostes capaz de alcanzar las fuerzas y profundidades marcadas por el fabricante y el cálculo justificativo.

Llevará incorporado un sistema de medida para la comprobación de la nivelación e inclinación de la hincarse.

#### Ejecución

Se protegerán los servicios públicos afectados por las obras, señalizándose convenientemente la zona de obras.

Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la partida.

Se realiza el replanteo topográfico para marcar en el terreno todos los puntos en los que se van a tener que hincar los perfiles metálicos. Tras esto, se colocan los perfiles en el terreno para mayor facilidad del operario a la hora de hincarlos.

La perforación deberá hacerse desde uno de los extremos del seguidor solar, eligiendo el que mejores condiciones reúna por espacio. Deberá colocarse la máquina en la parte alta de la perforación.

Las medidas mínimas del área de ataque deberán ser de 5,50 m de longitud, y 3,00 m de ancho sin necesidad de ejecutar muro de empuje. Esta área estará nivelada y libre de obstáculos no pudiendo acometer ningún otro trabajo en el interior de la misma. Debe permitir la maniobra y optima ubicación de la máquina hincapostes.

Tras colocar la máquina en el área de ataque, se fija el perfil mediante el dispositivo de sujeción que disponga la máquina hincapostes y con la dirección y pendiente adecuadas se comienza el hincado del perfil metálico, la cual como norma general tendrá la punta inferior biselada para facilitar la hinca.

El tramo de perfil hincado dispondrá de las marcas necesarias para verificar la correcta longitud de penetración en el terreno natural.

Salvo indicación contraria por parte de la Dirección de Obra, el perfil hincado será de un solo tramo, no permitiendo empalmes que queden dentro del terreno natural.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, restos de construcciones, etc.) se suspenderán los trabajos y se informará a la dirección de la obra.

Durante la ejecución de las obras se realizará una auscultación diaria de las infraestructuras atravesadas mediante nivelación topográfica del perfil del terreno sobre la vía atravesada.

En el caso de que se aprecien descensos en el perfil por subsidencia de material, se suspenderán los trabajos y se pondrá en conocimiento de la dirección de la obra.

### **5.3 ENSAMBLADO DE LOS MODULOS.**

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexión y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura del seguidor.

### 5.3.1 Ubicación del campo fotovoltaico.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

### 5.3.2 Conexionado y ensamblado de los módulos.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

### **5.3.3 Izado y fijación de los paneles al seguidor.**

Si no es posible colocar el seguidor solar en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura del seguidor, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura del seguidor. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

## 5.4 INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE-HD 60364-7-712 se podrán adoptar cualesquiera de los tres métodos siguientes:

- ✚ Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).
- ✚ Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.
- ✚ Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- ✚ La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.
- ✚ La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.
- ✚ Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-HD 60364-7-712):

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

## 5.5 MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

## 6 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.

### 6.1 GENERALIDADES.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

## 6.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se realizarán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- ✚ Mantenimiento preventivo.
- ✚ Mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo engloba las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deberán permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- ✚ La visita a la instalación en los plazos siguientes:
  - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
  - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- ✚ El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- ✚ Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior

a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- ✚ Comprobación de las protecciones eléctricas.
- ✚ Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- ✚ Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- ✚ Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- ✚ Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

## 7 CONSIDERACIONES FINALES.

Con lo anteriormente expuesto en este pliego junto a los demás documentos, se considera suficiente idea de la instalación que se pretende, por lo que se espera dar cumplimiento al objeto del presente Proyecto y que tras los trámites oportunos no exista inconveniente por parte de las diferentes Administraciones implicadas para conceder cuantos permisos sean necesarios.

En Albacete, julio de 2024



**D. José Miguel Martínez Moreno**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n.º 1.026





## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

## 2. ANEXO DE CALCULOS.

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

### CAPÍTULO CAP1 OBRA CIVIL

#### CAP1.1 Ha REPLANTEO TOPOGRÁFICO.

Replanteo topográfico inicial de las superficies a explanar mediante GPS, incluyendo materiales para marcado y señalización.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
58,00	310,18	17.992,74

#### CAP1.2 Ha DESBROCE Y LIMPIEZA CAPA VEGETAL.

Desbroce, limpieza de terreno y retirada de capa vegetal de espesor aproximado entre 10-20 cm por medios mecánicos, Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión volquete de 10 Tm., incluido carga, descarga y acondicionamiento de vertedero por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
58,00	2.222,63	128.928,99

#### CAP1.3 MWn MARCADO DE INSTALACIONES

Marcado de la posición de todos los postes de las instalaciones, mediante GPS y con pintura plástica así como marcado de la ubicación de las canalizaciones de media y baja tensión y comunicaciones.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	884,61	34.517,04

#### CAP1.4 MWn EJECUCIÓN DE CANALIZACIONES

Apertura de canalizaciones de media y baja tensión y comunicaciones por medios mecánicos en terrenos de consistencia floja y de dimensiones según proyecto y reglamentos vigentes de aplicación. Incluyendo cama de arena y tapado de zanja.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	5.360,28	209.155,45

#### CAP1.5 Ha LIMPIEZA FINAL DE OBRA

Limpieza y retirada de restos de obra por medios mecánicos. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	582,38	22.724,18

#### CAP1.6 km ARREGLO DE CAMINOS INTERIORES

Arreglo de caminos interiores de la obra con medios mecánicos, de 4 metros de anchura y con cunetas, para la correcta circulación de los vehículos de reparto de material. Perfilado de los caminos con motoniveladora así como adicción de zahorra y compactación para la correcta circulación de los vehículos de gran peso. Incluyendo p.p. de costes indirectos

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	8.026,22	8.026,22

#### CAP1.7 Ud CIMENTACIÓN ESTACIÓN TRANSFORMADORA

Suministro y ejecución de cimentación para estación transformadora, con atarjea para cableados, todo ello según planos de ejecución. Totalmente terminada.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
16,00	6.269,23	100.307,68

#### CAP1.8 Ha MOVIMIENTO DE TIERRAS

Perfilado del terreno superficial, así como extendido y compactado del mismo con medios mecánicos.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
58,00	5.500,00	319.040,70

**CAP1.9 m<sup>3</sup> MOVIMIENTO DE TIERRAS DESMONTES**

Desmante en tierra, para dar al terreno la rasante de explanación prevista, con empleo de medios mecánicos y carga a camión.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
11.575,36	1,84	21.298,66

**CAP1.10 m<sup>3</sup> MOVIMIENTO DE TIERRAS TERRAPLENADOS**

Terraplenado para cimiento de terraplén, mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30cm de material de la propia excavación.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
12.583,96	9,27	116.653,31

**CAP1.11 m<sup>3</sup> TRANSPORTE DE TIERRAS CON CAMIÓN.**

Transporte de tierras con camión (carga máx.. 25 m<sup>3</sup>) procedentes del desmante de otras plantas adyacentes del mismo titular, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga, vuelta y costes del vertido.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
41	32,00	1.312,00

**TOTAL CAPÍTULO CAP1 OBRA CIVIL ..... 521.652,28 €**

**CAPÍTULO CAP2 INSTALACIÓN MECÁNICA****CAP2.1 Ud SUMINISTRO ESTRUCTURA FIJA ERI-15.**

Suministro de estructuras fijas de la marca ER Ingeniería ERISOLAR modelo ERI-15 fabricada en acero al carbono calidad S-275 JR o superior, galvanizada en caliente según norma UNE EN ISO 1461. Sistema de sujeción de módulos mediante piezas de sujeción de aluminio. Tornillería en calidad 8,8 o superior y recubrimiento Geomet.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
3.770,00	362,84	1.367.906,80

**CAP2.2 Ud CLAVADO POSTES ESTRUCTURA FIJA**

Clavado de postes con máquina de martillos hidráulicos, incluyendo ensayos de resistencia a la extracción de los mismos en postes testigos clavados junto a la instalación.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
15.080,00	3,29	49.613,20

**CAP2.3 Ud MONTAJE ESTRUCTURAS FIJAS Y MÓDULOS FV**

Montaje, sobre postes de anclaje, de estructuras para sujeción de módulos fotovoltaicos, por personal cualificado así como el montaje de los módulos FV. Incluyendo pequeño material para el montaje así como herramientas de montaje.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
3.770,00	91,64	345.482,80

**CAP2.4 Ud SUMINISTRO POSTES**

Suministro de postes para sujeción de estructuras fabricados en acero calidad S-235 JR o superior de dimensiones 1500mm ó 2000 según resistencia del terreno. Recubrimiento por galvanización en caliente según norma UNE EN ISO 1461.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
15.080,00	4,82	72.685,60

**TOTAL CAPÍTULO CAP2 INSTALACIÓN MECÁNICA ..... 1.835.688,40 €**

**CAPÍTULO CAP3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA****CAP3.1 MWn SUMINISTRO LÍNEAS C.C. Y CONEXIONES**

Suministro de líneas eléctricas de corriente continua, niled, fusibles y conexiones entre módulos fotovoltaicos e inversores. Incluyendo pequeño material. Totalmente terminado. Según proyecto.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	10.630,71	414.804,99

**CAP3.2 MWn INSTALACIÓN LÍNEAS C.C. Y CONEXIONES**

Instalación de líneas eléctricas de corriente continua y conexiones entre módulos fotovoltaicos e inversores. Incluyendo pequeño material. Totalmente terminado. Según proyecto.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	5.514,16	215.159,77

**CAP3.3 MW P.A.T. Y RED GENERAL DE TIERRAS**

Puesta a tierra general de las instalaciones del parque, interconectando los edificios entre si y a su vez con las estructuras metálicas de sustentación de módulos FV, con cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, incluyendo soldaduras aluminotérmicas así como uniones entre estructuras para conseguir una red equipotencial en todo el parque fotovoltaico.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	5.249,77	204.843,40

#### CAP3.4 Ud INSTALACIÓN DE ELEMENTOS EN CT

Instalación y conexionado de apartamento y equipos en estación de M.T., así como realización de tomas de tierra y conexionado de las mismas. Incluye instalación de circuitos de alumbrado y fuerza, alimentado desde transformador con separación galvánica de al menos 10 KVA para servicios auxiliares. Totalmente terminado y conexionado.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
16,00	30.933,53	494.936,48

#### CAP3.5 MW LÍNEAS DE M.T. 30KV

Suministro e instalación de líneas eléctricas de distribución subterráneas de media tensión de sección reflejada en el proyecto, aislada para una tensión de 18/30kV tipo RHZ1 OL con conductor de aluminio, incluyendo placa de protección, pequeño material y accesorios correspondientes. Instalado según normas de la compañía suministradora de la zona y reglamentación vigente de aplicación.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	9.434,75	368.139,23

#### CAP3.6 Ud INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Suministro e instalación de sistema de protección pararrayos con 100 m de radio de acción, incluyendo mástil autónomo telescópico de 8m de altura fabricado en acero galvanizado. Instalación de tierras del pararrayos compuesta por arqueta de PVC 30x30x30cm con tapa, bridas de conexión, placa de puesta a tierra con incorporación de sal y picón, 2 picas de toma de tierra de 1,5m e interconexión con la red de tierras general del parque FV. Totalmente instalado. Cubriendo la totalidad del campo FV.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
27,00	1.228,95	33.181,65

#### CAP3.7 MW PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

Verificación y puesta en marcha eléctrica de cada instalación, comprobaciones de producción en inversores y demás pruebas eléctricas. Incluyendo informe técnico de puesta en marcha.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	2.815,42	109.856,28

**TOTAL CAPÍTULO CAP3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ..... 1.840.921,79 €**

### CAPÍTULO CAP4 LOGÍSTICA GENERAL DE LA OBRA

#### CAP4.1 Ud TRANSPORTE MATERIAL A OBRA

Transporte de postes, estructuras, útiles de montaje, elementos eléctricos, así como herramientas, maquinaria y demás material para la correcta ejecución de los trabajos.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
135,00	707,51	95.513,85

#### CAP4.2 Ud LOGÍSTICA, ALMACENAMIENTO, ALQUILERES, DIETAS, ETC.

Logística interna de obra para reparto de materiales de montaje, control de almacén satélite en obra, transporte en obra de estructuras y herramientas, alquileres de herramientas de montaje, grupos electrógenos, casetas de obra, etc. Incluyendo seguros y demás documentación necesaria para la correcta ejecución de las obras. Vehículos, consumo gasoil y Dietas.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	451.835,48	451.835,48

**TOTAL CAPÍTULO CAP4 LOGÍSTICA GENERAL DE LA OBRA ..... 547.349,34 €**

## CAPÍTULO CAP5 INGENIERÍA.

### CAP5.1 Ud IMPLANTACIÓN PREVIA

Estudio del terreno e implantación previa de la instalación a proyectar, incluyendo gastos de viaje a ubicación de la instalación.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	5.539,58	5.539,58

### CAP5.2 Ud ESTUDIO VIABILIDAD

Estudio de viabilidad de la instalación incluyendo material de oficina necesario para elaboración del mismo.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	7.655,20	7.655,20

### CAP5.3 Ud PROYECTOS

Elaboración de proyectos o modificación de proyectos existentes, adaptándose a las especificaciones ofertadas. NO SE INCLUYEN tasas de visado de los proyectos.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	733,64	28.626,27

### CAP5.4 Ud DIRECCIÓN DE OBRA EN EJECUCIÓN

Dirección de obra en campo de los trabajos de obra civil, instalación mecánica e instalación eléctrica, así como cualquier trabajo necesario para la correcta ejecución de la instalación. Seguimiento de los trabajos y elaboración de informes de avance de obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	1.886,51	73.610,68

### CAP5.5 Ud COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

Elaboración del Plan de Seguridad y Salud, incluyendo tramitación en organismos oficiales. Reuniones semanales de control y emisión de certificados de obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	943,25	36.805,14

### CAP5.6 MW VIGILANCIA Y SEGURIDAD EN OBRA

Vigilancia y recursos de seguridad durante la construcción de la obra por agentes autorizados, incluyendo recursos propios para su mantener la seguridad y evitar el robo y la intrusión no deseada en obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	1.546,66	60.349,90

**TOTAL CAPÍTULO CAP5 INGENIERÍA ..... 212.586,77 €**

## CAPÍTULO CAP6 SUMINISTRO DE PANELES

### CAP6.1 Ud PANEL SUNTECH STP690S

Suministro panel FV Suntech STP690S o similar. Suministro en obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
56.550,00	98,78	5.586.009,00

**TOTAL CAPÍTULO CAP6 SUMINISTRO DE PANELES ..... 5.586.009,00€**

**CAPÍTULO CAP7 VARIOS****CAP7.1 Ud SEGUROS DE CONSTRUCCIÓN E IMPREVISTOS**

Contrato de seguros de responsabilidad civil y seguro en obra según proyecto, incluido imprevistos.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
39,01	1.011,15	39.454,57

**CAP7.2 Ud STAFF DE PROYECTO.**

Ingeniería de Proyecto.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	234.237,29	234.237,29

**CAP7.3 Ud SISTEMA SCADA**

Sistema SCADA de monitorización y comunicaciones totalmente instalado y puesto en servicio.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	61.927,05	61.927,05

**CAP7.4 Ud REPUESTOS.**

Repuestos varios para ejecución de proyecto.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	40.731,61	40.731,61

**CAP7.5 Ud SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV.**

Sistema de seguridad CCTV totalmente instalado y funcionando.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	39.312,10	39.312,10

**TOTAL CAPÍTULO CAP7 VARIOS..... 454.310,61 €****CAPÍTULO CAP8 PLAN SEGURIDAD Y SALUD****CAP8.1 Ud PLAN SEGURIDAD Y SALUD**

Suma total de los capítulos detallados en el propio documento "Presupuesto de Plan de Seguridad y Salud de Proyecto de Actividad, construcción e instalación eléctrica de planta solar FV de 39 MW. "GIBRALGALIA II" y que se cita en el presupuesto general como cantidad resumen.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	79.008,50	79.008,50

**TOTAL CAPÍTULO CAP8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....79.008,50 €**

## CAPÍTULO CAP9 SUMINISTRO CTs E INVERSORES.

### CAP9.1 Ud SUMINISTRO CTs CON TRAF0 E INVERSOR 2100 KVA.

Suministro estación de media tensión prefabricada de intemperie de la marca Power Electronics, modelo MV SKID, para alojar un transformador de 2.100 kVAs de aceite, celdas de aparamenta de Media Tensión en SF6 e inductor Power Electronics modelo HEMK 660V FS2101K configurable multi MPPT o M-S de 2.100 kVAs con 98,53% eficiencia europea. Incluido conjunto de puentes de MT y BT, elementos de protección y seguridad, alumbrado y serv auxiliares. Certificaciones y homologaciones según normativa de destino. Totalmente equipado y montado. Suministro en obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
11,00	213.182,04	2.345.002,44

### CAP9.2 Ud SUMINISTRO CTs CON TRAF0 E INVERSOR 3150 KVA.

Suministro estación de media tensión prefabricada de intemperie de la marca Power Electronics, modelo MV SKID, para alojar un transformador de 3.150 kVAs de aceite, celdas de aparamenta de Media Tensión en SF6 e inductor Power Electronics modelo HEMK 660V FS3151K configurable multi MPPT o M-S de 3.150 kVAs con 98,53% eficiencia europea. Incluido conjunto de puentes de MT y BT, elementos de protección y seguridad, alumbrado y serv auxiliares. Certificaciones y homologaciones según normativa de destino. Totalmente equipado y montado. Suministro en obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
4,00	319.773,06	1.279.092,24

### CAP9.3 Ud SUMINISTRO CTs CON TRAF0 E INVERSOR 4200 KVA.

Suministro estación de media tensión prefabricada de intemperie de la marca Power Electronics, modelo MV SKID, para alojar un transformador de 4.200 kVAs de aceite, celdas de aparamenta de Media Tensión en SF6 e inductor Power Electronics modelo HEMK 660V FS4200K configurable multi MPPT o M-S de 4.200 kVAs con 98,53% eficiencia europea. Incluido conjunto de puentes de MT y BT, elementos de protección y seguridad, alumbrado y serv auxiliares. Certificaciones y homologaciones según normativa de destino. Totalmente equipado y montado. Suministro en obra.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	426.364,08	426.364,08

**TOTAL CAPÍTULO CAP9 SUMINISTRO CTs E INVERSORES .....4.050.458,76 €**

## CAPÍTULO CAP10 GESTIÓN DE RESIDUOS

### CAP10.1 Ud GESTION DE RESIDUOS

Suma total de los capítulos detallados en el propio documento "Anexo de Gestión de Residuos de Proyecto de Actividad, construcción e instalación eléctrica de planta solar FV de 39 MW. "GIBRALGALIA II" y que se cita en el presupuesto general como cantidad resumen.

<u>Ud.</u>	<u>Precio Ud</u>	<u>Total €</u>
1,00	7.425,03	7.425,03

**TOTAL CAPÍTULO CAP11 GESTION DE RESIDUOS .....7.425,03 €**



## RESUMEN PRESUPUESTO

CAP1	OBRA CIVIL .....	521.652,28 €
CAP2	INSTALACIÓN MECÁNICA .....	1.835.688,40 €
CAP3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	1.840.921,79 €
CAP4	LOGÍSTICA GENERAL DE OBRA .....	547.349,34 €
CAP5	INGENIERÍA .....	212.586,77 €
CAP6	SUMINISTRO DE PANELES .....	5.586.009,00 €
CAP7	VARIOS.....	454.310,61 €
CAP8	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	79.008,50 €
CAP9	SUMINISTRO CTs E INVERSORES.....	4.050.458,76 €
CAP10	GESTION DE RESIDUOS.....	7.425,03 €
TOTAL		15.135.410,48 €

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL ..... 14.003.854,77 €  
(CAP.1, CAP.2, CAP.3, CAP.4.1, CAP.5.4, CAP.6, CAP.9)

PRESUPUESTO OTRAS PARTIDAS..... 1.131.555,72 €  
(CAP4.2, CAP5.1, CAP5.2., CAP5.3, CAP5.5, CAP5.6, CAP.7, CAP.8, CAP.10)

TOTAL PRESUPUESTO INVERSIÓN ..... 15.135.410,48 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINCE MILLONES CIENTO TREINTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Albacete, Julia de 2024



D. Jose Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n ° 1.026



## PROYECTO TÉCNICO

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

5. PLANOS.



## **INDICE DE PLANOS**

RAR-ER-PE-001-V23. PLANO DE SITUACION Y EMPLAZAMIENTO.

RAR-ER-PE-002-V23. PLANO DE PARCELARIO.

RAR-ER-PE-003-V23. PLANO DE PLANTA GENERAL.

RAR-ER-PE-004-V23. PLANO DE PLANTA GENERAL. LSMT.

RAR-ER-PE-005-V23. PLANO DE CT MV SKID.

RAR-ER-PE-007-V23. PLANO DE DETALLE CT MV SKID.

RAR-ER-PE-009.1-V23. PLANO DE DISTRIBUCIÓN BT\_4200.

RAR-ER-PE-009.2-V23. PLANO DE DISTRIBUCIÓN BT\_3150.

RAR-ER-PE-009.3-V23. PLANO DE DISTRIBUCIÓN BT\_2100.

RAR-ER-PE-010-V23. PLANO DE DETALLE SECCIÓN DE PLANTA FV.

RAR-ER-PE-011-V23. PLANO DE DETALLE DE CONEXIONADO DE STRINGS.

RAR-ER-PE-012-V23. PLANO DE DETALLE DE CABLEADO DE MODULOS.

RAR-ER-PE-020-V23. PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 4200.

RAR-ER-PE-021-V23. PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 3150.

RAR-ER-PE-021.1-V23. PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 2100.

RAR-ER-PE-022-V23. PLANO RESUMEN LSMT.

RAR-ER-PE-024-V23. PLANO DE PLANTA GENERAL. PARARRAYOS.

RAR-ER-PE-025-V23. PLANO PLANTA GENERAL. DISTANCIAS A LINDEROS.





PLANTA FV 39.019,5 kWp  
3.770 estructuras fijas a 25°  
56.550 módulos Suntech STP 690 Wp  
"GIBRALGALIA II"

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA - S/E



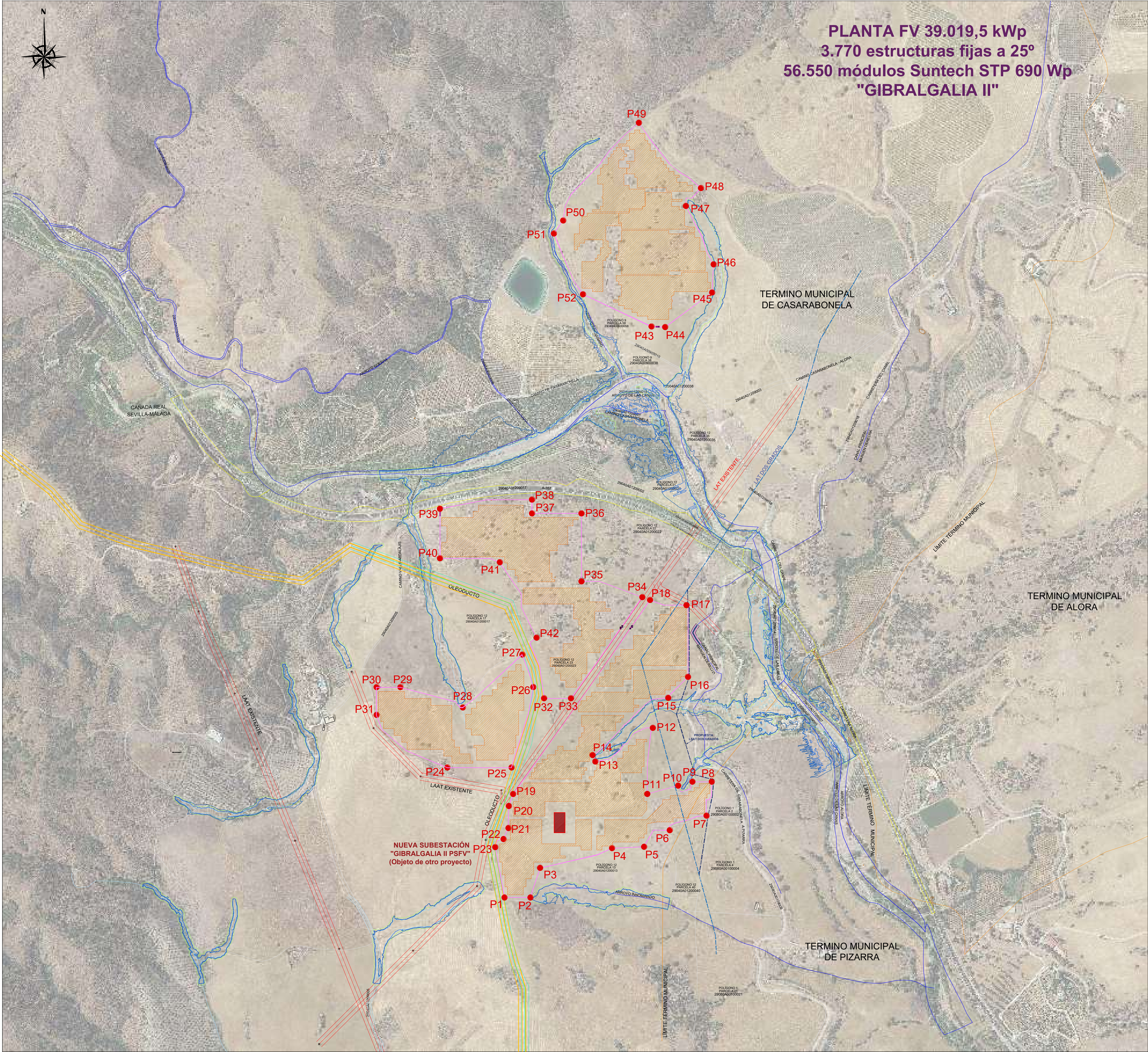
MUNICIPIO: CASARABONELA  
PROVINCIA: MÁLAGA  
CC.A.A: ANDALUCÍA  
ZONA UTM: Huso 29 Zona S (ETRS89)

EMPLAZAMIENTO - S/E



23	29/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
17	12/02/2024	A.P.G.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PSFV Y SUSTITUCIÓN DE MÓDULO FV 690W
16	07/11/2023	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE VALLADO
15	30/10/2023	A.M.B.	J.M.M.	NUEVA IMPLANTACIÓN
0	17/10/2020	L.N.A.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"				<div><div><div><div><div>ERQUAS INGENIERÍA S.L.</div><div>CP 4601783</div><div>COORDENADAS NITSA: 1170, -44 49' 140.80"</div><div>10000 AL LAMINADO: ALANDUJO (BARRIO)</div><div>www.erquas.com</div></div></div><div><div>INGENIERÍA</div><div>20 - 732 / 12</div><div>FIRMA:</div><div></div></div></div></div>
SITUACIÓN: POLÍGONOS 8 y 12, VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL C.O.G.I.T.A.B. (COL. Nº 1.036)
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.				
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO				DIBUJADO: A.M.B. (29/07/2024) VºBº: J.M.M. (29/07/2024) Nº PLANO: RAR-ER-PE-001
				ESCALA: 1/5.000 REVISIÓN: 23





PLANTA FV 39.019,5 kWp  
3.770 estructuras fijas a 25°  
56.550 módulos Suntech STP 690 Wp  
"GIBRALGALIA II"

(COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30 S)					
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
P1	342.520,82	4.073.411,54	P27	342.569,49	4.074.077,03
P2	342.591,69	4.073.411,54	P28	342.406,53	4.073.932,11
P3	342.618,58	4.073.492,60	P29	342.235,43	4.073.987,71
P4	342.815,53	4.073.546,48	P30	342.169,94	4.073.987,71
P5	342.903,14	4.073.550,60	P31	342.169,94	4.073.911,97
P6	342.973,43	4.073.595,66	P32	342.629,42	4.073.957,29
P7	343.074,40	4.073.635,59	P33	342.703,21	4.073.957,29
P8	343.088,80	4.073.728,67	P34	342.898,63	4.074.234,60
P9	343.036,02	4.073.728,67	P35	342.732,01	4.074.277,90
P10	342.996,92	4.073.718,11	P36	342.732,01	4.074.464,09
P11	342.912,39	4.073.695,39	P37	342.596,07	4.074.464,09
P12	342.927,47	4.073.876,34	P38	342.596,07	4.074.501,73
P13	342.769,63	4.073.783,86	P39	342.343,93	4.074.477,00
P14	342.762,41	4.073.801,81	P40	342.343,93	4.074.340,78
P15	342.969,86	4.073.958,52	P41	342.507,78	4.074.330,15
P16	343.023,98	4.074.015,90	P42	342.608,57	4.074.123,56
P17	343.019,93	4.074.212,64	P43	342.924,93	4.074.975,72
P18	342.919,98	4.074.226,71	P44	342.961,16	4.074.974,61
P19	342.544,49	4.073.694,96	P45	343.089,90	4.075.069,65
P20	342.532,78	4.073.662,34	P46	343.093,78	4.075.146,76
P21	342.531,50	4.073.601,63	P47	343.018,10	4.075.306,58
P22	342.517,59	4.073.571,48	P48	343.059,08	4.075.355,52
P23	342.495,47	4.073.549,45	P49	342.889,17	4.075.534,85
P24	342.363,80	4.073.767,49	P50	342.681,48	4.075.266,70
P25	342.539,86	4.073.767,44	P51	342.656,14	4.075.230,91
P26	342.599,65	4.073.987,99	P52	342.735,96	4.075.064,61

T.M.DE CASARABONELA

Poligono	Parcela	Superficie (ha)	Sup.ocupada Planta FV (ha)
9	58	20,7012	15,4663
12	23	54,6521	36,1147
12	13	12,6857	6,4264
TOTAL		88,039	58,0074

RESUMEN DE SUPERFICIES

PLANTA PSFV GIBRALGALIA II

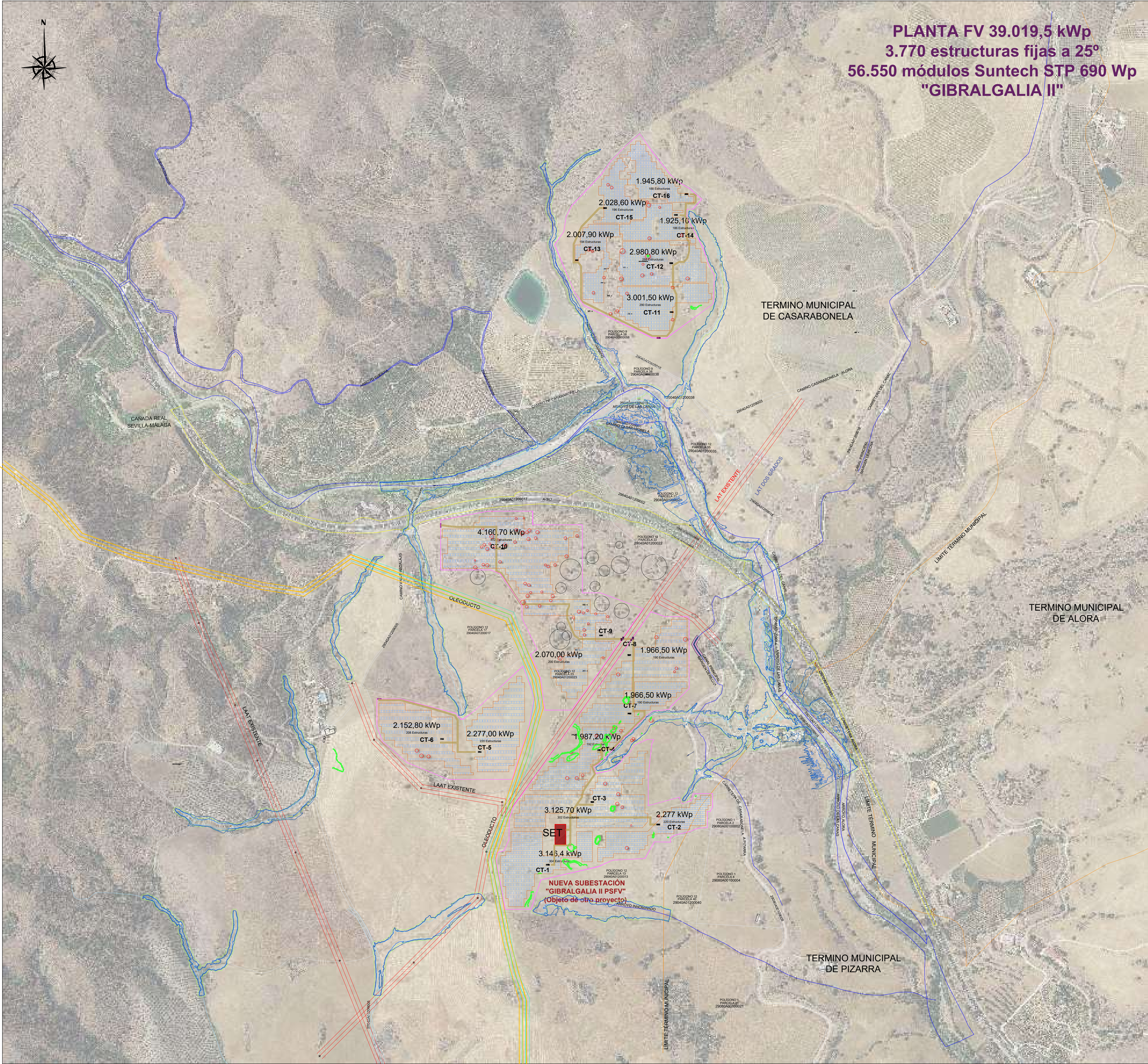
DESCRIPCION SUPERFICIE	SUPERFICIE
SUPERFICIE TOTAL PARCELA PSFV GIBRALGALIA II	88,039 Ha
SUPERFICIE OCUPADA PLANTA PSFV GIBRALGALIA II	58,0074 Ha

LEYENDA

	BLOQUES PSFV GIBRALGALIA II
	SUBESTACIÓN GIBRALGALIA
	ZONA AFECCIÓN CAÑADA REAL
	ZONA AFECCIÓN LAT EXISTENTE
	ZONA AFECCIÓN OLEODUCTO
	VALLADO PERIMETRAL
	ESTACIÓN M.T. MV SKID

23	29/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
22	03/06/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"				ERQOAS INGENIERÍA S.L. CP 46070
SITUACIÓN: POLÍGONOS 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				Nº O.T.: 20 - 732 / 12
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.T.I.I.B. (COL. Nº 1.038)
PLANO: PLANO PARCELARIO.				ESCALA: 1/5.000
DIBUJADO: A.M.B. (29/07/2024)				REVISION: 23
VºBº: J.M.M. (29/07/2024)				
Nº PLANO:				





PLANTA FV 39.019,5 kWp  
3.770 estructuras fijas a 25°  
56.550 módulos Suntech STP 690 Wp  
"GIBRALGALIA II"

TABLA RESUMEN POTENCIAS FV GIBRALGALIA II						
BLOQUE	POTENCIA	DENOM.	Nº CAJAS SECCIONA.	POTENCIA INVERSOR	POTENCIA TRAFO	TIPO ESTACIÓN MT
BLOQUE 1	3.146,40 kWp	1	16	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 2	2.277,00 kWp	2	11	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 3	3.125,70 kWp	3	16	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 4	1.987,20 kWp	4	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 5	2.277,00 kWp	5	11	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 6	2.152,80 kWp	6	11	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 7	1.966,50 kWp	7	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 8	1.966,50 kWp	8	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 9	2.070,00 kWp	9	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 10	4.160,70 kWp	10	21	4.200 KWh	4.200 KVA	MV SKID
BLOQUE 11	3.001,50 kWp	11	15	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 12	2.980,80 kWp	12	15	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 13	2.007,90 kWp	13	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 14	1.925,10 kWp	14	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 15	2.028,60 kWp	15	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 16	1.945,80 kWp	16	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
TOTAL	39.019,5 kWp		196	39.900 KWh	39.900 KVA	

PITCH IMPLANTACION PSFV GIBRALGALIA II	
BLOQUE (CT)	PITCH (m)
BLOQUE 1	11
BLOQUE 2	11
BLOQUE 3	17
BLOQUE 4	12
BLOQUE 5	17
BLOQUE 6	19
BLOQUE 7	12
BLOQUE 8	19
BLOQUE 9	19
BLOQUE 10	17
BLOQUE 11	9,5
BLOQUE 12	9,5
BLOQUE 13	9,5
BLOQUE 14	9,5
BLOQUE 15	9,5
BLOQUE 16	9,5

CONFIGURACIÓN PLANTA FV "GIBRALGALIA II"			
MÓDULOS FV		ESTACIONES POTENCIA FV	
Fabricante	Suntech	Fabricante	Power Electronics
Modelo	STP690S	Modelo	MV SKID
Potencia Pico Modulo	690 Wp	Nº Estaciones Potencia	16
Modulos por string	30		
Nº de series	1.885	Potencia nominal 40°C	1 x 4.200 KVA 4 x 3.150 KVA 11 x 2.100 KVA
Nº de Modulos	56.550		
Potencia Maxima Pico en Paneles (PSFV)	39.0195 MWp	Potencia max. PSFV 50°C	37.050 KVA
INVERSOR TIPO 1		Potencia max. PSFV 40°C	39.900 MVA
Fabricante	Power Electronics	Potencia max. a evacuar	40,00 MVA
Modelo	HEMK 660V FS4200K	ESTRUCTURA FV	
Potencia de Inversor (40°C)	4.200 KVA	Fabricante	ER Ingeniería
Potencia de Inversor (50°C)	3.900 KVA	Modelo	ERI-15
Nº de inversores	1	Tipo	Estructura Metalica Fija Incluida
INVERSOR TIPO 2		Posicion de modulos	Horizontal
Fabricante	Power Electronics	Nº modulos por fila	5
Modelo	HEMK 660V FS3151K	Nº modulos por columna	3
Potencia de Inversor (40°C)	3.150 KVA	Nº modulos por estructura	15
Potencia de Inversor (50°C)	2.925 KVA	Inclinacion	25°
Nº de inversores	4	Azmut	0°
INVERSOR TIPO 3		CAJAS SECCIONAMIENTO	
Fabricante	Power Electronics	Nº Cajas Seccionamiento	221 cajas seccio.
Modelo	HEMK 660V FS2101K		
Potencia de Inversor (40°C)	2.100 KVA		
Potencia de Inversor (50°C)	1.950 KVA		
Nº de inversores	11		

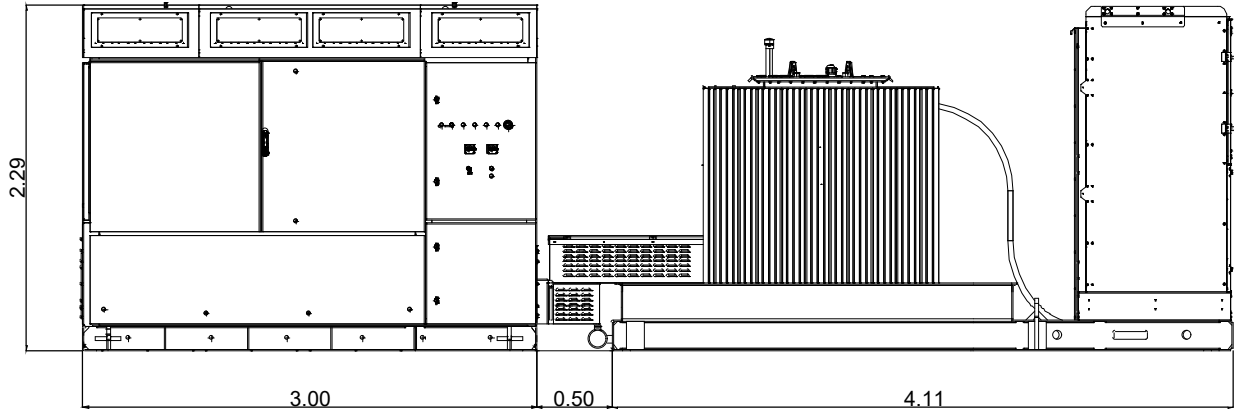
LEYENDA	
	BLOQUES PSFV GIBRALGALIA II
	SUBESTACIÓN GIBRALGALIA
	ZONA AFECCIÓN CAÑADA REAL
	ZONA AFECCIÓN LAT EXISTENTE
	ZONA AFECCIÓN OLEODUCTO
	VALLADO PERIMETRAL
	ESTRUCTURA FIJA 25° (5x3 módulos 690W)
	ESTACIÓN M.T. MV SKID
	CAMINOS INTERNOS PSFV
	ÁRBOLES AFECTADOS POR LA PSFV
	ÁRBOLES A RESPETAR POR MEDIO AMBIENTE
	MOVIMIENTO DE TIERRAS >1m

23	01/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN POR CAMBIO DE UBICACIÓN DE SET
22	03/06/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
21	21/05/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN TRAS ESTUDIO CTIN
20	30/04/2024	J.S.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN INCLUYENDO CAPAS CTIN E HIDROLOGÍA
0	17/10/2020	L.N.A.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"				
SITUACIÓN: POLÍGONO 9 y 12 VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).		Nº O.T.: 20 - 732 / 12		FIRMA:
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.		RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL C.O.T.I.I.A.B. (COL. Nº 1.038)		
PLANO: PLANO PLANTA GENERAL.		DIBUJADO: A.M.B. (26/07/2024)		ESCALA: 1/5.000
		VºBº: J.M.M. (26/07/2024)		REVISION: 23
		Nº PLANO: RAR-ER-PE-003		

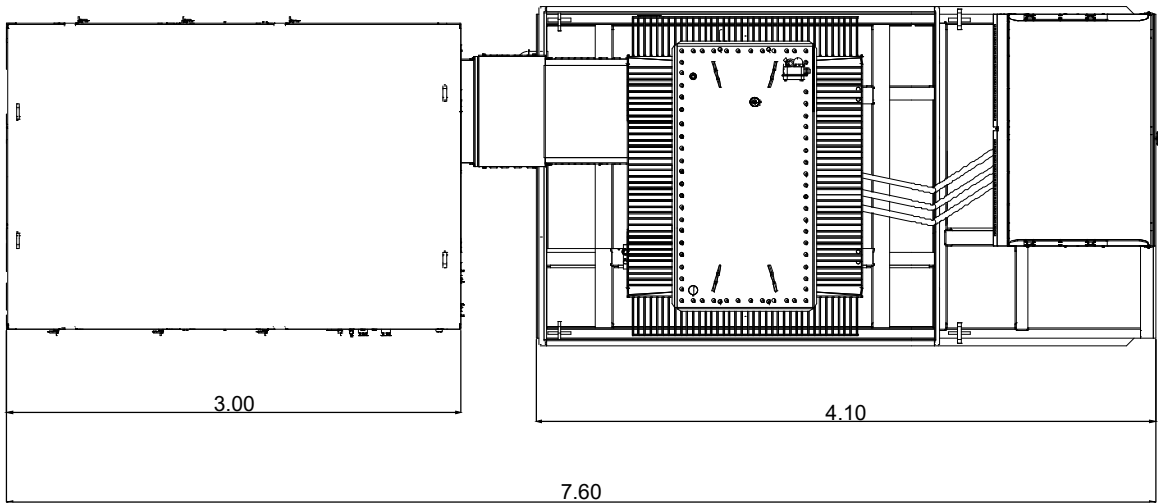




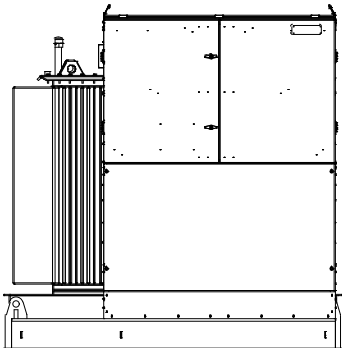




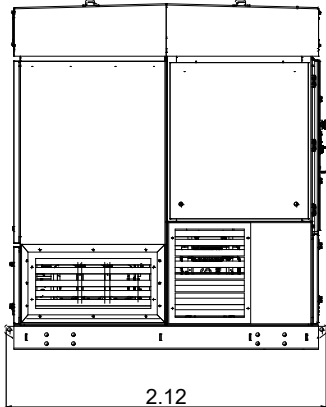
ALZADO ESTACIÓN MT



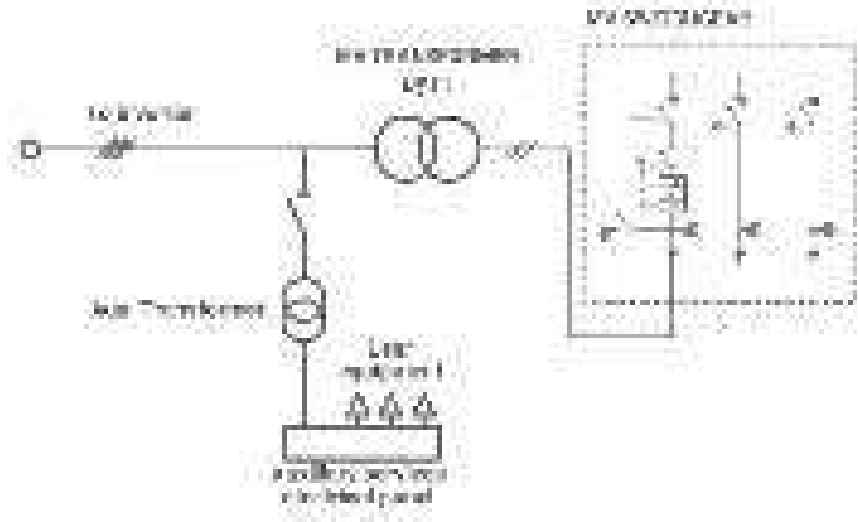
PLANTA ESTACIÓN MT



VISTA LATERAL IZQUIERDA  
ESTACIÓN MT



VISTA LATERAL DERECHA  
ESTACIÓN MT

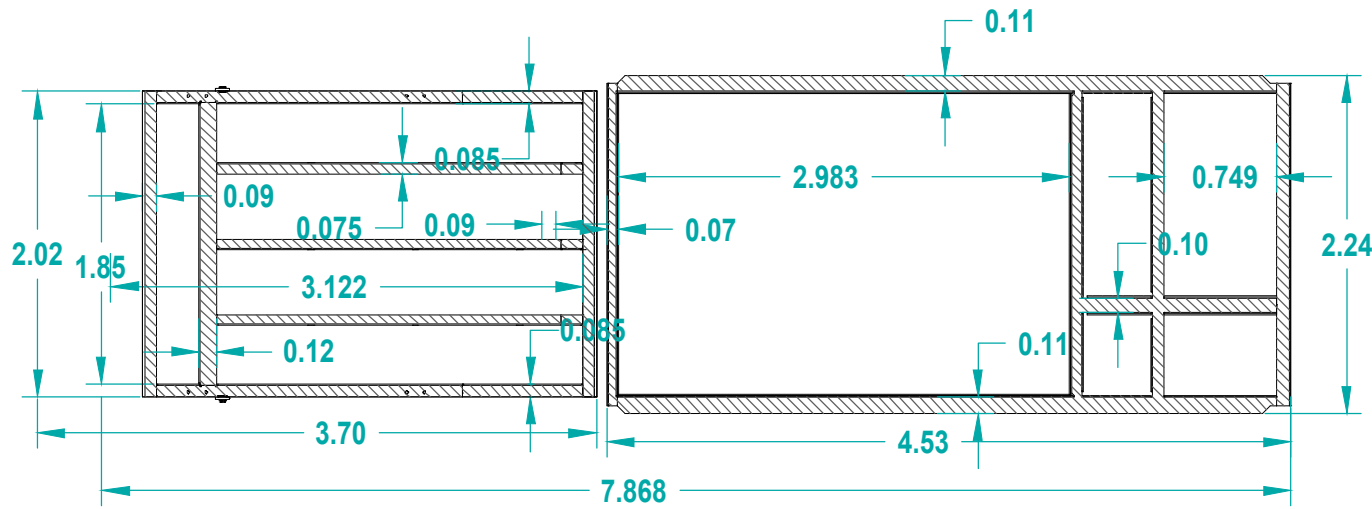


ESQUEMA ESTACIÓN MV SKID

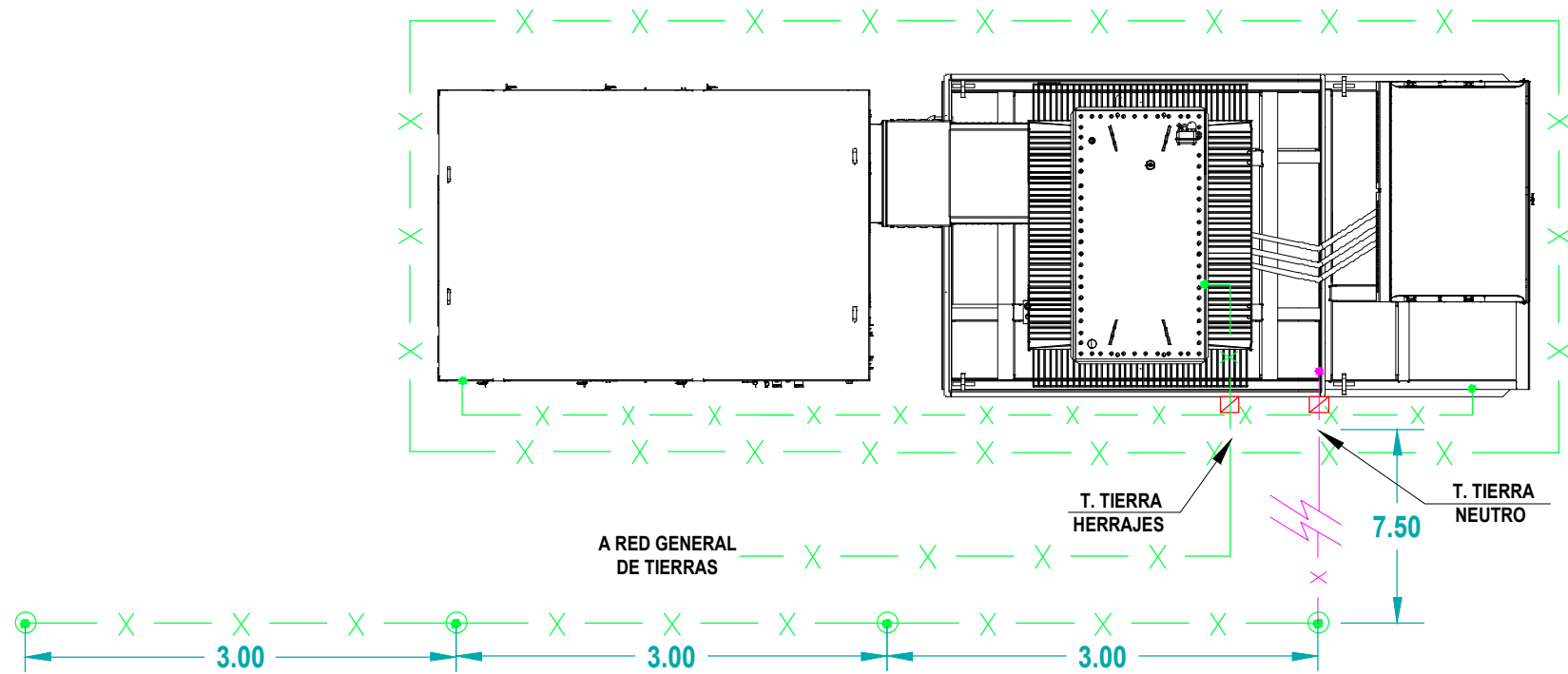
23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO	
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14	
13	14/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT	
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.	
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE CT MV SKID.	
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION	
PROYECTO:				<div><div></div><div>E.ROJAS INGENIERÍA,S.L. CIF: B02567303  POL. IND. C/COROMINAS, Nº12-14, TFNO. +34 967 140 850 02600 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringeneria.com</div></div>	
ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"					
SITUACION:				Nº O.T.:	FIRMA: 
POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				20 - 731 / 12	
PROMOTOR:				RESPONSABLE:	
RENOVALIA ALORA, S.L. 				JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.AB (COL. Nº 1.026)	
PLANO:				DIBUJADO	ESCALA:
PLANO DE CT MV SKID.				VºBº	1/50
				Nº PLANO:	
				RAR-ER-PE-005	23



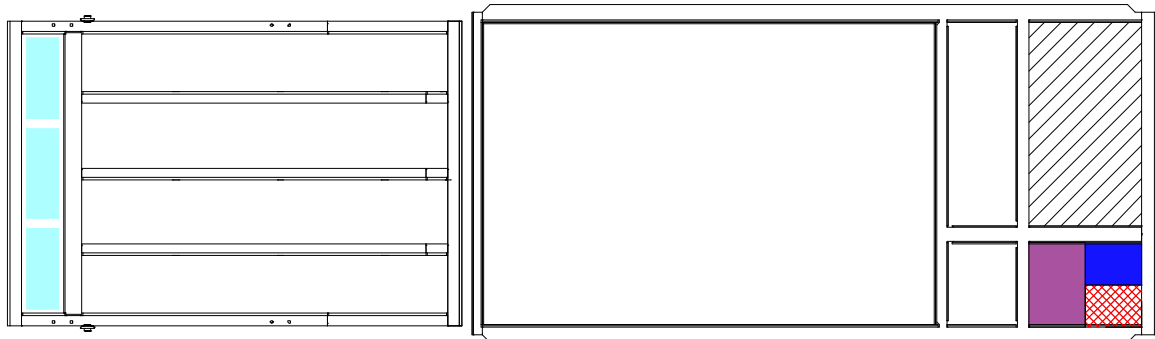
-CIMENTACIÓN ESTACIÓN MT MV Skid-



-VISTA SUPERIOR Y DETALLE RED DE TIERRA-



-VISTA INFERIOR-

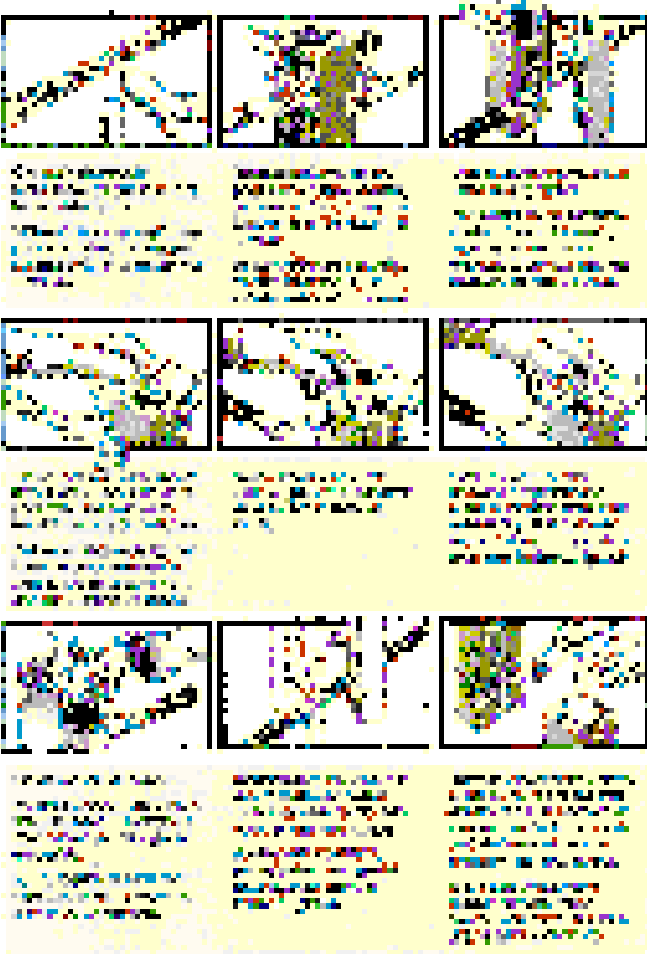


- AC Entrada y conexión a tierra
- DC Entrada y conexión a tierra
- Conexión Inversor y Comunicación
- MV Conexión
- LV Conexión a tierra cuadro y comunicación (FO)

CONEXIONES FRECUENTES S/E



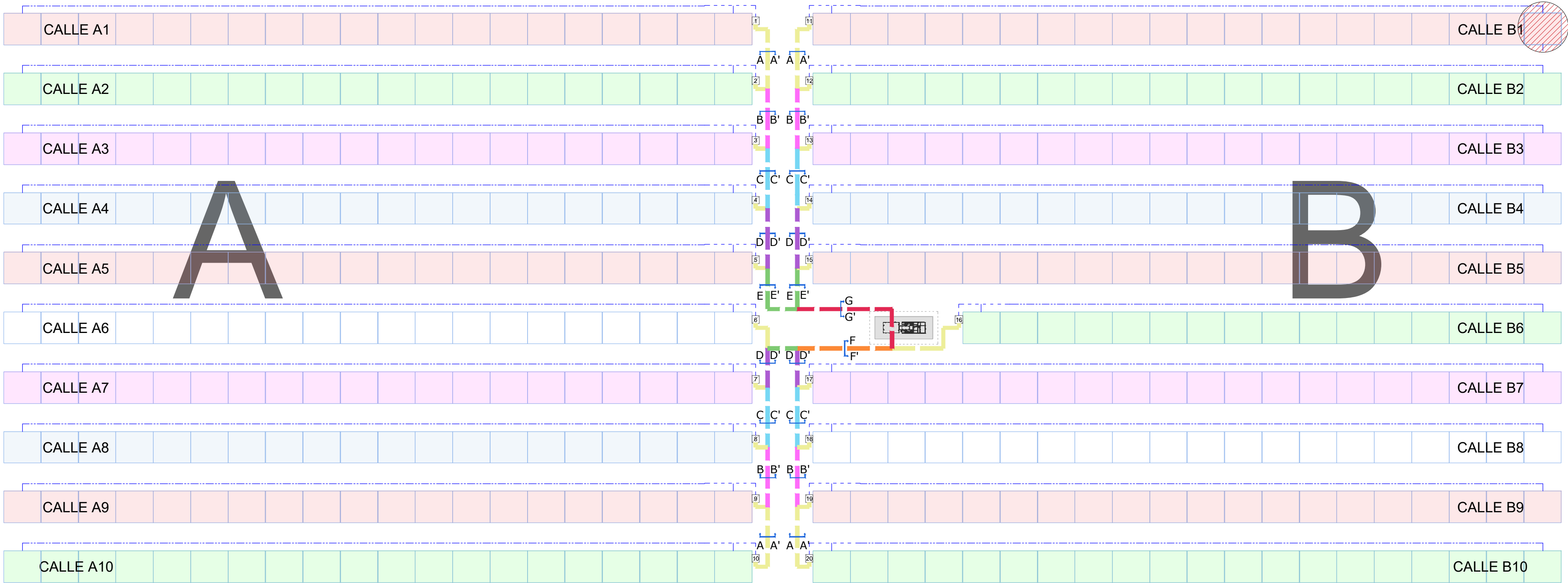
PROCESO DE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA



SIMBOLOS

- CABLE DE COBRE TRENZADO DE 1 x 50mm2 PARA RED PUESTA A TIERRA DESNUDO 0,6 / 1 KV
- CABLE DE COBRE TRENZADO DE 1 x 50mm2 PARA RED PUESTA A TIERRA AISLADO 0,6 / 1 KV
- DERIVACION EN "T" CON SOLDADURA, EN CABLE DE 50mm2.
- CONEXION A EQUIPO CON TERMINAL
- PICA DE P/TIERRA Y POZO DE INSPECCION.

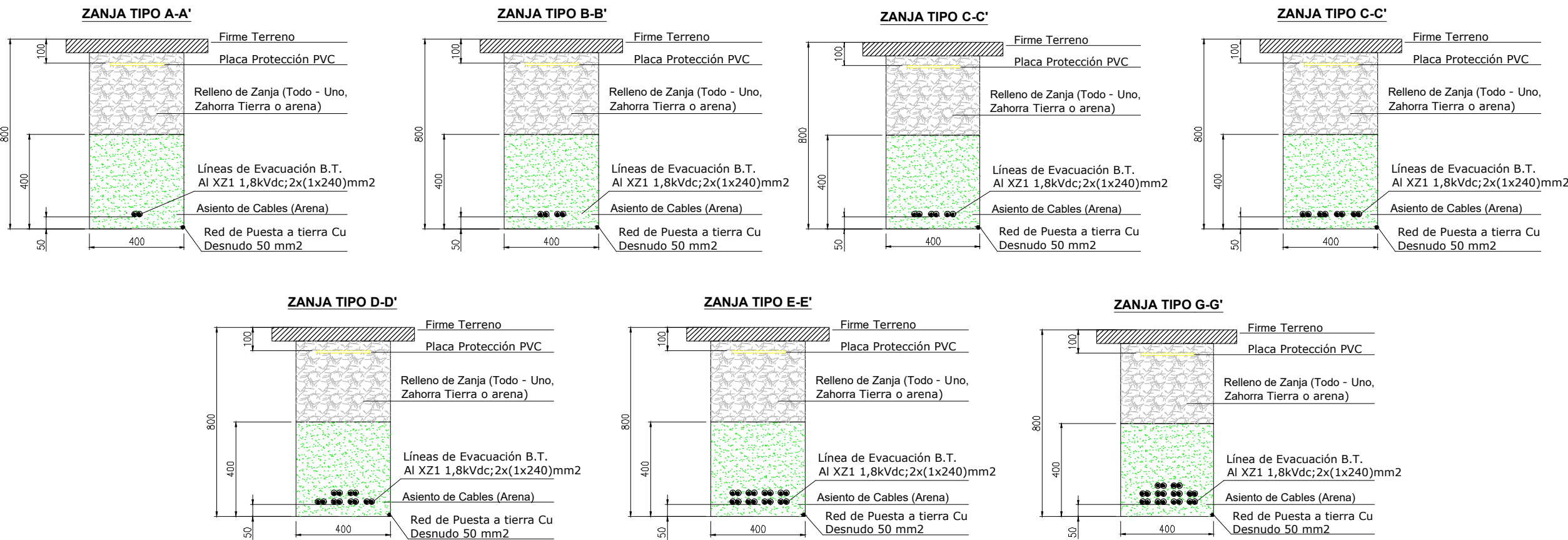
23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO	
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14	
13	14/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT	
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.	
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE DETALLE CT MV SKID.	
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION	
PROYECTO:				<div><div><div>3R</div><div>INGENIERÍA</div></div><div><div>E.ROJAS INGENIERÍA,S.L.</div><div>CIF: B92567303</div><div>POL. IND. CICOROMINAS, Nº12-14. TFO. +34 967 140 850</div><div>02600 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA)</div><div>www.eriingenieria.com</div></div></div>	
ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"					
SITUACION:				Nº O.T.:	
POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				20 - 731 / 12	
PROMOTOR:				FIRMA:	
RENOVALIA ALORA, S.L.					
				RESPONSABLE:	
				JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.A.B (COL. Nº 1.026)	
PLANO:				ESCALA:	
PLANO DE DETALLE CT MV SKID.				1/50	
DIBUJADO				A.M.B. (25/07/2024)	
VºBº				J.M.M. (25/07/2024)	
Nº PLANO:				REVISION:	
RAR-ER-PE-007				23	



-LEYENDA-

- 10x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja G - G'
- 9x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja F - F'
- 5x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja E - E'
- 4x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja D - D'
- 3x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja C - C'
- 2x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja B - B'
- 2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja A - A'
- 2x(AI XZ1(S) 1,8Vdc 1x240mm<sup>2</sup>) Canaliz.soportes.
- Caja de Seccionamiento

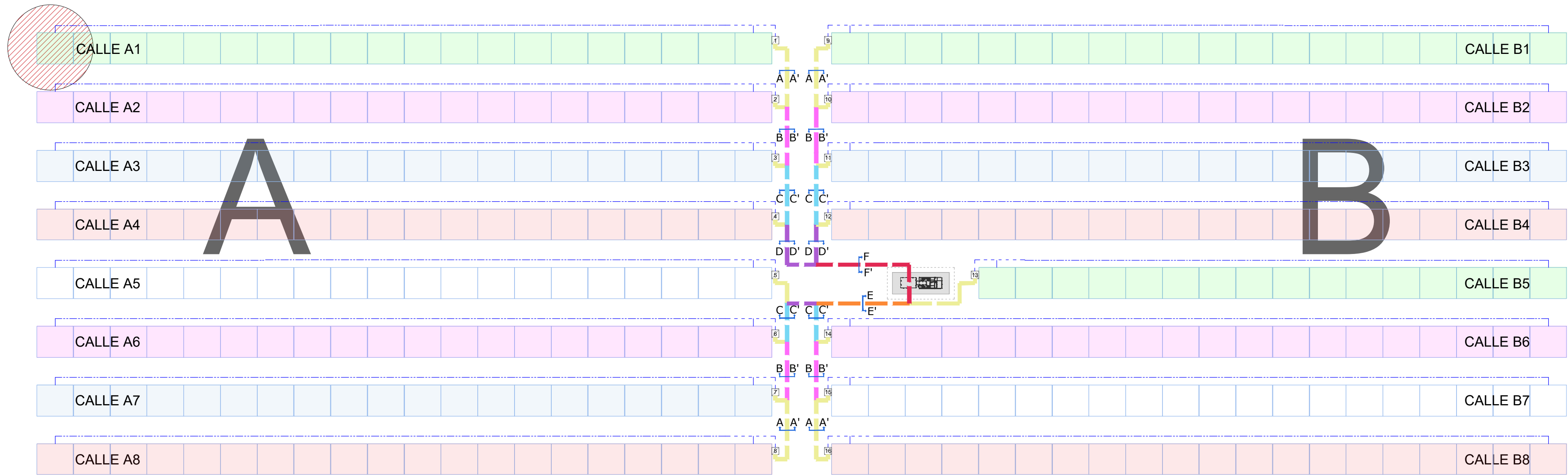
- DISTRIBUCIÓN BLOQUE TIPO Y ZANJAS B.T.-



CALCULO DE DISTANCIA MÁS DESFAVORABLE  
VER ANEXO DE CÁLCULOS

CABLE AL XZ1(S) 1,8kVdc 2x(1x240)mm <sup>2</sup>		
LONGITUD DISTANCIA MÁS DESFAVORABLE (m)		c.d.t. (%)
DE INVERSOR A SERIE B1-S10	219	0,428

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE CAJETÍN A V14
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL DE PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE B.T.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALTALIA II"				E.R.INGENIERÍA,S.L. CIF: B02057591 POL. IND. COORDINADAS, Nº12-14, TRIO-14, 14714-14715 03001-VI LÁNGARA (CÓD. N° 1.026) www.enrgeria.com
SITUACIÓN: POLÍGONOS 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).		Nº O.T.: 20 - 732 / 12		FIRMA: 
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.		RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.A.B. (COL. Nº 1.026)		
PLANO: DETALLE DE DISTRIBUCIÓN B.T. FS4200.		DIBUJADO: A.M.B. (25/07/2024) VºBº: J.M.M. (25/07/2024)		ESCALA: 1/1.000
Nº PLANO: RAR-ER-PE-009.1		REVISION: 23		



-LEYENDA-

- DISTRIBUCIÓN BLOQUE TIPO Y ZANJAS B.T.-



CALCULO DE DISTANCIA MÁS DESFAVORABLE  
VER ANEXO DE CÁLCULOS

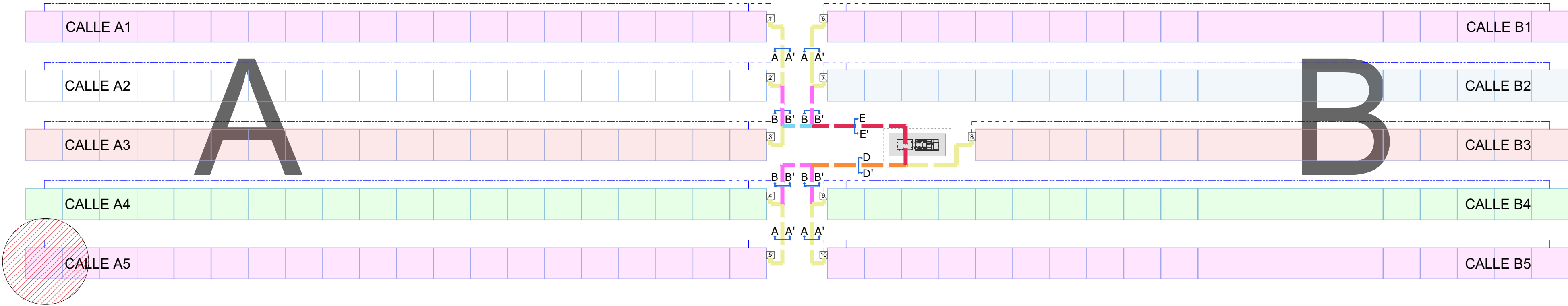
CABLE AL XZ1(S) 1,8kVdc 2x(1x240)mm <sup>2</sup>		
LONGITUD DISTANCIA MÁS DESFAVORABLE (m)		c.d.t. (%)
DE INVERSOR A SERIE A1-S10	227	0,651

- 8x2x(Al XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja F - F'
- 7x2x(Al XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja E - E'
- 4x2x(Al XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja D - D'
- 3x2x(Al XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja C - C'
- 2x2x(Al XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja B - B'
- 2x(Al XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja A - A'
- 2x(Al XZ1(S) 1,8Vdc 1x240mm<sup>2</sup>) Canaliz.soportes.

Caja de Seccionamiento

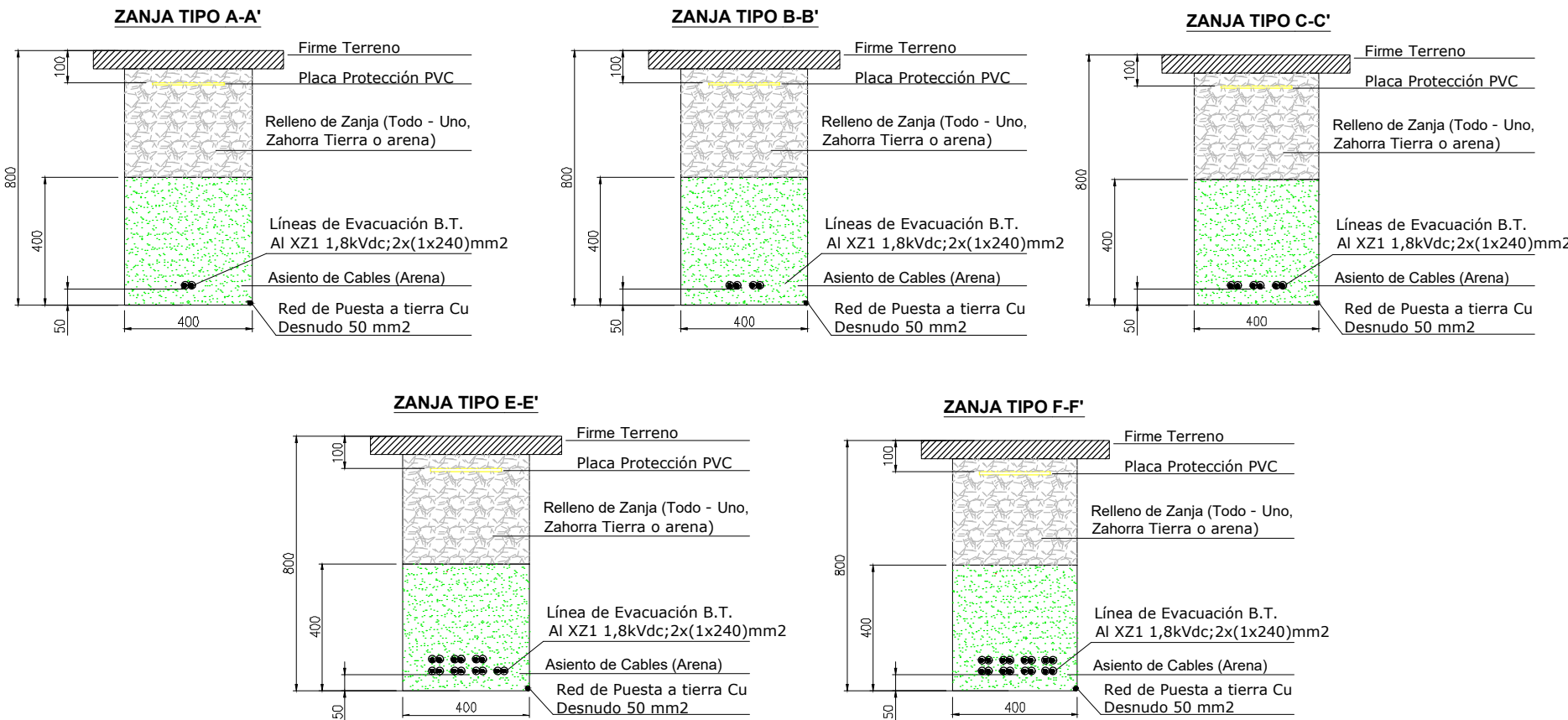
23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL DE PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE B.T.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALTALIA II"				E.R.INGENIERÍA,S.L. CIP: B20287593
SITUACIÓN: POLIGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				Nº O.T.: 20 - 732 / 12
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.A.B (COL. Nº 1.026)
PLANO: DETALLE DE DISTRIBUCIÓN B.T. FS3150.				ESCALA: 1/1.000
Nº PLANO: RAR-ER-PE-009.2				REVISION: 23





-LEYENDA-

- DISTRIBUCIÓN BLOQUE TIPO Y ZANJAS B.T.-



CALCULO DE DISTANCIA MÁS DESFAVORABLE  
VER ANEXO DE CÁLCULOS

CABLE AL XZ1(S) 1,8kVdc 2x(1x240)mm <sup>2</sup>		
LONGITUD DISTANCIA MÁS DESFAVORABLE (m)		c.d.t. (%)
DE INVERSOR A SERIE A15-S10	267	0,796

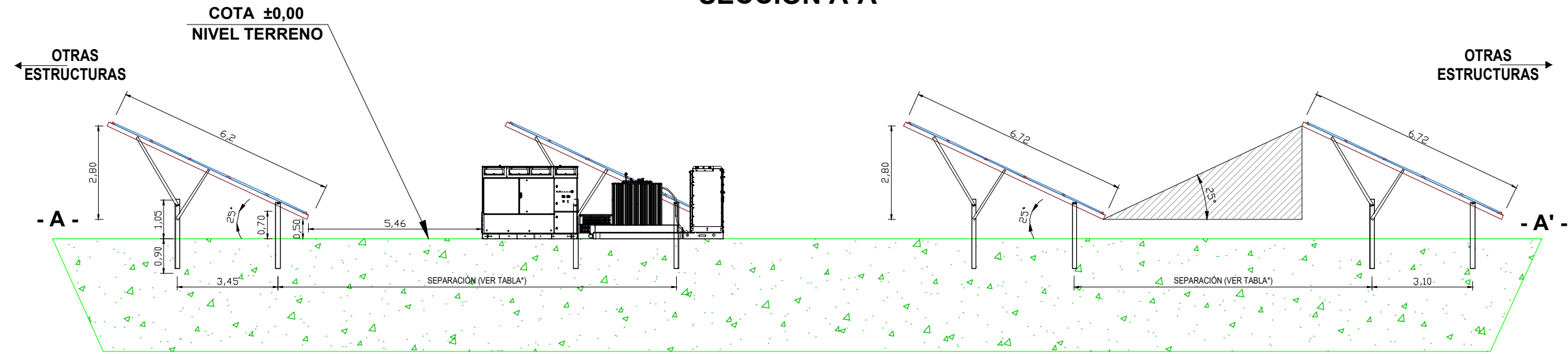
- 5x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja E - E'
- 4x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja D - D'
- 3x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja C - C'
- 2x2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja B - B'
- 2x(AI XZ1(S) 1,8kVdc 1x240mm<sup>2</sup>) C.d.enterr. Zanja A - A'
- 2x(AI XZ1(S) 1,8Vdc 1x240mm<sup>2</sup>) Canaliz.soportes.

Caja de Seccionamiento

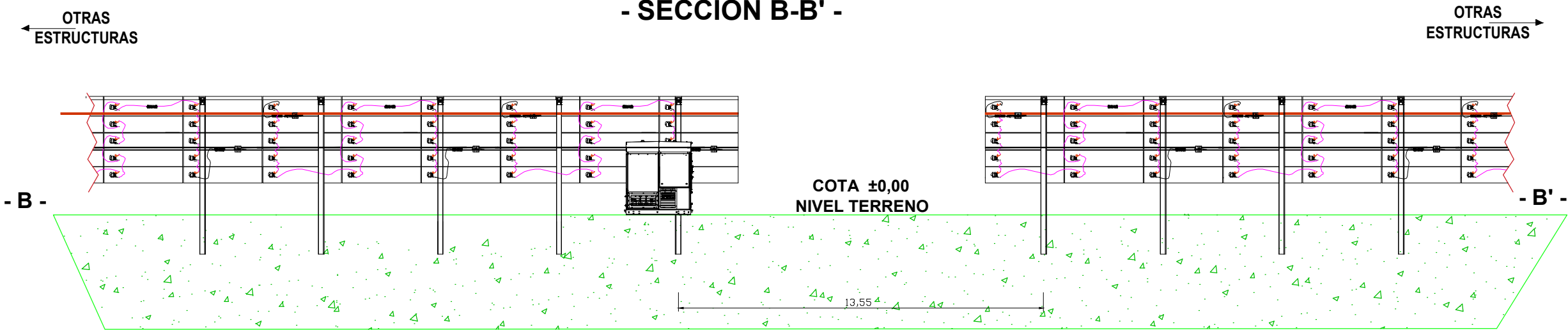
\*Nota: Se representa un Bloque tipo

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL DE PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE B.T.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALTALIA II"				E.R.INGENIERÍA,S.L. CIF: B0287593
SITUACIÓN: POLIGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				Nº O.T.: 20 - 732 / 12
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.A.B (COL. Nº 1.026)
PLANO: DETALLE DE DISTRIBUCIÓN B.T. FS2100.				ESCALA: 1/1.000
Nº PLANO: RAR-ER-PE-009.3				REVISION: 23

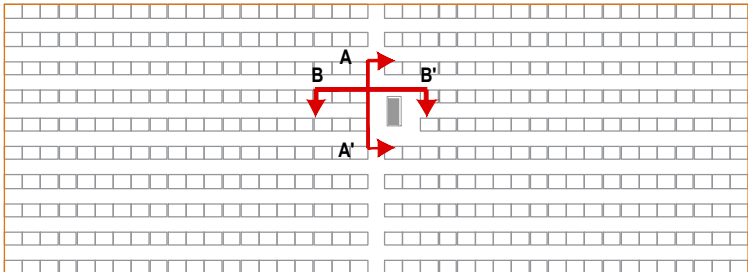
- SECCIÓN A-A' -



- SECCIÓN B-B' -



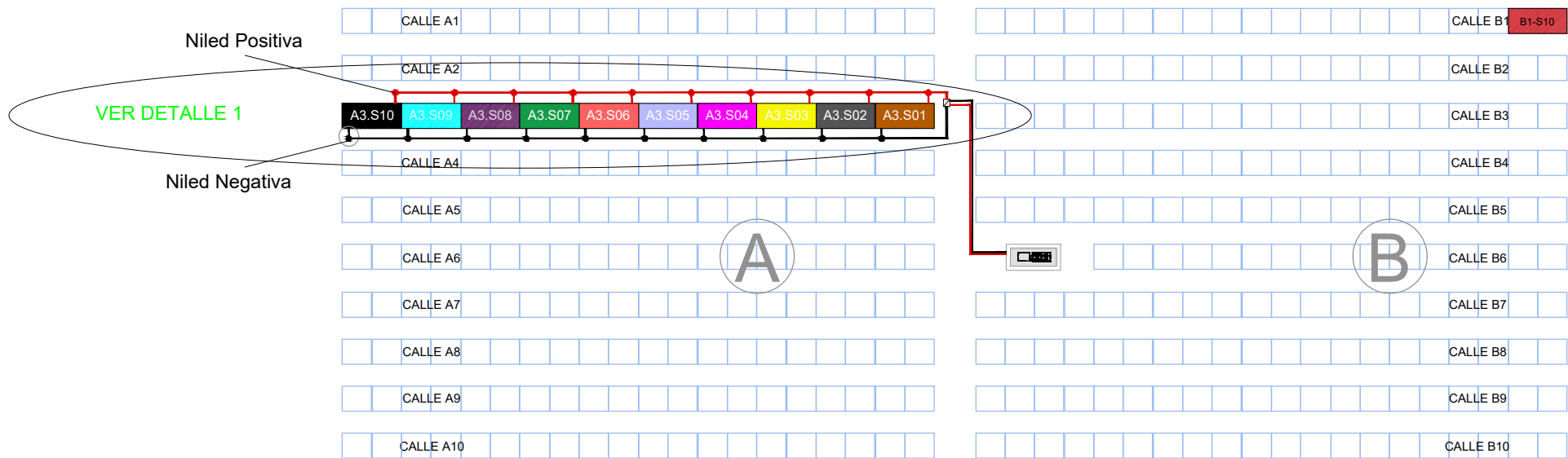
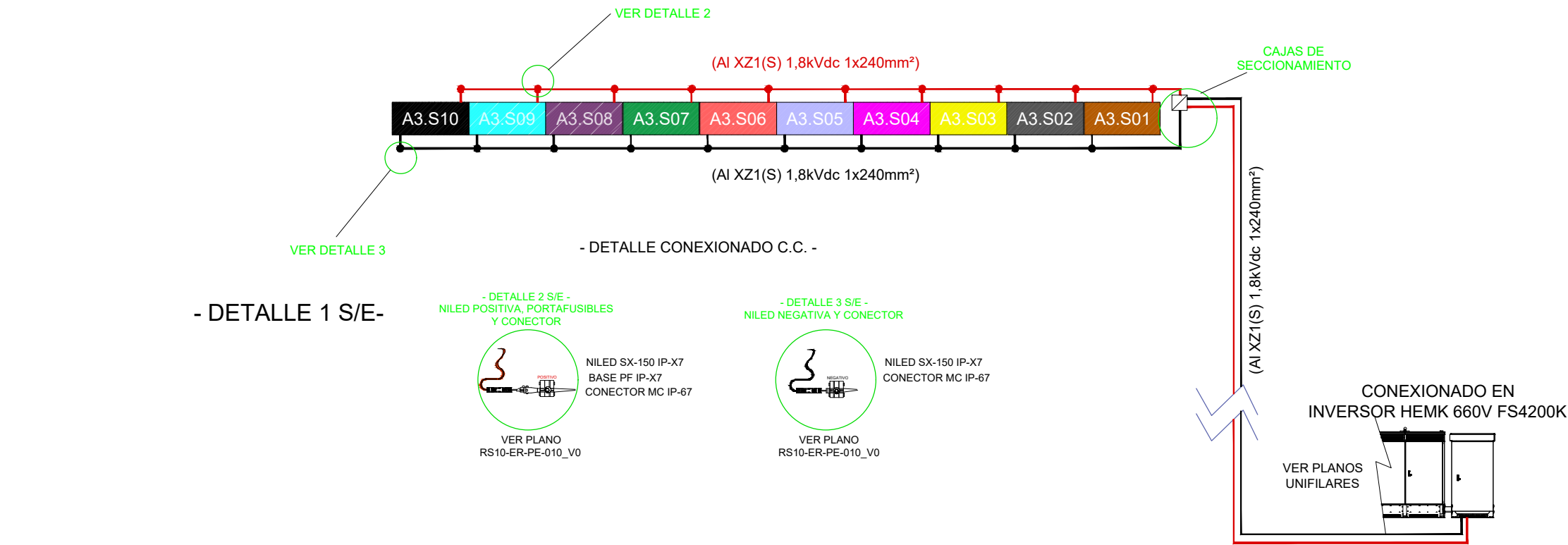
- DETALLE BLOQUE TIPO S/E -



PITCH IMPLANTACION PSFV GIBRALGALIAS	
BLOQUE (CT)	PITCH (m)
BLOQUE 1	11
BLOQUE 2	11
BLOQUE 3	17
BLOQUE 4	12
BLOQUE 5	17
BLOQUE 6	19
BLOQUE 7	12
BLOQUE 8	19
BLOQUE 9	19
BLOQUE 10	17
BLOQUE 11	9,5
BLOQUE 12	9,5
BLOQUE 13	9,5
BLOQUE 14	9,5
BLOQUE 15	9,5
BLOQUE 16	9,5

\*Separación entre la pata delantera de una estructura y la pata delantera de la siguiente estructura.

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVA IMPLANTACIÓN	
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14	
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT	
10	01/06/2021	J.M.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.	
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE DETALLE DE SECCIÓN DE PLANTA FV.	
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION	
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"				<div><div><div>E.R.INGENIERÍA,S.L. CIF: B02567303  POL. IND. C/COROMINAS, Nº12-14, TFNO. +34 967 140 850 02600 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringenieria.com</div></div></div>	
SITUACION: POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				Nº O.T.:  20 - 732 / 12	FIRMA: 
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L. 				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)	
PLANO: DETALLE DE SECCIÓN DE PLANTA FV.				<div>DIBUJADO A.M.B. (25/07/2024)</div> <div>VºBº J.M.M. (25/07/2024)</div> <div>Nº PLANO: RAR-ER-PE-010</div>	<div>ESCALA: 1/150</div> <div>REVISION: 23</div>

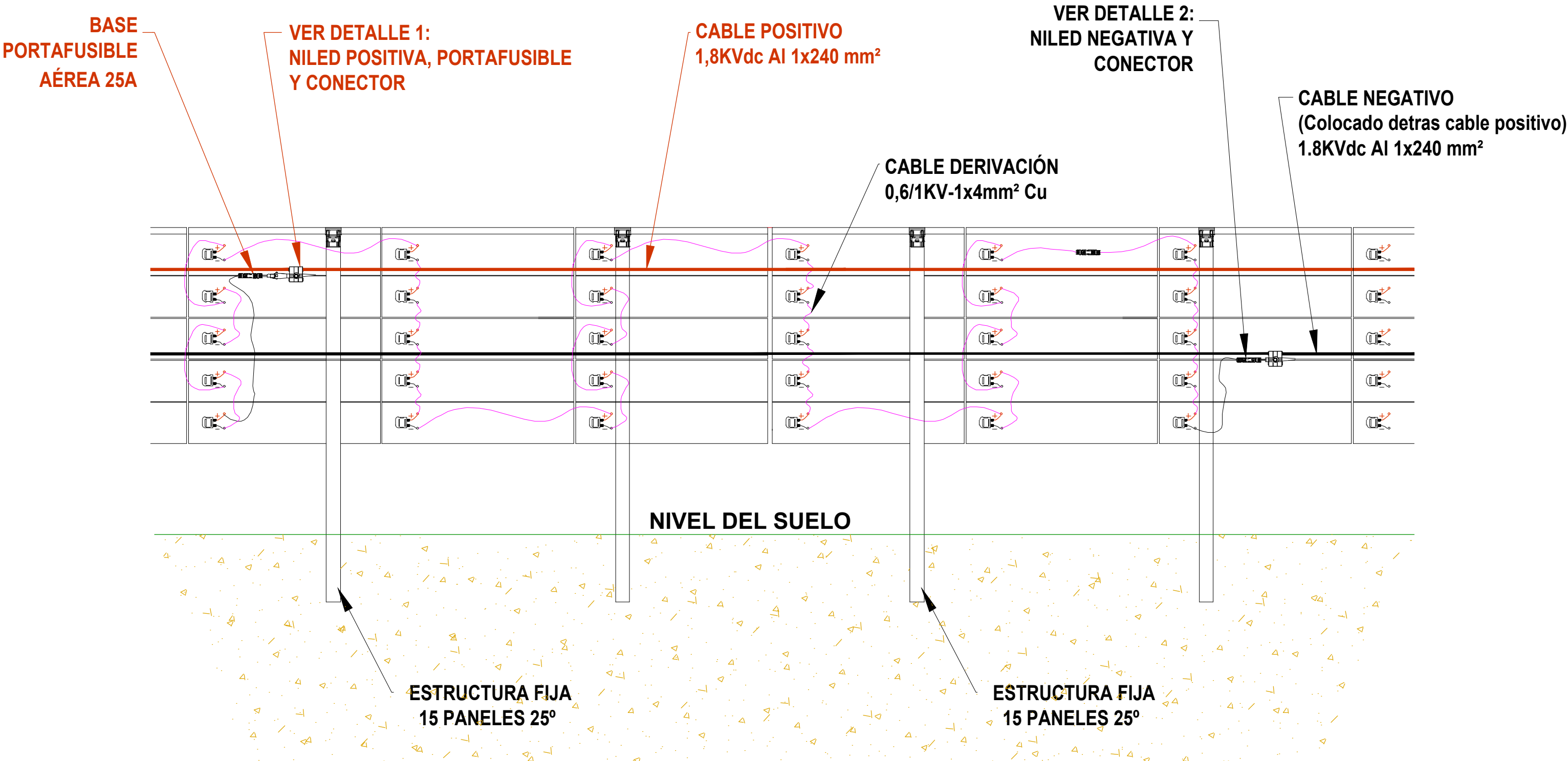


CALCULO DE DISTANCIAS MÁS DESFAVORABLES  
VER ANEXO DE CÁLCULOS

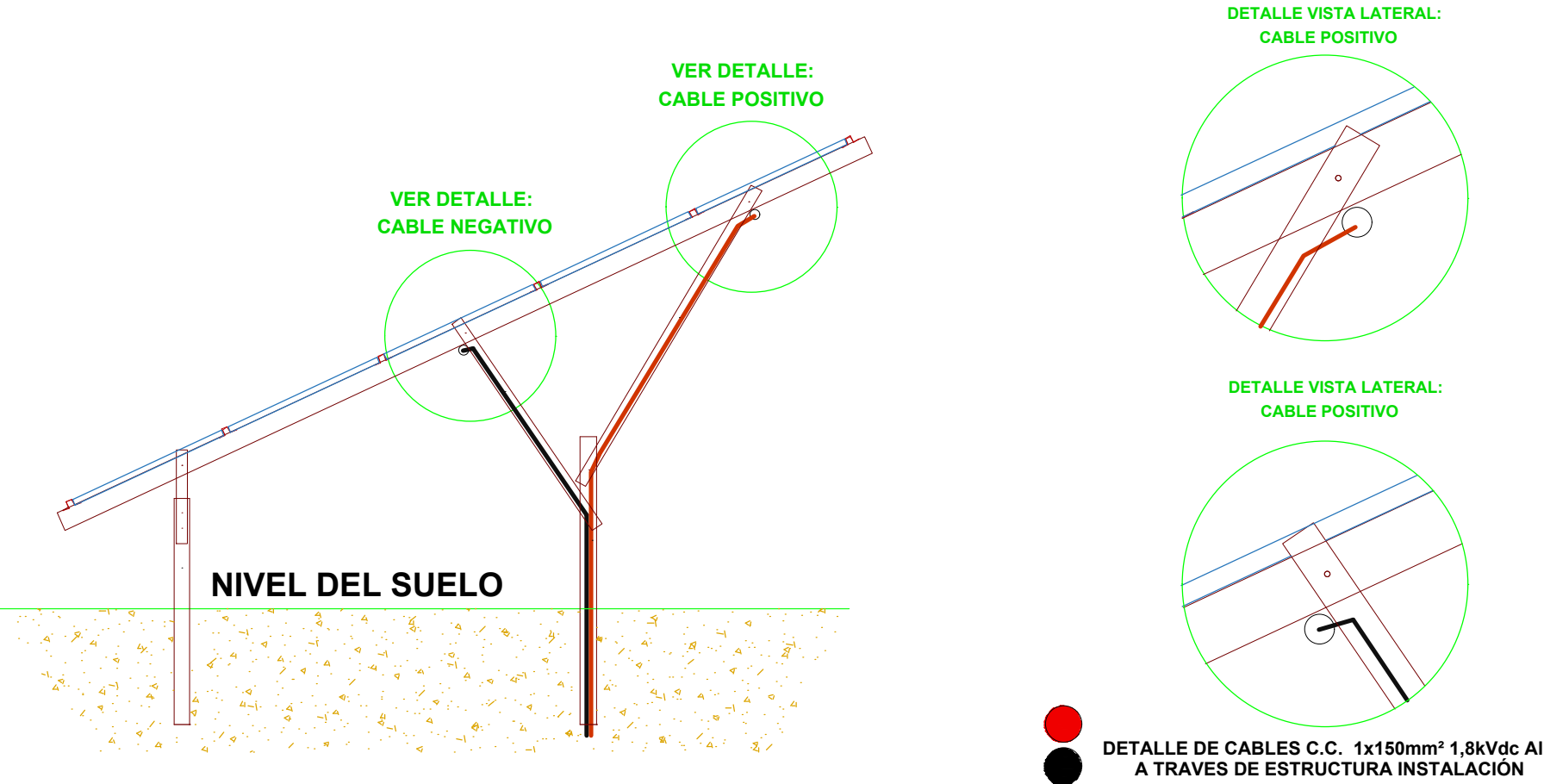
CABLE AL XZ1(S) 1,8kVdc 2x(1x240)mm²		
LONGITUD DISTANCIA MAS DESFAVORABLE (m)		
DE INVERSOR 10 A SERIE B1-S10		219 m
DE INVERSOR 11 A SERIE A1-S10		227 m
DE INVERSOR 4 A SERIE A15-S10		267 m

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
12	03/03/2023	D.G.P.	J.M.M.	NUEVA IMPLANTACIÓN
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL DE PLANO DE DETALLE DE CONEX. DE CAJA SECCIONAMIENTO TIPO.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV 39 MW."GIBRALGALIA II"				<div><div>E.ROJAS INGENIERÍA,S.L. CIF: B02567303  POL. IND. C/COROMINAS, Nº12-14, TFNO. +34 967 140 850 02600 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringeneria.com</div></div>
SITUACION: POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MALAGA).				<div><div>Nº O.T.: 20 - 732 / 12</div><div>FIRMA: </div></div>
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.U. 				<div>RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.AB (COL. Nº 1.026)</div>
PLANO: PLANO DE DETALLE DE CONEXIONADO DE CAJA SECCIONAMIENTO TIPO.				<div><div><div>DIBUJADO A.M.B. (25/07/2024)</div><div>VºBº J.M.M. (25/07/2024)</div><div>Nº PLANO: RAR-ER-PE-011</div></div><div><div>ESCALA: S/E</div><div>REVISION: 23</div></div></div>

-DETALLE CONEXIONADO SERIES-  
CABLEADO 30 MÓDULOS "SUNTECH STP690S" - S/E



- VISTA LATERAL ESTRUCTURA -  
DETALLE COLOCACIÓN CABLES C.C.



DETALLE 1  
NILED POSITIVA ,BASE PORTAFUSIBLE  
Y CONECTOR

CONECTOR MC  
IP-67

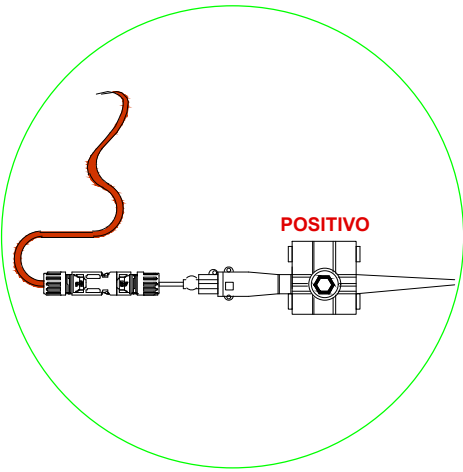


Imagen Real

NILED SX-150  
IP-X7



BASE PF  
IP-X7

Imagen Real

DETALLE 2: NILED NEGATIVA

CONECTOR MC  
IP-67

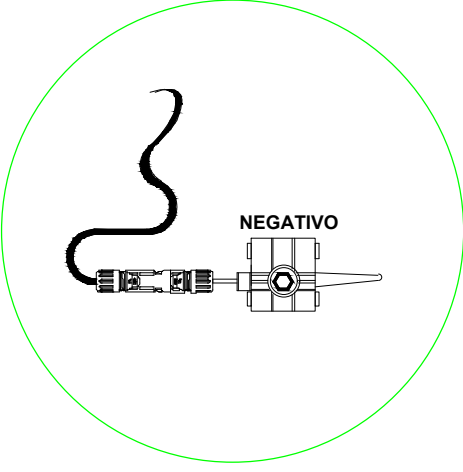


Imagen Real

NILED SX-150  
IP-X7



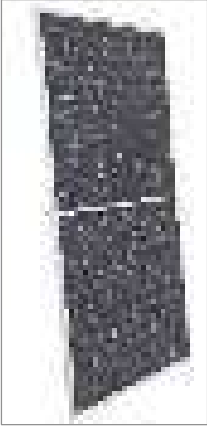
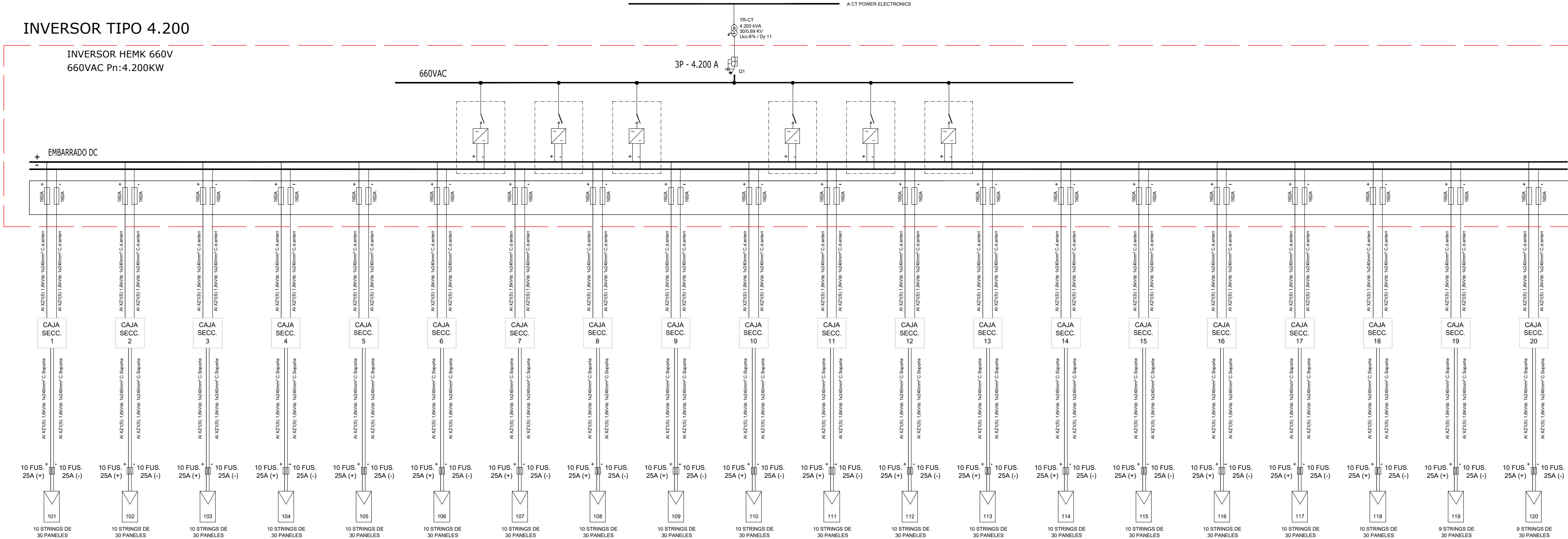
Imagen Real

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PLANO POR SUSTITUCIÓN DE MÓDULOS FV 660 Wp.
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL DE PLANO DE DETALLE DE CABLEADO DE MÓDULO.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	V"B"	DESCRIPCION
PROYECTO:				ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"
SITUACION:				POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).
PROMOTOR:				RENOVALIA ALORA, S.L.
PLANO:				DETALLE DE CABLEADO DE MÓDULO.
DIBUJADO:				A.M.B. (25/07/2024)
V"B":				J.M.M. (25/07/2024)
Nº PLANO:				RAR-ER-PE-012
ESCALA:				1/1.000
REVISION:				23



INVERSOR TIPO 4.200

INVERSOR HEMK 660V  
660VAC Pn:4.200KW



MODULO  
SUNTECH - STP690S-D66/Wmh

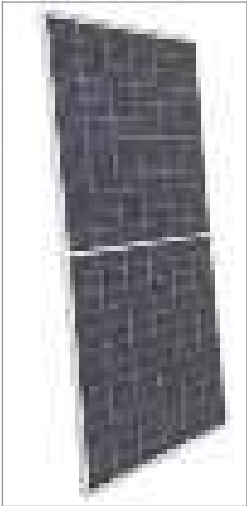
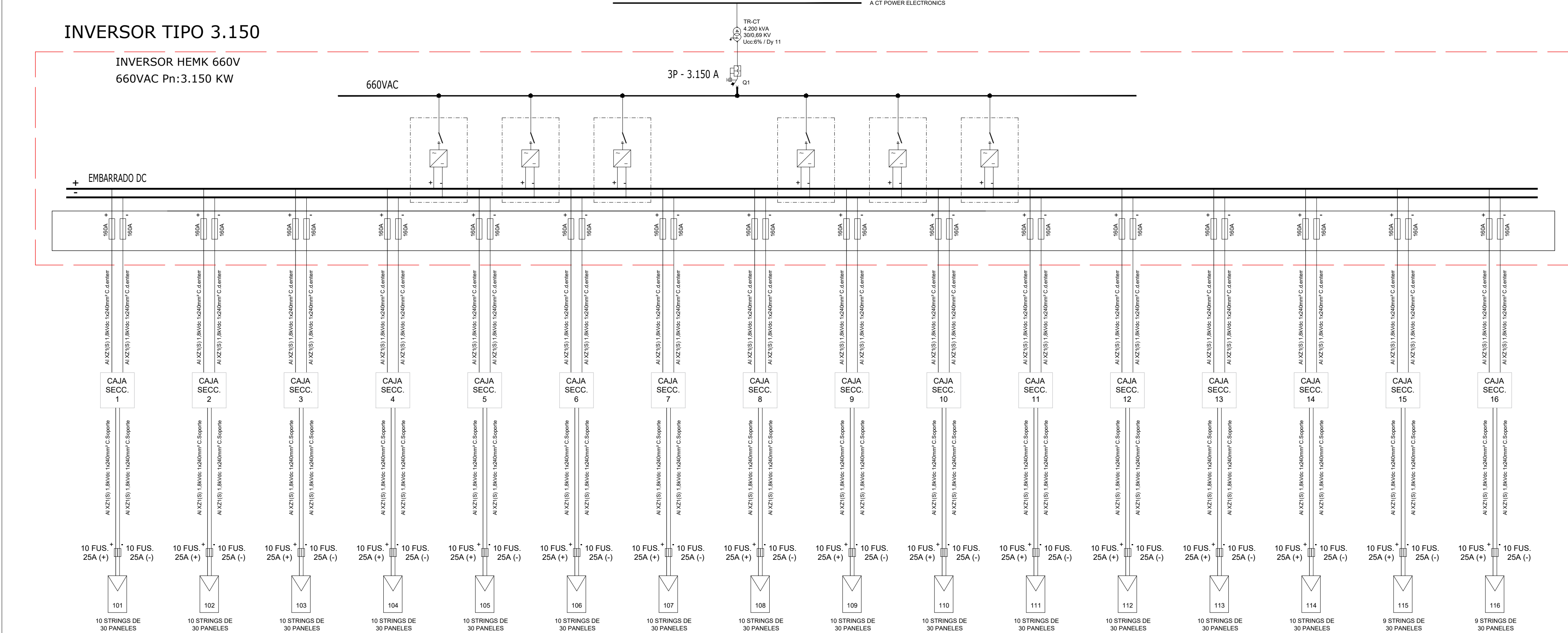
	Unidad Medida	Medida
Potencia Nominal Máxima	Pmax [ W ]	690
Voltaje Circuito Abierto	Voc [ V ]	47.25
Voltaje Potencia Máxima	Vmp [ V ]	39.25
Corriente de Cortocircuito	Isc [ A ]	18.59
Corriente Potencia Máxima	Imp [ A ]	17.59
Eficiencia del Módulo	[ % ]	22.20
Cantidad total Módulos Planta	-	56.550

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO	
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14	
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT	
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 3.510 KW.	
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN	
PROYECTO:				<div><div><div><div>3R</div><div>INGENIERÍA</div></div><div><div>E.I.INGENIERÍA,S.L.</div><div>CIF: B02567303</div><div>POL. IND. CICORROMNAS, Nº12-14, TFNO. +34 967 140 850</div><div>02000 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA)</div><div>www.enringenieria.com</div></div></div></div>	
ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"					
SITUACION:				Nº O.T.:	
POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				20 - 732 / 12	
PROMOTOR:				FIRMA:	
RENOVALIA ALORA, S.L.					
				RESPONSABLE:	
				JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)	
PLANO:				ESCALA:	
PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 4.200 KW.				S/E	
DIBUJADO				A.M.B. (25/07/2024)	
VºBº				J.M.M. (25/07/2024)	
Nº PLANO:				REVISION:	
RLN-ER-PE-020				23	



INVERSOR TIPO 3.150

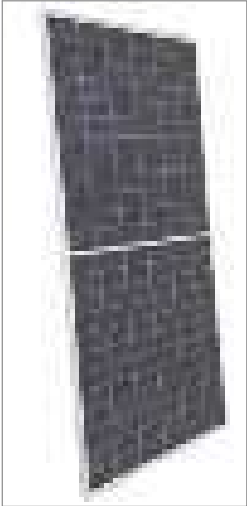
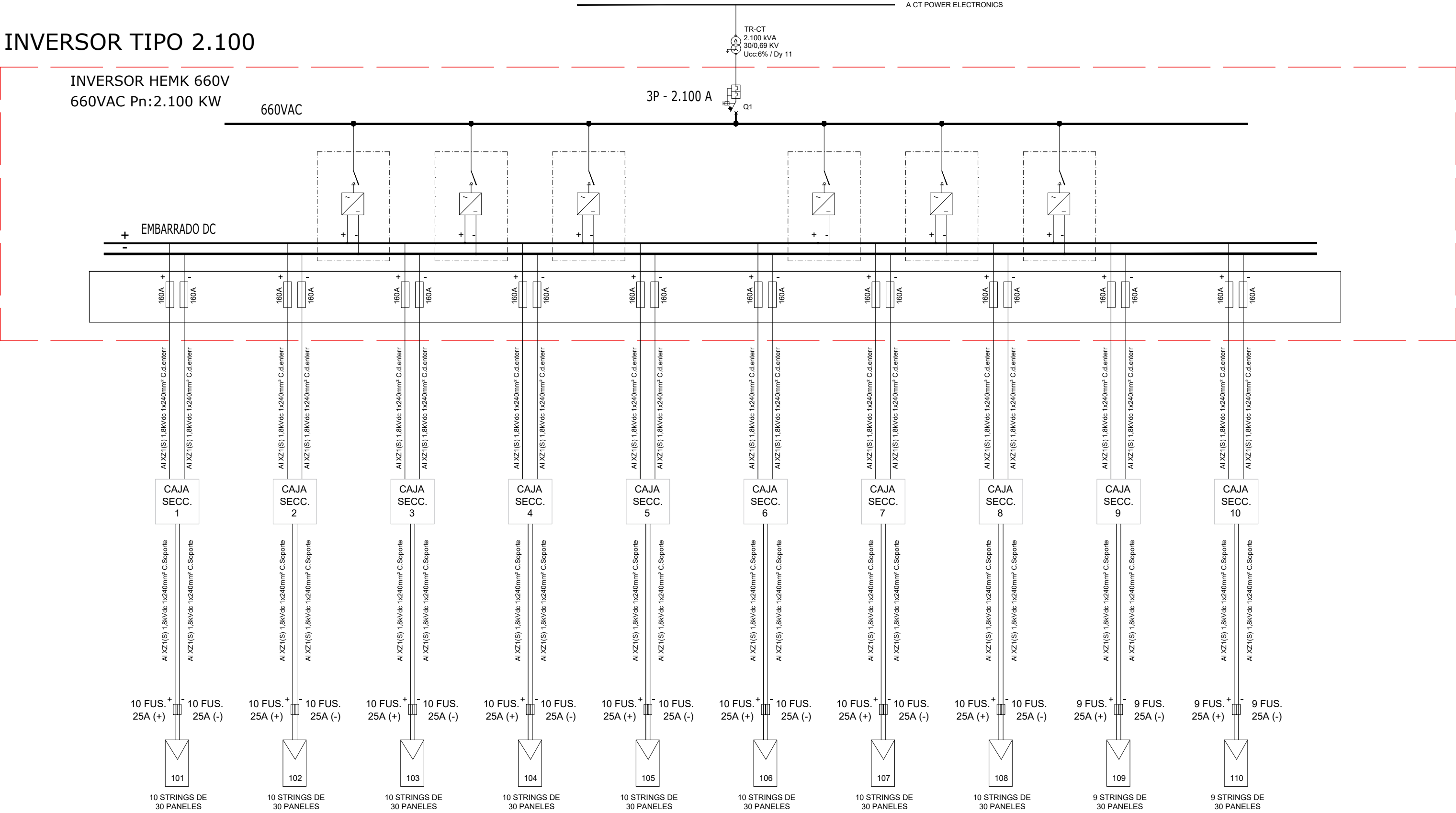
INVERSOR HEMK 660V  
660VAC Pn:3.150 KW



MODULO  
SUNTECH - STP690S-D66/Wmh

	Unidad Medida	Medida
Potencia Nominal Máxima	Pmax [W]	690
Voltaje Circuito Abierto	Voc [V]	47.25
Voltaje Potencia Máxima	Vmp [V]	39.25
Corriente de Cortocircuito	Isc [A]	18.59
Corriente Potencia Máxima	Imp [A]	17.59
Eficiencia del Módulo	[%]	22.20
Cantidad total Módulos Planta	-	56.550

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 3.510 KW.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO:				<div><div><div><div>ER</div><div>INGENIERÍA</div></div><div>E.R.INGENIERÍA,S.L. CIF: B02267303  POL. IND. CICOROMINAS, Nº12-14, TFNO. +34 967 140 850 02000 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringenieria.com</div></div></div>
ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"				
SITUACION:				
POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				Nº O.T.:
PROMOTOR:				20 - 732 / 12
RENOVALIA ALORA, S.L.				FIRMA:
				
RESPONSABLE:				
JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)				
PLANO:				DIBUJADO
PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 3.150 KW.				A.M.B. (25/07/2024)
				VºBº
				J.M.M. (25/07/2024)
Nº PLANO:				ESCALA:
RAR-ER-PE-021				S/E
				REVISION:
				23



MODULO  
SUNTECH - STP690S-D66/Wmh

	Unidad Medida	Medida
Potencia Nominal Máxima	Pmax [W]	690
Voltaje Circuito Abierto	Voc [V]	47.25
Voltaje Potencia Máxima	Vmp [V]	39.25
Corriente de Cortocircuito	Isc [A]	18.59
Corriente Potencia Máxima	Imp [A]	17.59
Eficiencia del Módulo	[%]	22.20
Cantidad total Módulos Planta	-	56.550

23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO	
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14	
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT	
10	25/05/2021	D.G.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 3.510 KW.	
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION	
PROYECTO:				<div><div>E.R.INGENIERÍA,S.L. CIF: B02567303  POL. IND. CICORROMINAS, Nº12-14, TºNO. -34 967 140 850 02000 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringenieria.com</div></div>	
ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. "GIBRALGALIA II"					
SITUACION:				Nº O.T.:	FIRMA: 
POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				20 - 732 / 12	
PROMOTOR:				RESPONSABLE:	
RENOVALIA ALORA, S.L. 				JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)	
PLANO:				DIBUJADO:	ESCALA:
PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR 3.150 KW.				A.M.B. (25/07/2024)	S/E
				VºBº	
				J.M.M. (25/07/2024)	
				Nº PLANO:	REVISION:
				RAR-ER-PE-021.1	23

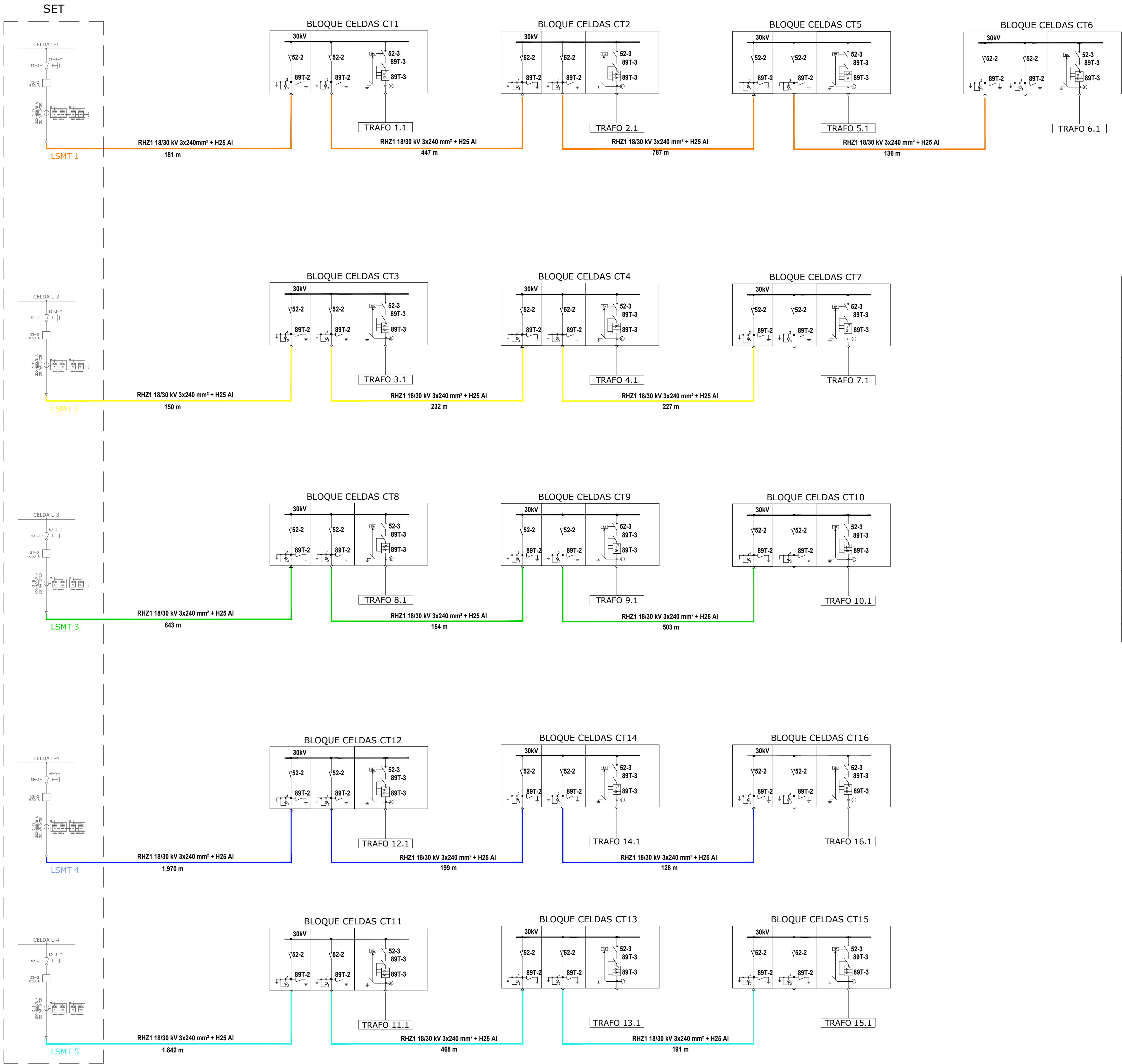
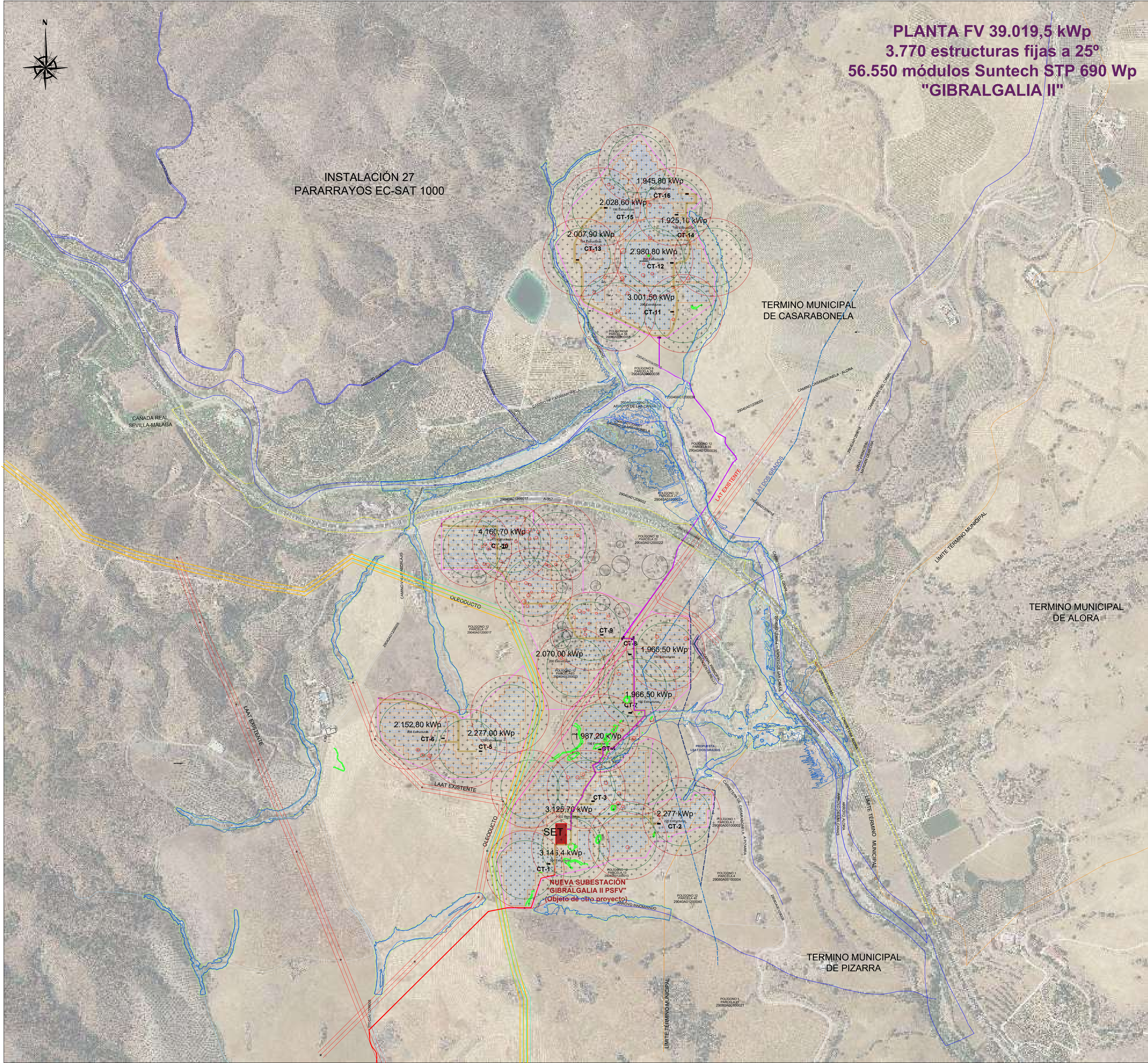


TABLA RESUMEN POTENCIAS FV GIBRALGALIA II						
BLOQUE	POTENCIA	DENOM.	Nº CAJAS SECCIONA.	POTENCIA INVERSOR	POTENCIA TRAFO	LÍNEA LSMT
BLOQUE 1	3.146,40 kWp	1	16	3.150 KWn	3.150 KVA	LSMT 1
BLOQUE 2	2.277,00 kWp	2	11	2.100 KWn	2.100 KVA	
BLOQUE 3	3.125,70 kWp	3	16	3.150 KWn	3.150 KVA	LSMT 2
BLOQUE 4	1.987,20 kWp	4	10	2.100 KWn	2.100 KVA	
BLOQUE 5	2.277,00 kWp	5	11	2.100 KWn	2.100 KVA	LSMT 1
BLOQUE 6	2.152,80 kWp	6	11	2.100 KWn	2.100 KVA	
BLOQUE 7	1.966,50 kWp	7	10	2.100 KWn	2.100 KVA	LSMT 2
BLOQUE 8	1.966,50 kWp	8	10	2.100 KWn	2.100 KVA	
BLOQUE 9	2.070,00 kWp	9	10	2.100 KWn	2.100 KVA	LSMT 3
BLOQUE 10	4.160,70 kWp	10	21	4.200 KWn	4.200 KVA	
BLOQUE 11	3.001,50 kWp	11	15	3.150 KWn	3.150 KVA	LSMT 5
BLOQUE 12	2.980,80 kWp	12	15	3.150 KWn	3.150 KVA	
BLOQUE 13	2.007,90 kWp	13	10	2.100 KWn	2.100 KVA	LSMT 5
BLOQUE 14	1.925,10 kWp	14	10	2.100 KWn	2.100 KVA	
BLOQUE 15	2.028,60 kWp	15	10	2.100 KWn	2.100 KVA	LSMT 5
BLOQUE 16	1.945,80 kWp	15	10	2.100 KWn	2.100 KVA	
TOTAL	39.019,5 KWp		196	39.900 KWn	39.900 KVA	

RESUMEN LSMT			
LÍNEA	TRAMO	LONG (m)	c.d.t. (%)
LSMT 1	SET-CT1-CT2-CT5-CT6	1.551	0,151
LSMT 2	SET-CT3-CT4-CT7	609	0,047
LSMT 3	SET-CT8-CT9-CT10	1.300	0,16
LSMT 4	SET-CT12-CT14-CT16	2.297	0,293
LSMT 5	SET-CT11-CT13-CT15	2.501	0,298

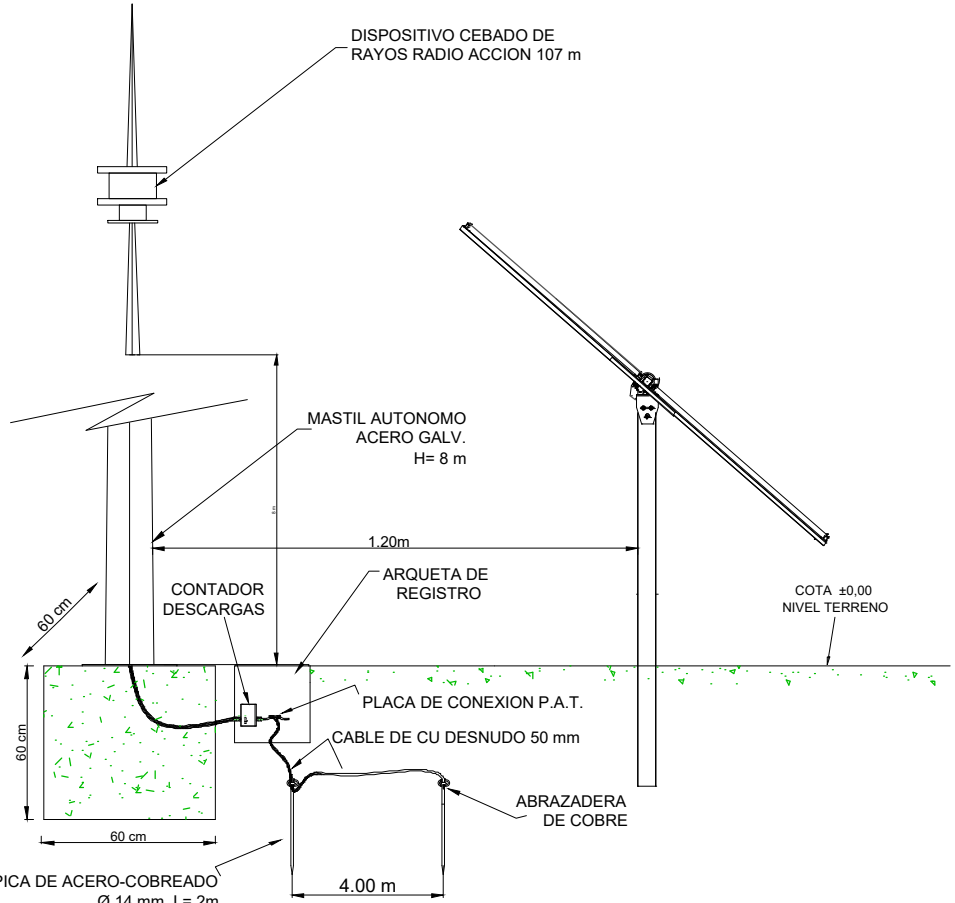
23	31/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
13	15/03/2023	J.A.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN POR EVACUACIÓN DE LSMT
12	10/03/2023	D.G.P.	J.M.M.	NUEVA IMPLANTACIÓN
10	01/06/2021	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR RESUMEN LSMT.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV 39 MW. "GIBRALGALIA II"				<div><div><b>ER</b> INGENIERÍA</div><div>ERROJAS INGENIERÍA S.L. CIF: B20297383 POL. IND. COORDINADAS, Nº13 LA TRINIDAD, 148 800 29010 VILLARREAL (MÁLAGA) www.errojas.com</div></div>
SITUACIÓN: POLÍGONO 8 y 12, VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).		Nº O.T.: 20 - 732 / 12		FIRMA:
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.		RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.T.I.A.B (C.O. Nº 1.026)		
PLANO: PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR RESUMEN LSMT.		DIBUJADO: A.M.B. (31/07/2024) VºBº: J.M.M. (31/07/2024)	ESCALA: S/E	REVISION: 23
		Nº PLANO: RAR-ER-PE-022		



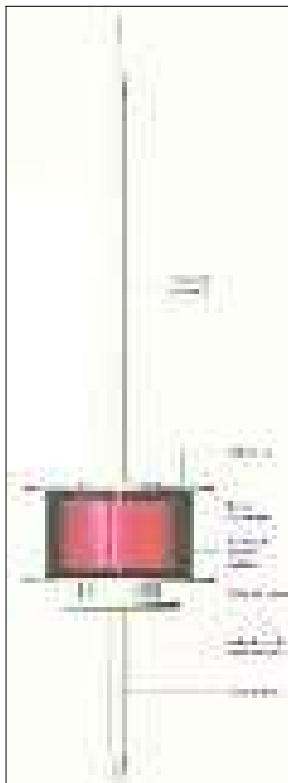


PLANTA FV 39.019,5 kWp  
3.770 estructuras fijas a 25°  
56.550 módulos Suntech STP 690 Wp  
"GIBRALGALIA II"

- DETALLE CONEXIONADO PARARRAYOS -



DETALLE 1  
DESCRIPCIÓN COMPOSICIÓN  
PARARRAYOS



DETALLE 2  
CONTADOR DE CORRIENTE  
DE RAYOS



CONTADOR  
21012

Imagen Real

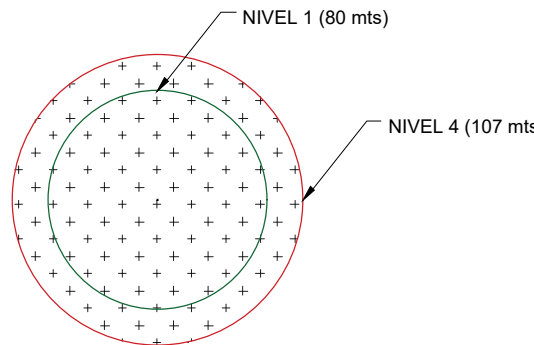
INDICADOR TOTAL  
3 DIGITOS

PARARRAYOS  
EC-SAT 1000

CARACTERÍSTICAS CÁLCULO:

- RADIO ACCIÓN NIVEL 1: 80m / 98% EFICACIA PROTECCIÓN
- RADIO ACCIÓN NIVEL 2: 86m / 95% EFICACIA PROTECCIÓN
- RADIO ACCIÓN NIVEL 3: 93m / 93% EFICACIA PROTECCIÓN
- RADIO ACCIÓN NIVEL 4: 107m / 80% EFICACIA PROTECCIÓN

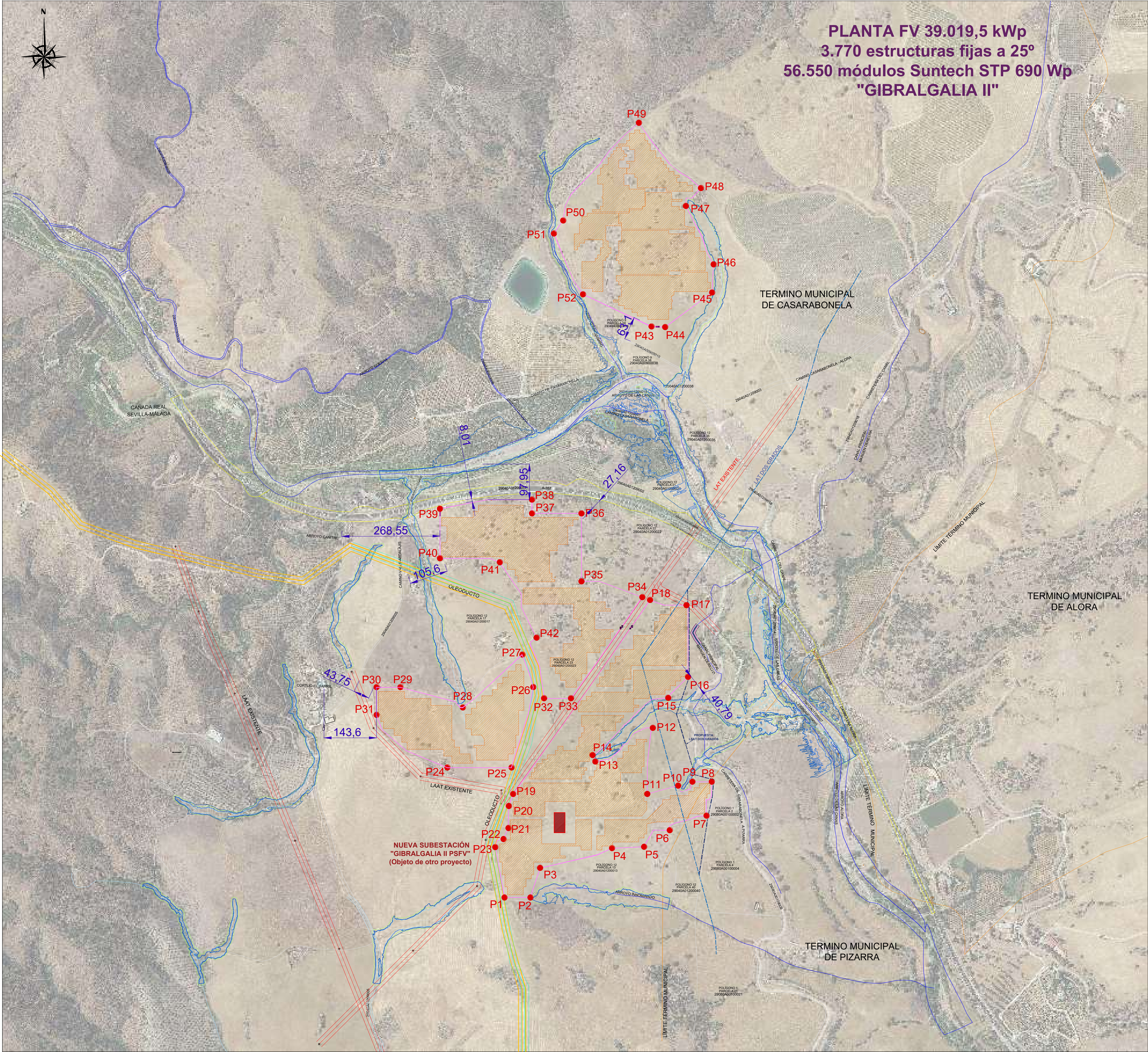
DETALLE 3  
RADIO ACCIÓN PARARRAYOS



LEYENDA	
	BLOQUES PSFV GIBRALGALIA II
	SUBESTACIÓN GIBRALGALIA
	ZONA AFECCIÓN CAÑADA REAL
	ZONA AFECCIÓN LAT EXISTENTE
	ZONA AFECCIÓN OLEODUCTO
	VALLADO PERIMETRAL
	ESTRUCTURA FIJA 25° (5x3 módulos 690W)
	ESTACIÓN M.T. MV SKID
	CAMINOS INTERNOS PSFV
	LSAT
	LSMT
	ÁRBOLES AFECTADOS POR LA PSFV
	ÁRBOLES A RESPETAR POR MEDIO AMBIENTE
	MOVIMIENTO DE TIERRAS >1m

23	01/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
22	03/06/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
21	21/05/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN TRAS ESTUDIO CTIN
20	30/04/2024	J.S.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN INCLUYENDO CAPAS CTIN E HIDROLOGÍA
0	17/10/2020	L.N.A.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"				
SITUACIÓN: POLÍGONO 9 y 12 VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MALAGA).		Nº O.T.: 20 - 732 / 12		FIRMA:
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.		RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.T.T.I.A.B. (COL. Nº 1.038)		
PLANO: PLANO PLANTA GENERAL PARARRAYOS.		DIBUJADO: A.M.B. (29/07/2024)		ESCALA: 1/5.000
		VºBº: J.M.M. (29/07/2024)		REVISION: 23
		Nº PLANO: RAR-ER-PE-024		





(COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30 S)					
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
P1	342.520,82	4.073.411,54	P27	342.569,49	4.074.077,03
P2	342.591,69	4.073.411,54	P28	342.406,53	4.073.932,11
P3	342.618,58	4.073.492,60	P29	342.235,43	4.073.987,71
P4	342.815,53	4.073.546,48	P30	342.169,94	4.073.987,71
P5	342.903,14	4.073.550,60	P31	342.169,94	4.073.911,97
P6	342.973,43	4.073.595,66	P32	342.629,42	4.073.957,29
P7	343.074,40	4.073.635,59	P33	342.703,21	4.073.957,29
P8	343.088,80	4.073.728,67	P34	342.898,63	4.074.234,60
P9	343.036,02	4.073.728,67	P35	342.732,01	4.074.277,90
P10	342.996,92	4.073.718,11	P36	342.732,01	4.074.464,09
P11	342.912,39	4.073.695,39	P37	342.596,07	4.074.464,09
P12	342.927,47	4.073.876,34	P38	342.596,07	4.074.501,73
P13	342.769,63	4.073.783,86	P39	342.343,93	4.074.477,00
P14	342.762,41	4.073.801,81	P40	342.343,93	4.074.340,78
P15	342.969,86	4.073.958,52	P41	342.507,78	4.074.330,15
P16	343.023,98	4.074.015,90	P42	342.608,57	4.074.123,56
P17	343.019,93	4.074.212,64	P43	342.924,93	4.074.975,72
P18	342.919,98	4.074.226,71	P44	342.961,16	4.074.974,61
P19	342.544,49	4.073.694,96	P45	343.089,90	4.075.069,65
P20	342.532,78	4.073.662,34	P46	343.093,78	4.075.146,76
P21	342.531,50	4.073.601,63	P47	343.018,10	4.075.306,58
P22	342.517,59	4.073.571,48	P48	343.059,08	4.075.355,52
P23	342.495,47	4.073.549,45	P49	342.889,17	4.075.534,85
P24	342.363,80	4.073.767,49	P50	342.681,48	4.075.266,70
P25	342.539,86	4.073.767,44	P51	342.656,14	4.075.230,91
P26	342.599,65	4.073.987,99	P52	342.735,96	4.075.064,61

T.M.DE CASARABONELA

Poligono	Parcela	Superficie (ha)	Sup.ocupada Planta FV (ha)
9	58	20,7012	15,4663
12	23	54,6521	36,1147
12	13	12,6857	6,4264
TOTAL		88,039	58,0074

RESUMEN DE SUPERFICIES

PLANTA PSFV GIBRALGALIA II

DESCRIPCIÓN SUPERFICIE	SUPERFICIE
SUPERFICIE TOTAL PARCELA PSFV GIBRALGALIA II	88,039 Ha
SUPERFICIE OCUPADA PLANTA PSFV GIBRALGALIA II	58,0074 Ha

LEYENDA

	BLOQUES PSFV GIBRALGALIA II
	SUBESTACIÓN GIBRALGALIA
	ZONA AFECCIÓN CAÑADA REAL
	ZONA AFECCIÓN LAT EXISTENTE
	ZONA AFECCIÓN OLEODUCTO
	VALLADO PERIMETRAL
	ESTACIÓN M.T. MV SKID

VIALES	DISTANCIA (mts)
Carretera A-357	8,01
Camino de Casarabonela	63,1
Camino Valle Abdalajis	43,75
Carretera de Casarabonela a Pizarra	40,79
HIDROGRAFÍA	DISTANCIA (mts)
Arroyo Canitre	268,55
Arroyo de las Cañas	97,95
EDIFICACIONES	DISTANCIA (mts)
Cortijo Lagarto	266,25
Vivienda existente	105,6
Cortijo el Carril	143,6

23	29/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
22	03/06/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"				
SITUACIÓN: POLÍGONOS 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).		Nº O.T.: 20 - 732 / 12		FIRMA:
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.		RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL C.O.T.I.I.B. (COL. Nº 1.038)		
PLANO: PLANO PLANTA GENERAL DISTANCIA A LINDEROS.		DIBUJADO: A.M.B. (29/07/2024) VºBº: J.M.M. (29/07/2024)		ESCALA: 1/5.000
		Nº PLANO:		REVISION: 23





## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. “GIBRALGALIA II”

PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV DE 39 MW. “GIBRALGALIA II”		 ER INGENIERIA, S.L. POL.IND. C/COROMINAS 12-14, TFNO. +34 967 140 850. 02600, VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA)		
SITUACION: POLIGONO 9 Y 12, VARIAS PARCELAS, TERM. MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA)		Nº OT: 20 - 732 / 12	FIRMA: 	
CLIENTE: RENOVALIA ALORA, S.L.		RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO COLEGIADO COITIAB Nº 1.026		
DOCUMENTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		REALIZADO:	JSC	FECHA: Julio 2024
		APROBADO:	JMM	
		DOCUMENTO:		



## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

6.1.MEMORIA.

1	TITULAR DE LAS INSTALACIONES.....	6
2	ANTECEDENTES.....	6
3	UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	6
4	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	7
5	ALCANCE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	8
6	TELEFONOS Y DIRECCIONES DE INTERÉS.....	8
7	ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	9
8	PLAZO DE EJECUCION Y MANO DE OBRA.....	10
9	OFICIOS.....	10
10	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	11
11	TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.....	11
12	SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS, COMEDOR Y OFICINA DE OBRA.....	12
13	TRABAJOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	13
14	NORMAS DE SEGURIDAD GENERALES DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	13
15	SUMINISTRO Y ACOPIO DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	15
15.1	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....	15
15.2	RIESGOS FRECUENTES.....	16
15.3	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	17
16	INSTALACIÓN RED DE TIERRAS.....	19
16.1	RIESGOS FRECUENTES.....	19
16.2	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	20
17	MANIOBRAS DE IZADO Y MONTAJE DE PANELES.....	21
17.1	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	21
17.2	RIESGOS FRECUENTES.....	22
17.3	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	23
18	TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES.....	25
18.1	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	25
18.2	RIESGOS FRECUENTES.....	25
18.3	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	26
19	INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA.....	29
19.1	RIESGOS DETECTABLES MÁS COMUNES.....	29
19.2	NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO.....	29
19.3	NORMAS O MEDIDAS DE PROTECCION TIPO.....	35



<b>20 TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.....</b>	<b>36</b>
20.1 TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD INMEDIATA DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.....	36
20.2 TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD NO INMEDIATA DE INSTALACIONES EN TENSIÓN. ....	36
<b>21 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. ....</b>	<b>37</b>
21.1 INSTRUCCIONES PARA MANIOBRA .....	37
21.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LA COLOCACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	41
<b>22 LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>46</b>
22.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	46
<b>23 LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>24 LINEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>62</b>
24.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....	62
<b>25 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN. ....</b>	<b>68</b>
25.1 TRABAJOS EN LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN. ....	68
25.2 TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.....	70
25.3 REPOSICIÓN DE LA TENSIÓN DESPUÉS DEL TRABAJO. ....	70
25.4 MANEJO DE FUSIBLES AÉREOS.....	71
25.5 MANEJO DE RECEPTORES, ÚTILES O HERRAMIENTAS PORTÁTILES, ELÉCTRICOS.....	71
25.6 TRABAJOS ESPECÍFICOS EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.....	72
<b>26 ANALISIS PREVENTIVO. ....</b>	<b>73</b>
26.1 INSTALACIÓN ELECTRICA.....	73
26.1.1 Riesgos más frecuentes:.....	73
26.1.2 Medidas preventivas: .....	73
26.1.3 Protecciones colectivas:.....	76
26.1.4 Protecciones individuales: .....	76
26.2 HUECOS HORIZONTALES Y VERTICALES.....	77
26.2.1 Medidas preventivas: .....	77
26.3 DIRECCIÓN DE OBRA.....	77
26.3.1 Descripción de los trabajos:.....	77
26.3.2 Riesgos más frecuentes:.....	77
26.3.3 Medidas preventivas y protecciones colectivas:.....	77
26.3.4 Protecciones individuales: .....	77

<b>27 ANÁLISIS PREVENTIVO SEGÚN LA MAQUINARIA Y LOS MEDIOS AUXILIARES.....</b>	<b>78</b>
27.1 PLATAFORMAS ELEVADORAS.....	78
27.1.1 Riesgos más frecuentes:.....	78
27.1.2 Medidas preventivas:.....	78
27.1.3 Protecciones individuales:.....	79
27.2 CAMIÓN GRÚA.....	80
27.2.1 Riesgos más frecuentes:.....	80
27.2.2 Medidas preventivas:.....	80
27.2.3 Protecciones individuales:.....	81
27.3 HERRAMIENTAS MANUALES.....	81
27.3.1 Riesgos más frecuentes:.....	81
27.3.2 Medidas preventivas:.....	82
27.3.3 Protecciones individuales:.....	82
27.4 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS EN GENERAL.....	82
27.4.1 Medidas preventivas:.....	82
27.5 RADIALES.....	83
27.5.1 Riesgos más frecuentes:.....	83
27.5.2 Medidas preventivas:.....	83
27.5.3 Protecciones individuales.....	84
27.6 TALADROS PORTÁTILES.....	84
27.6.1 Riesgos más frecuentes:.....	84
27.6.2 Medidas preventivas:.....	84
27.6.3 Protección individual:.....	85
27.7 ESCALERAS.....	86
27.7.1 Riesgos más frecuentes:.....	86
27.7.2 Medidas preventivas:.....	86
<b>28 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.....</b>	<b>87</b>
28.1 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....	87
28.2 RIESGOS FRECUENTES.....	87
28.3 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	88
<b>29 SISTEMA DE CONTROL DE LA SEGURIDAD.....</b>	<b>93</b>
29.1 SUBCONTRATACIÓN.....	93
29.2 RESPONSABILIDADES.....	94
29.3 SUPERVISOR DE LOS TRABAJOS POR PARTE DEL CONTRATISTA PRINCIPAL.....	94

---

29.3.1 Responsable de seguridad en obras.....	94
29.3.2 Documentación obligatoria a tener en obra.....	95
29.3.3 Maquinaria de obra y personal autorizado para su manejo.....	95
<b>30 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>96</b>
<b>31 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD. ....</b>	<b>98</b>
<b>32 CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>98</b>

## 1 TITULAR DE LAS INSTALACIONES

La titularidad de las instalaciones proyectadas reside en la empresa **RENOVALIA ALORA, S.L.** con CIF **B-02614550** y domicilio social en Avenida Picassent, nº 10 (Bloque A), 02600 Villarrobledo (Albacete).

La ingeniería responsable del Proyecto Técnico es:

**E. ROJAS INGENIERIA, S.L.**

CIF: **B-02567303**

Pol.Ind. Calle Corominas, 12-14.  
02600 Villarrobledo (ALBACETE)

## 2 ANTECEDENTES.

La empresa **RENOVALIA ALORA, S.L.** pretende llevar a cabo la construcción de una Planta Solar FV de 39 MWp de potencia, denominada “GIBRALGALIA II”, situada en la provincia de Málaga, en el término municipal de Casarabonela.

Ante la necesidad de realizar el correspondiente proyecto, y su legalización ante los organismos oficiales competentes, se ha realizado el encargo de redacción y firma del mismo al técnico D. José Miguel Martínez Moreno, colegiado nº 1026 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Albacete.

## 3 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

La Planta FV “GIBRALGALIA II” está distribuida en varias parcelas de los Polígonos 12 y 9, del término municipal de Casarabonela, provincia de Málaga, según se indica en el punto 5 de la memoria del proyecto técnico.

El acceso a la actividad se realizará desde la Carretera A-357 en su punto kilométrico 36+050 desde donde parte la Carretera del Canal con referencia catastral 29040A012090180000FH que da acceso a la Planta FV “GIBRALGALIA II”. Así mismo, se realizará el acceso a la actividad desde la Carretera A-357 en su punto kilométrico 34+825, desde donde parte el Camino del Valle de Adalajis con referencia catastral 29040A012090050000FK.

La actividad contará con una superficie ocupada total de 58,0074 Ha y su morfología será poligonal.

## 4 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, establece que el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- *Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.*
- *Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
- *Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*

Asimismo, este Estudio de Seguridad y Salud da 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 las medidas de protección y prevención correspondientes.

Basándose en este Estudio de Seguridad y Salud y en el artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto analizar los trabajos que deben realizarse durante la construcción de la Planta Solar Fotovoltaica "GIBRALGALIA II", situada en el Término Municipal de Casarabonela (Málaga), para la detección y evaluación de todos los riesgos para la salud de los trabajadores y de personas ajenas, proponiendo medidas preventivas que eliminen dichos riesgos o minimicen las consecuencias de los mismos.

Este Estudio se ha elaborado en base a las especificaciones del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a las obras de construcción.

Se cumplirá toda la normativa actualmente vigente para todos los campos para los que hace alusión el presente estudio de Seguridad y Salud y que se detallan en el Pliego de Condiciones.

## 5 ALCANCE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En este Estudio se analizarán las operaciones y trabajos necesarios para la realización de las infraestructuras necesarias, así como las derivadas de los trabajos de obra civil, diseñadas en el Proyecto de la Instalación Solar Fotovoltaica de la Planta "GIBRALGALIA II". Aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos, a las cuales les será entregada una copia para su conocimiento y puesta en práctica.

## 6 TELEFONOS Y DIRECCIONES DE INTERÉS.

ORGANISMO	TELÉFONO
Emergencias	112
Consortio Provincial Bomberos Málaga	952 06 93 54
Bomberos	080
Guardia Civil (Urgencias)	062
Guardia Civil Casarabonela	952 456 665
Cuerpo Nacional de Policía	091
Policía Local Casarabonela	669 29 13 00
Consultorio Casarabonela (Urgencias)	951 03 14 37
Hospital Universitario Virgen de la Victoria (Urgencias)	951 03 20 00
Instituto Nacional de Toxicología	915 62 04 20

## 7 ACTIVIDADES PRINCIPALES.

Las infraestructuras principales que componen la instalación de la Planta Solar Fotovoltaica Conectada a Red “GIBRALGALIA II”, son las siguientes:

- Líneas Subterráneas de Media Tensión, así como sus canalizaciones.
- Instalación de Estaciones de Media Tensión, así como su obra civil correspondiente.
- Trabajos en tensión para conexionar la Planta Solar a las Redes en Media Tensión.
- Instalaciones eléctricas varias en baja tensión.

Los principales trabajos a ejecutar en el desarrollo de las obras detalladas son básicamente las siguientes:

- Suministro y acopio de equipos y materiales.
- Realización de zanjas para el transporte del cableado.
- Instalación y conexionado de equipos en media y baja tensión.
- Maniobras de izado y montaje de seguidores solares, y apoyos metálicos.

Las infraestructuras principales que componen la Planta Solar FV “GIBRALGALIA II” son las siguientes:

- 5 Líneas Subterráneas de Media Tensión.
  - LSMT 1: RHZ1 OL 18/30kV 3x240mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.551 m.
  - LSMT 2: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 609 m.
  - LSMT 3: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 1.300 m.
  - LSMT 4: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.297 m.
  - LSMT 5: RHZ1 OL 18/30kV 3x400mm<sup>2</sup> Al+H25 - L: 2.501 m.
- 16 Estaciones Media Tensión Power Electronics con:
  - 11 Transformadores Aceite de 2.100 KVA (30/0,66 KV).
  - 4 Transformadores Aceite de 3.150 KVA (30/0,66 KV).
  - 1 Transformador Aceite de 4.200 KVA (30/0,66 KV).
  - 16 Bloques de Celdas MT con aislamiento integral en SF6.
  - 11 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS2101K 2100KWn.
  - 4 Inversores Power Electronics HEMK 660V FS3151K 3150KWn.
  - 1 Inversor Power Electronics HEMK 660V FS4200K 4200KWn.
  - Armarios C.C. y C.A. Power Electronics.
- Planta solar fotovoltaica:
  - 56.550 módulos FV Suntech STP690S de 690 Wp.
  - 3.770 estructuras fijas inclinadas 25° ER Ingeniería ERI-15.
  - 221 Cajas seccionamiento.
- PPC Power Electronics Freesun PPC.

La instalación se plantea como una central productora de electricidad de 39 MW de potencia nominal, utilizando como fuente de energía el sol. La energía que se produzca será vendida a la compañía eléctrica distribuidora de la zona bajo el régimen de producción especial.

Los principales trabajos a ejecutar en el desarrollo de las obras detalladas son básicamente las siguientes:

- Suministro y acopio de equipos y materiales necesarios para el ensamblaje y conexionado de los paneles y la red eléctrica asociada a la instalación.
- Realización de zanjas para el transporte del cableado.
- Instalación de la red de tierras de la instalación.
- Maniobras de izado y montaje de las estructuras del seguidor.
- Instalación y conexionado del inversor.
- Instalación y conexionado del centro de transformación asociado.
- Pruebas y puesta en marcha de los distintos equipos.

## 8 PLAZO DE EJECUCION Y MANO DE OBRA.

El período de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado proyecto es de aproximadamente 1 año.

Se estima que el número medio de trabajadores previstos para realizar las distintas actividades del Proyecto será de 20 trabajadores, estimándose un número máximo en punta de trabajo de 30.

## 9 OFICIOS.

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mando de Brigada.
- Montadores de estructuras.
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas.
- Cableadores y conexionistas y maquinistas.
- Ayudantes.
- La mano de obra indirecta estará compuesta por:
  - Jefes de Obra.
  - Técnicos de ejecución / Seguridad.
  - Encargados.
  - Administrativos.



## 10 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevén utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Camiones de transporte.
- Camión grúa.
- Carretilla elevadora.
- Cabestrante de izado.
- Taladradoras de mano.
- Radiales y esmeriladoras.
- Juego alza bobinas, rodillos, etc.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de soldadura eléctrica.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Herramientas de mano.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida.
- Comprobador de la secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento.
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.
- Grupo electrógeno.

## 11 TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela según planos y antes del inicio de la obra.

Las condiciones del vallado deberán ser:

- Tendrá 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.

- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## 12 SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS, COMEDOR Y OFICINA DE OBRA.

Se dispondrá de al menos un botiquín de primeros auxilios en la caseta de obra, aunque sería recomendable llevar otro en los vehículos o donde se vaya a realizar el tajo. (cuyo contenido y dotación mínimos vienen especificados a continuación).

BOTIQUÍN PORTÁTIL	
<ul style="list-style-type: none"><li>• DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS</li><li>• GASES ESTÉRILES</li><li>• ALGODÓN HIDRÓFILO</li><li>• VENDA</li><li>• ESPARADRAPO</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• APÓSITOS ADHESIVOS</li><li>• TIJERAS</li><li>• PINZAS</li><li>• GUANTES DESECHABLES</li></ul>

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, determinaremos la superficie y elementos necesarios para estas instalaciones. En nuestro caso la mayor presencia de personal simultáneo se consigue con 6 trabajadores, determinando los siguientes elementos sanitarios:

- 1 Duchas.
- 1 Inodoros.
- 1 Lavabos.
- 1 Urinarios.
- 1 Espejos.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: Toalleros, jaboneras, etc.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

La superficie de estos servicios es de 40m<sup>2</sup>, según se especificaciones técnicas correspondiente, con lo que se cumplen las Vigentes Ordenanzas.

Deberá disponerse de agua caliente y fría en duchas y lavabos...

Habrà un recipiente para recogida de basuras.

Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y conservación.

En la oficina de obra se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.

## **13 TRABAJOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.**

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales en cada una de las operaciones y trabajos a realizar durante el proceso constructivo que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. Se establecen una serie de normas generales para su cumplimiento a lo largo de las operaciones del proceso constructivo de las instalaciones, y una serie de normas específicas para cada una de las fases del proceso. Además, al final del documento se recopilan una serie de anexos, con especificaciones a tener en cuenta, con el objetivo de establecer unos niveles aceptables de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

## **14 NORMAS DE SEGURIDAD GENERALES DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO.**

Durante las distintas fases del proceso constructivo de las instalaciones e independientemente de la actividad a realizar se deben cumplir las siguientes normas de carácter general para mantener un buen nivel de seguridad y salud:

- Es obligatorio el uso de los Equipos de Protección Individual que se establecen en cada uno de los apartados de este documento. Todos los EPI deben tener el marcado CE y conservarse en buenas condiciones de uso.
- Se conservará limpio y despejado el suelo de las zonas de paso y de trabajo, eliminando objetos que puedan provocar una caída. Cada empleado debería ser responsable de mantener limpio y en condiciones su puesto de trabajo; para ello cada trabajador deberá proceder a la limpieza inmediata de cualquier suciedad que haya en su puesto de trabajo. Cuando detecte cualquier situación insegura del suelo (agujeros, derrames, etc.) y no pueda por sus propios

medios subsanar la anomalía deberá avisar al departamento correspondiente para que proceda a su limpieza o reparación.

- Se eliminará diariamente todos los desechos y cualquier otra clase de suciedad del suelo o de las instalaciones depositándolos en recipientes adecuados y colocados en los mismos lugares donde se generen los residuos. Si los desechos son fácilmente inflamables es necesario utilizar bidones metálicos con tapa para evitar la propagación de incendios.
- Se mantendrá la atención necesaria para evitar distracciones que puedan provocar un accidente.
- Los operadores de la maquinaria empleada deberán estar habilitados por escrito para ello por su responsable técnico superior y conocerán las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina.
- Los conductores de las máquinas se asegurarán del buen estado de las mismas antes de empezar los trabajos.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvaredas.
  - Es muy importante para la seguridad de todos que los conductores de la maquinaria se mantengan siempre sobrios.
  - Se comprobará que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se coloque fuera del área de influencia.
  - Se establecerá un ritmo de trabajo que evite las aglomeraciones.
- La maquinaria y los vehículos se encontrarán en perfecto estado de utilización, con las inspecciones técnicas correspondientes en vigor, y con la documentación en el interior del vehículo. El conductor deberá llevar consigo el carné adecuado al uso del vehículo o de la maquinaria.
- No utilizar agua o espumas para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.
  - Las máquinas autoportantes que se utilizarán en los trabajos dispondrán de una bocina de señalización acústica y de señales sonoras o luminosas, preferiblemente ambas a la vez, para indicar la marcha atrás. En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar que alerte de su presencia en circulación viaria.
- La aparición de artefactos o ingenios bélicos, deberá ponerse inmediatamente en conocimiento de la Comandancia de la Guardia Civil más próxima, paralizando instantáneamente las obras de excavación.

- En terrenos accidentados se dispondrá de un guía para realizar las maniobras.
- ✚ El terreno donde se estacione la máquina ha de ser firme y estable. En invierno no se estacionará la máquina sobre barro o charcos, en previsión de heladas.
  - Todas las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo de operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además, dispondrán de una puerta a cada lado.
- ✚ Los huecos verticales de profundidad superior a 2 m de altura donde no se prevea el paso de personas se protegerán en todo su perímetro con malla plástica de 1 m de altura que impidan el acceso al hueco y debidamente señalizadas.
- ✚ Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de color rojo o bandas rojas y blancas y cartel indicativo para evitar la intrusión de personas ajenas a la actividad.
- ✚ Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

## 15 SUMINISTRO Y ACOPIO DE EQUIPOS Y MATERIALES

Se suministrarán los equipos y materiales necesarios para la construcción de la instalación solar fotovoltaica.

En cualquier caso, en este apartado se reflejan una serie de normas que deben ser respetadas al llevar a cabo las operaciones de suministro sea cual sea el destino de los materiales y equipos.

### 15.1 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- ✚ Camión de transporte.
- ✚ Camión grúa.
- ✚ Cabestrante de izado.
- ✚ Carretilla elevadora.
- ✚ Radiales y esmeriladoras.
- ✚ Herramientas manuales.
- ✚ Herramientas eléctricas portátiles.
- ✚ Grupo electrógeno.

## 15.2 RIESGOS FRECUENTES

- ✚ Caídas al mismo y a distinto nivel.
- ✚ Caída imprevista de objetos y materiales transportados.
- ✚ Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- ✚ Exceso de carga con la consiguiente rotura o vuelco del medio correspondiente. Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- ✚ Golpes contra partes salientes de la carga.
- ✚ Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables, por movimientos incontrolados de la carga. Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).
- ✚ Golpes contra objetos y maquinaria.
- ✚ Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra. Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- ✚ Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- ✚ Atrapamiento de manos o pies.
- ✚ Aprisionamiento / aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- ✚ Caída o vuelco de los medios de elevación.
- ✚ Ambiente polvoriento.
- ✚ Trauma sonoro.
- ✚ Cuerpos extraños en los ojos.
- ✚ Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- ✚ Lesiones en manos y pies.
- ✚ Incendios y explosiones. Inhalación de sustancias tóxicas.
- ✚ Alcances por maquinaria en movimiento.
- ✚ Vuelco de máquinas y camiones.
- ✚ Sobreesfuerzos por manipulación inadecuada de la carga.
- ✚ Contactos eléctricos (directos e indirectos).
- ✚ Contactos térmicos.
- ✚ Radiaciones del arco voltaico (ultravioletas, luminosas e infrarrojas).

## 15.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

### Técnicas

#### Colectivas:

- ✚ Señalizar desniveles u otros obstáculos que originen riesgos de caídas de personas, choques o golpes mediante cinta de señalización con franjas alternas oblicuas de color amarillo y negro, inclinadas 60º con la horizontal.
- ✚ Para prevenir la caída de objetos y materiales en suspensión, se utilizarán eslingas con un factor de seguridad 5 ó 6 sobre su carga nominal máxima, dependiendo si se trata de eslingas de cadena o de cable respectivamente.
- ✚ Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

#### Equipos de protección individual:

- ✚ Casco de seguridad para la industria.
- ✚ Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- ✚ Mascarilla de papel.
- ✚ Gafas de montura «universal».
- ✚ Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- ✚ Protectores auditivos clase A.
- ✚ Guantes contra las agresiones mecánicas.
- ✚ Ropa de protección.
- ✚ Los soldadores emplearán:
  - Guantes de cuero de manga larga.
  - Mandil de cuero.
  - Calzado de seguridad aislante.

### Operativas. Normas de seguridad

- ✚ Delimitar las zonas de trabajo, ordenar y marcar la ubicación de las cosas utilizando señales normalizadas y códigos de colores.
- ✚ No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo; Hay que retirar los objetos que obstruyan el acceso a estas zonas y señalizar las vías de circulación mediante bandas blancas o amarillas pintadas en el suelo.
- ✚ No se permitirá el acopio de materiales a una distancia inferior a 2 m. del borde de la excavación.

- ✦ Se prepararán adecuadamente los accesos de vehículos al área de trabajo, colocando las señales de tráfico y/o seguridad pertinentes.
  - ✦ Se prohibirá que las plataformas y/ o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
  - ✦ Para elevar palets, se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera, no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre del palet.
  - ✦ En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se realizará más de una maniobra a la vez.
  - ✦ La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si se detecta algún defecto, se retornará inmediatamente la carga a una posición de seguridad.
  - ✦ La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
  - ✦ Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,5 m.
  - ✦ Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
  - ✦ No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
  - ✦ No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
  - ✦ Ningún operario se situará detrás de los camiones en las maniobras de retroceso.
  - ✦ La carga será visualizada constantemente por la persona que efectúa la maniobra. De no ser esto posible éste contará con personal auxiliar que le ayudará en las maniobras.
  - ✦ Todos los trabajos que se realicen en la proximidad de líneas en tensión, deberán realizarse bajo la supervisión de un vigilante de la empresa suministradora.
  - ✦ Todos los trabajadores se organizarán de manera que bajo ninguna circunstancia se rebasen las distancias mínimas de seguridad cuando se trabaje en las proximidades de un tendido eléctrico. Las distancias de seguridad con las líneas son las siguientes:
    - 3 m. para líneas de hasta 66 kV.
    - 5 m. por encima de 66 kV.
- En caso de no reunir estas condiciones se debe gestionar en la compañía suministradora el desvío, apantallamiento o perfecto aislamiento de los cables.
- ✦ Si se produjese un contacto con líneas eléctricas de la maquinaria con el tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De verse el maquinista absolutamente obligado a abandonarla,



deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultáneo entre ésta y tierra.

- ✚ Las máquinas en contacto accidental con líneas eléctricas serán acordonadas a una distancia de 5 m., avisándose a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos, la posición de la máquina.
- ✚ En todo momento se respetarán las normas de transporte de mercancías por carretera, así como el código de circulación y la normativa estatal y autonómica de aplicación.
- ✚ En las operaciones de carga y descarga, se adoptarán las siguientes precauciones:
  - Los ganchos de izado dispondrán de limitador de ascenso.
  - Los ganchos estarán dotados de pestillo de seguridad en correcto estado de utilización.
- ✚ Para el transporte seguro de las torres se emplearán angulares y anclajes apropiados convenientemente fijados por tetones o tornillos solidarios a la plataforma de transporte, bien directamente soldados a la misma, o bien sobre una chapa auxiliar soldada a los extremos de la plataforma. Además, se colocan dos sirgas con tensores que unen la brida al camión. Para ello se dispondrá de cáncamos y de tornillos que, en las cabezas, tienen soldada una argolla.
- ✚ Las operaciones de cinchado dependerán de los accesos a la finca.
- ✚ Todas las cinchas a utilizar para trincar el tubo serán de poliéster.

## 16 INSTALACIÓN RED DE TIERRAS

La instalación de puesta a tierra tiene por objeto limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la instalación.

### 16.1 RIESGOS FRECUENTES

- ✚ Caída de personas al mismo y a distinto nivel.
- ✚ Caída de objetos.
- ✚ Cortes
- ✚ Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- ✚ Atrapamiento.
- ✚ Aplastamiento.
- ✚ Confinamiento.
- ✚ Choques y golpes.
- ✚ Proyecciones.
- ✚ Contactos eléctricos.

- ✚ Arco eléctrico.
- ✚ Explosiones.
- ✚ Incendios.
- ✚ Electrocución.
- ✚ Carga física de los trabajadores.

## 16.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

### Técnicas

#### Colectivas

- ✚ Señalizar desniveles u otros obstáculos que originen riesgos de caídas de personas, choques o golpes mediante cinta de señalización con franjas alternas oblicuas de color amarillo y negro, inclinadas 60° con la horizontal.
- ✚ Se deberá disponer al menos de una escalera portátil por cada equipo de trabajo. Dicha escalera deberá sobrepasar en 1 m el borde de la zanja.
- ✚ En aquellas zonas donde sea necesario el paso de peatones sobre las zanjas y en pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se instalarán pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto, fabricadas "in situ", de una anchura mínima de un metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y de suficiente espesor como para resistir cargas puntuales de 300 kg/cm<sup>2</sup>, arriostradas lateralmente para impedir desplazamientos
- ✚ Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- ✚ Las lámparas portátiles de alumbrado eléctrico serán alimentadas a 24 voltios.
- ✚ El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios.

#### Equipos de protección individual

- ✚ Casco con barbuquejo.
- ✚ Botas de seguridad.
- ✚ Guantes protección frente a riesgos mecánicos.
- ✚ Cinturones de seguridad.
- ✚ Guantes aislantes.
- ✚ Pértiga aislante.

- ✚ Cuerda de servicio.

### **Operativas. Normas de seguridad**

- ✚ Se prepararán adecuadamente los accesos de vehículos al área de trabajo, colocando las señales de tráfico y/o seguridad pertinentes.
- ✚ Todos los trabajadores se organizarán de manera que bajo ninguna circunstancia se rebasen las distancias mínimas de seguridad cuando se trabaje en las proximidades de un tendido eléctrico. Las distancias de seguridad con las líneas son las siguientes:
  - ✚ 3 m. para líneas de hasta 66 kV.
  - ✚ 5 m. por encima de 66 kV.
- ✚ En caso de no reunir estas condiciones se debe gestionar en la compañía suministradora el desvío, apantallamiento o perfecto aislamiento de los cables.
- ✚ Se dispondrán protecciones frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- ✚ Se dispondrán protecciones frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- ✚ Se deberán notificar cualquier anomalía en las instalaciones.

## **17 MANIOBRAS DE IZADO Y MONTAJE DE PANELES**

En las operaciones a realizar para llevar a cabo el montaje de los paneles solares y las estructuras, se seguirán fielmente las especificaciones aportadas por el fabricante en este tema.

### **17.1 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

- ✚ Camión de transporte.
- ✚ Camión grúa.
- ✚ Cabestrante de izado.
- ✚ Carretilla elevadora.
- ✚ Vehículos auxiliares de señalización para el transporte.
- ✚ Radiales y esmeriladoras
- ✚ Atornillador percutor.
- ✚ Herramientas manuales.
- ✚ Herramientas eléctricas portátiles.
- ✚ Soplete de gas.
- ✚ Grupo electrógeno.

## 17.2 RIESGOS FRECUENTES

- ✚ Caídas al mismo nivel.
- ✚ Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- ✚ Caída de personas desde altura por diversas causas.
- ✚ Caída de objetos o herramientas sueltas.
- ✚ Caída imprevista de materiales transportados.
- ✚ Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra. Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- ✚ Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- ✚ Exceso de carga con la consiguiente rotura o vuelco del medio correspondiente. Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- ✚ Golpes contra partes salientes de la carga.
- ✚ Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables, por movimientos incontrolados de la carga. Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).
- ✚ Atrapamiento de manos o pies.
- ✚ Aprisionamiento/ aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- ✚ Caída o vuelco de los medios de elevación.
- ✚ Ambiente pulverulento.
- ✚ Trauma sonoro.
- ✚ Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- ✚ Lesiones en manos y pies.
- ✚ Incendios y explosiones. Inhalación de sustancias tóxicas.
- ✚ Alcances por maquinaria en movimiento.
- ✚ Golpes contra objetos y maquinaria.
- ✚ Vuelco de máquinas y camiones.
- ✚ Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- ✚ Incendios.
- ✚ Contactos térmicos.
- ✚ Inhalación de sustancias tóxicas.
- ✚ Contactos eléctricos (directos e indirectos).
- ✚ Radiaciones del arco voltaico (ultravioletas, luminosas e infrarrojas).
- ✚ Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

## 17.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

### Técnicas

#### Colectivas:

- ✚ Se utilizará cinta de señalización de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 60º con la horizontal, para señalar obstáculos y zonas de caídas de objetos.
- ✚ Para prevenir la caída de objetos y materiales en suspensión, se utilizarán eslingas con un factor de seguridad 5 ó 6 sobre su carga nominal máxima, dependiendo si se trata de eslingas de cadena o de cable respectivamente.
- ✚ Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- ✚ El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios.
- ✚ Se dispondrá de un extintor junto a los equipos de soldadura eléctrica, autógena, oxicorte y en cada una de las maquinarias utilizadas en la ejecución de la obra.

#### Equipos de protección individual

- ✚ Arnés de seguridad.
- ✚ Guantes dieléctricos para trabajos con herramientas eléctricas portátiles.
- ✚ Cascos de seguridad con protectores auditivos incorporados para montajes en el interior de los tramos.
- ✚ Ropa de protección.
- ✚ Casco de seguridad para la industria.
- ✚ Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- ✚ Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- ✚ Guantes contra las agresiones mecánicas.
- ✚ Mascarilla de papel.
- ✚ Los soldadores emplearán:
  - Pantallas y filtros para soldadura.
  - Guantes de cuero de manga larga.
  - Mandil de cuero.
  - Calzado de seguridad aislante.

## Operativas. Normas de seguridad

- Se cumplirán fielmente las instrucciones del fabricante de los paneles para su instalación.
- Antes de su instalación hay que comprobar que los componentes no tengan daños visibles, deformaciones y grietas que puedan mermar su resistencia.
- Los componentes deben almacenarse e instalarse de tal forma que se eviten aquellos daños que mermen su estabilidad o su resistencia y, con ello, puedan ocasionar riesgo de accidentes.
- Se prepararán adecuadamente los accesos de vehículos al área de trabajo, colocando las señales de tráfico y/o seguridad pertinentes.
- El terreno donde se estacione la máquina ha de ser firme y estable. En invierno no se estacionará la máquina sobre barro o charcos, en previsión de heladas.
- Se prohibirá que las plataformas y/ o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- Para elevar palets, se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera, no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre del palet.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se realizará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si se detecta algún defecto, se retornará inmediatamente la carga a una posición de seguridad.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Ningún operario se situará detrás de los camiones en las maniobras de retroceso.
- La carga será visualizada constantemente por la persona que efectúa la maniobra. De no ser esto posible éste contará con personal auxiliar que le ayudará en las maniobras.
- Todos los trabajos que se realicen en la proximidad de líneas en tensión deberán realizarse bajo la supervisión de un vigilante de la empresa suministradora.
- Si se produjese un contacto con líneas eléctricas de la maquinaria con el tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De verse el maquinista absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultáneo entre ésta y tierra.
- No se permitirá el acopio de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde de la excavación.
- Los ganchos de izado dispondrán de limitador de ascenso y estarán dotados de pestillo de seguridad en correcto estado de utilización.

- ✚ Con carácter general, no se realizarán trabajos de suspensión de cargas con grúa cuando la velocidad del viento sea igual o superior a 15 m/s, salvo en casos de seguridad manifiestos a criterio del jefe de obra, por motivos del tipo de carga, dirección del viento, etc.
- ✚ La plataforma de ubicación de la autogrúa contará con unas dimensiones adecuadas a la máquina y a los trabajos a realizar, y con una resistencia suficiente.
- ✚ En el interior de los tramos, para su montaje, se emplearán cascos de seguridad con protectores auditivos incorporados.
- ✚ El izado de herramientas, tornillos, etc. se realizará en recipientes cerrados y de suficiente consistencia.
- ✚ Se prestará especial atención al apriete de los elementos de conexión de los sistemas de presión.
- ✚ No se trasladarán cargas con la grúa en movimiento. Las cargas se moverán con la grúa estacionada y, en su caso, apoyada.
- ✚ Asegúrese de que mientras se trabaje con el atornillador percutor no se encuentre nadie directamente debajo del puesto de trabajo.
- ✚ Durante el trabajo con el atornillador percutor hay que llevar una protección auditiva.

## 18 TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES

### 18.1 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- ✚ Grúa.
- ✚ Cabestrante de tendido subterráneo.
- ✚ Pistolas de fijación.
- ✚ Taladradoras de mano.
- ✚ Radiales y esmeriladoras.
- ✚ Herramientas manuales.

### 18.2 RIESGOS FRECUENTES

- ✚ Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- ✚ Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
- ✚ Proyecciones de partículas a los ojos.
- ✚ Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- ✚ Sobreesfuerzos.
- ✚ Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- ✚ Caída de las bobinas al suelo.

## 18.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

### Técnicas

#### Colectivas

- ✚ Se utilizará cinta de señalización de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 60º con la horizontal, para señalizar obstáculos y zonas de caídas de objetos.
- ✚ Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- ✚ El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios.
- ✚ El personal encargado de realizar la puesta en marcha de las instalaciones dispondrá en la proximidad de los trabajos de un extintor de eficacia 89 B o superior, apto para la extinción de fuegos eléctricos en alta tensión.

#### Equipos de protección individual

- ✚ Casco de seguridad para la industria.
- ✚ Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- ✚ Guantes de seguridad contra riesgos de origen mecánico.
- ✚ Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- ✚ Ropa de protección.

### Operativas. Normas de seguridad

- ✚ La barra de transporte de las bobinas será la adecuada al peso de las mismas.
- ✚ En la descarga de las bobinas desde el vehículo en el que se han transportado, éstas no se dejarán caer por su propio peso. Las rampas de descarga no superarán el 25% de pendiente.
- ✚ Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.
- ✚ Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.
- ✚ La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación



será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

- Las bobinas se afianzarán sobre caballetes solidamente apoyadas en el suelo para el tendido de los cables. El tirado de los cables se realizará desde fuera de la zanja
- El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.
- Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos) .
- Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc.
- La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena.
- Cuando el tendido del cable se realice por medios manuales se dispondrá un operario en las proximidades de la bobina para frenarlo cuando sea necesario.
- Los cabestrantes que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotados de dinamómetros apropiados.
- Se mantendrán ordenados los materiales cables y mangueras, para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conexiados a las bases mediante clavijas normalizadas blindadas, e interconexiadas con uniones antihumedad y antichoque.
- Existirá continuidad en la toma de tierra en las líneas de suministro interno de la obra, y las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Todos los operarios dispondrán de guantes y faja de seguridad.
- Se prohibirá que las plataformas y/ o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se realizará más de una maniobra a la vez.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.

- ✚ Ningún operario se situará detrás de los camiones en las maniobras de retroceso.
- ✚ Todos los trabajos que se realicen en la proximidad de líneas en tensión, deberán realizarse bajo la supervisión de un vigilante de la empresa suministradora.
- ✚ Todos los trabajadores se organizarán de manera que bajo ninguna circunstancia se rebasen las distancias mínimas de seguridad cuando se trabaje en las proximidades de un tendido eléctrico. Las distancias de seguridad con las líneas son las siguientes:
  - 3 m. para líneas de hasta 66 kV.
  - 5 m. por encima de 66 kV.

En caso de no reunir estas condiciones se debe gestionar en la compañía suministradora el desvío, apantallamiento o perfecto aislamiento de los cables.

- ✚ Si se produjese un contacto con líneas eléctricas de la maquinaria con el tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De verse el maquinista absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultáneo entre ésta y tierra.
- ✚ Las máquinas en contacto accidental con líneas eléctricas serán acordonadas a una distancia de 5 m., avisándose a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos la posición de la máquina.
- ✚ Los ganchos de izado dispondrán de limitador de ascenso y estarán dotados de pestillo de seguridad en correcto estado de utilización.
- ✚ Las maniobras serán coordinadas por una sola persona.
- ✚ No se trasladarán cargas con la grúa en movimiento. Las cargas se moverán con la grúa estacionada y, en su caso, apoyada.

## 19 INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA.

### 19.1 RIESGOS DETECTABLES MÁS COMUNES.

- ✚ Heridas Punzantes en manos
- ✚ Caídas al mismo nivel.
- ✚ Electrocución; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:
  - Trabajos con tensión.
  - Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
  - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
  - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
  - Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

### 19.2 NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO.

#### *A) Sistema de protección contra contactos indirectos.*

Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

#### *B) Normas de prevención tipo para los cables.*

Calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.

Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de Vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tabloncillos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm. ; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.

Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:

- a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- b) Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2m., para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.

El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.

Las mangueras de "alargadera".

- a) Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.
- b) Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP. 447).

### ***C) Normas de prevención tipo para los interruptores.***

Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

#### ***D) Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.***

Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.

Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

Se colgarán pendientes de tableros de madera.

Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

#### ***F) Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos.***

La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los Planos como necesarios: Su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.

Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.

Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.

Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.

Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA.- Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

El alumbrado portátil se alimentará a 24 v. mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.

#### ***G) Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.***

La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción ITC-BT-18 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción ITC-BT-026 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.

Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para Intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP. 447).

Los cuadros eléctricos de esta obra, estarán dotados de enclavamiento.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.

Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.

El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 95 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.

La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.

Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.

Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.

Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.

La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.

El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

#### ***H) Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado.***

Las masas de los receptores fijos de alumbrado se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.447).

El alumbrado de la obra cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

La iluminación de los tajos será mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados, (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.

La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

***1) Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra.***

El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.

Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.

Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.



### 19.3 NORMAS O MEDIDAS DE PROTECCION TIPO.

Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.

Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia.

Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general), del borde de la excavación, carretera y asimilables.

El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal, (nunca junto a escaleras de mano).

Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio.

No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso, según se especifica en planos.

## **20 TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.**

### **20.1 TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD INMEDIATA DE INSTALACIONES EN TENSIÓN**

Cuando deba efectuarse un trabajo en la proximidad inmediata de conductores, de líneas, o de aparatos no protegidos, se observarán las medidas de prevención indicadas para las instalaciones de Baja Tensión, Media Tensión o Alta Tensión de canalizaciones subterráneas, dependiendo del caso presentado.

### **20.2 TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD NO INMEDIATA DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.**

Cuando se realicen trabajos en la proximidad no inmediata de conductores, líneas o aparatos no protegidos, el Jefe de Trabajos será el responsable de la adopción de todas las medidas de prevención que eviten, en el curso del trabajo, el contacto de los operarios directa e indirectamente con dichas instalaciones, o su aproximación a una distancia peligrosa.

Utilización o desplazamiento de maquinaria de elevación o de útiles mecánicos en la proximidad de instalaciones en tensión.

Si un aparato de elevación, manutención o excavación es utilizado o desplazado en la proximidad de instalaciones en tensión, deben tomarse especiales precauciones para que este aparato no pueda, especialmente debido a los desniveles del terreno, entrar en contacto con dichas instalaciones.

La zona por la que evolucione el aparato debe estar delimitada teniendo en cuenta sus dimensiones, el espacio necesario para la maniobra y la posibilidad de rotura de los cables de tracción que, en tal caso, puedan entrar en contacto con las instalaciones en tensión.

Cuando tengan que hacerse trabajos de excavación, apertura de zanjas o derribos, en la proximidad de canalizaciones eléctricas subterráneas en las que no se ha retirado la tensión, deben tomarse precauciones especiales. Estas precauciones tienen como finalidad el evitar que las máquinas y herramientas dañen dichas canalizaciones.

Estos trabajos suponen, como se indica en el punto 5.2, la notificación al personal de la existencia de la instalación eléctrica y de las medidas a

adoptar, la señalización alrededor de la canalización y la vigilancia constante del trabajo por un encargado cualificado.

Aquel personal no facultado para trabajar en instalaciones eléctricas, por no ser especialista electricista o por desconocimiento de las instalaciones eléctricas, cuando utilice herramientas, aparatos o equipos, en proximidad de partes conductoras desnudas o insuficientemente protegidas y que están normalmente en tensión, no puede trabajar a una distancia inferior de:

- ✚ 3 metros, en instalación de hasta 66 KV.
- ✚ 5 metros, en instalaciones superiores a 66 KV.

Si no puede mantener estas distancias, debe ponerse en contacto con el responsable de la instalación de la Empresa suministradora a fin de recibir las oportunas instrucciones.

## 21 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

### 21.1 INSTRUCCIONES PARA MANIOBRA

- ✚ Antes de realizar una maniobra habrá que tener en cuenta las siguientes premisas:
- ✚ No accionar nunca un seccionador en carga.
- ✚ Siempre que tengamos que cortar servicio en un circuito en carga, se deberá accionar primeramente el interruptor de apertura de carga.
- ✚ Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra, comprobar ausencia de tensión.
- ✚ Antes de restablecer servicio en un circuito, comprobar que estén abiertos los seccionadores de puesta a tierra.
- ✚ Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización.
- ✚ Utilizar el material de seguridad necesario en cada maniobra.
- ✚ Al reponer el servicio en una línea se debe cerrar primero el seccionador y posteriormente actuar sobre el interruptor.

Todas ellas deberán hacerse extensivas a todos los tipos de centros y siempre que sea necesaria la realización de una maniobra, completándose en cada caso con las instrucciones particulares de cada aparato.

## MODO DE REPONER FUSIBLES

Siempre que tengamos que actuar en la celda de protección del transformador para la reposición de fusibles, bien por haberse fundido o simplemente para sustituir éstos por otros de distinto tipo o calibre, se deberá actuar del siguiente modo:

1. **Primero:** Abrir el interruptor de protección. En caso de ser por fusión de uno de los fusibles, al ser automático este aparato, deberá estar abierto.
2. **Segundo:** Abrir el seccionador tripolar correspondiente a la celda de protección, con lo cual independizamos el interruptor de protección del barraje, que está en tensión y nos proporciona un corte visible.
3. **Tercero:** Abrir el interruptor general de cuadro de Baja Tensión correspondiente al mismo transformador, para evitar corrientes de retorno.
4. **Cuarto:** Comprobar ausencia de tensión.
5. **Quinto:** Conexionar el seccionador de puesta a tierra en caso de existir, o descargar el circuito por medio de la pértiga.
6. **Sexto:** Apertura de la celda y reposición de fusibles.

En todas las operaciones deberán tomarse las medidas de seguridad necesarias y utilizar el material adecuado.

## REARME DE RELÉS

En los interruptores de protección, el accionamiento automático se realiza, en muchas ocasiones, por medio de relés directos de Alta Tensión. Rearmar el relé es ponerlo en posición tal que no dé orden de apertura al interruptor en caso de cerrarlo sobre un circuito sin avería ni sobrecarga.

Podemos distinguir dos tipos de rearme:

- Automático al accionar el aparato.
- Manual.

Si un aparato con rearme manual ha sido accionado por los relés, de no rearmar éstos, el aparato volverá a abrir inmediatamente después de accionarlos.

Algunas veces, en caso de rearme automático, el aparato al accionarle dispara. En estas circunstancias se deberá actuar levemente, por medio de la pértiga de maniobra, sobre el dispositivo de accionamiento del relé, pero en sentido contrario al que nos produce el disparo. Realizada esta operación, se podrá accionar de nuevo el interruptor, comprobando que queda en posición de cerrado.

Otro relé a rearmar es el del cuadro de Baja Tensión, si el accionamiento es por bobinas de disparo, en caso de montarlo. Cuando la apertura del interruptor se ha producido por accionamiento de la bobina, se deberá reponer el relé situado en el cuadro Baja Tensión (lleva bandera señalizadora).

## MANIOBRA EN LA CELDA DE INTERRUPTOR.

Cuando el circuito que alimenta el centro está en paso, es decir, continúa a otros centros, la celda del interruptor deberá colocarse como celda de salida respecto al funcionamiento habitual del mismo. La razón es que, al tener que cortar servicio en ese circuito a partir de dicho centro, éste no se quede sin alimentación en ningún momento.

El proceso de realización de maniobra es el siguiente:

1. **Primero:** Abrir el interruptor.
2. **Segundo:** Abrir el seleccionador tripolar intercalado entre el interruptor y el barraje.

En caso de ser necesario entrar en la celda se deberá:

- Comprobar ausencia de tensión.
- Descargar el cable a tierra por medio del seleccionador de puesta a tierra o con la pértiga de puesta a tierra.

Si al comprobar la ausencia de tensión detectamos que sí hay tensión, se deberá ir al centro del que procede dicho cable accionando el aparato correspondiente a la celda de salida del mismo.

Comprobar de nuevo ausencia de tensión, descargar el cable y realizar las operaciones previstas.

Se deberá utilizar el material necesario de seguridad, como pértiga detectora de tensión, banqueta aislante, guantes, etc.

## MANIOBRA EN LA CELDA DE SECCIONADOR.

Al igual que el aparato anterior, con el circuito en paso, esta celda de seccionador se colocará en el cable de llegada.

Puede darse el caso de que interese montar en esta celda un interruptor de apertura en carga por el modo de explotación.

El proceso de maniobra en esta celda será el siguiente:

1. **Primero:** comprobar que no existe carga en el circuito que es alimentado a partir de esta celda. Se tendrá seguridad de ello cuando:
  - El interruptor de protección esté abierto.
  - El interruptor de la celda de salida esté abierto.
2. **Segundo:** Abrir seccionador tripolar.

Antes de entrar en la celda se deberán tomar las medidas indicadas en el apartado anterior, que son:

Comprobar ausencia de tensión.  
Descargar el cable a tierra.

## CONDENA DE APARATOS

Todos los aparatos de maniobra deberán tener dispositivos para ser condenados, tanto en posición “abierto” como “cerrado”. De igual modo sucederá con las puertas y paneles de acceso a las celdas.

## ENCLAVAMIENTOS

Todas las celdas de maniobra podrán estar dotadas de estos enclavamientos, en particular las celdas de tipo prefabricado.

Son de tipo mecánico y tienen por finalidad evitar accidentes o falsas maniobras, obligando a que en todo momento la secuencia de maniobras sea la correcta entre:

- Interruptor
- Seccionador.
- Pantalla seccionadora aislante.
- Puerta de acceso.

- ✚ Seccionador de puesta a tierra.

## 21.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LA COLOCACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución, colocación y puesta en servicio de centros de transformación llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas, tales factores de riesgo son:

### a) Factor de riesgo: Manipulación y transporte de materiales:

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra:

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener orden
Condiciones ambientales y señalización	Precaución en transporte de materiales
Sobrecarga física	

Protecciones individuales a utilizar:

- ✚ Guantes protección
- ✚ Cascos de seguridad
- ✚ Botas de seguridad

## b) Factor de riesgo: Operaciones y trabajos en altura:

Es el riesgo derivado de la ejecución de trabajos de obra civil para la construcción de Centros de Transformación en Edificio Prefabricado de Hormigón.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	Inspección del estado del terreno:
Caída de objetos	Ascenso y descenso con medios y métodos seguros (Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).
Desplomes	Evitar posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
Cortes	Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.
Sobrecarga física	Evitar zona de posible caída de objetos.
	Usar casco de seguridad.

Protecciones colectivas a utilizar:

- ✚ Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

- ✚ Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo.

## c) Factor de riesgo: Trabajos en Centros de Transformación:

Es el riesgo derivado de los centros de transformación para las personas cuando se encuentran en proximidad o en el interior de los mismos, ya sea por motivos de su actividad laboral o no.



RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Respetar la señalización y delimitación. Mantener las distancias de seguridad.
Caída de personas a distinto nivel	Apantallar todas las partes con tensión cuando se deba acceder a distancias inferiores a las de seguridad. No almacenar objetos en el interior.
Caída de objetos	Manipular y transportar los objetos alargados entre dos personas.
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Cumplimiento de las disposiciones legales existentes: · Mantenimiento de distancias en las instalaciones: entre elementos en tensión, estructuras metálicas...
Choques y golpes	· Puestas a tierra en buen estado.
Proyecciones	· Existencia de protección frente a sobreintensidades · Existencia de protección ante incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas...
Contactos eléctricos	Prevención de incendios mediante extintores y sistemas fijos de extinción.
Arco eléctrico	Prevención del riesgo de caídas:
Explosiones	· Evitar derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desgües, pozos de evacuación, aislamientos...).
Incendios	· Mantener el centro ordenado y limpio.
Agresión de animales	· Utilizar calzado antideslizante en caso de suelos resbaladizos.
Ventilación	· Tapas de canaletas en buen estado y colocación.
Iluminación	· Señalización y delimitación trampillas abiertas (C.T. Subterráneos).
	Iluminación apropiada:
	· Alumbrado artificial obligatorio de incandescencia.
	· Focos luminosos correctamente colocados.
	Ventilación adecuada:
	· Entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior.
	· Huecos de ventilación protegidos.
	· Salidas de ventilación que no molesten a los usuarios.
	Señalización:
	· Puertas con rótulos indicativos.
	· Máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados.
	· Carteles de advertencia de peligro en caso necesario.
	· Indicadores de gálidos y cargas máximas en zonas de transporte.
	· Esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio.
	· Carteles normalizados (Normas de Trabajos A.T., Distancias de Seguridad, Primeros Auxilios).
	Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten..

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos, autoválvulas y explosores), protección frente a incendios (extintores, instalaciones fijas, paredes incombustibles, fosos y muros cortafuegos), protección frente a contactos eléctricos (pantallas macizas, enrejados, barreras...), sistemas de ventilación (natural o forzada), señalización y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar:

- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.)
- Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.
- Utilizar gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.

**d) Factor de Riesgo: Puesta en servicio en frío**

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de un Centro de Transformación Prefabricado de Hormigón habiéndose realizado previamente el descargo de la línea.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	Las correspondientes a los trabajos en centros de transformación y: Solicitud al Jefe de Explotación del descargo de la línea. Recepción, por parte del Jefe del Trabajo, de la confirmación del descargo de la línea. Comprobación de la ausencia de tensión con el detector de tensión. Efectuar la puesta a tierra de la instalación en ambos lados de la zona del entronque, de manera que el tramo objeto del descargo esté a tierra en todos los puntos del mismo. Antes de la reposición del servicio, efectuar un exhaustivo recuento de las personas implicadas en los distintos puntos de la obra.
Cortes	
Caída de objetos	
Desplomes	
Carga física	
Contactos eléctricos	
Arco eléctrico	
Electrocución	

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

- Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo y guantes de seguridad.

## 22 LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

### 22.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución de una obra de línea subterránea de media tensión llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. tales factores de riesgo son:

- ✚ Transporte de materiales
- ✚ Apertura de zanjas
- ✚ Cercanía a instalaciones de Media Tensión
- ✚ Canalización de la línea
- ✚ Trabajos en tensión
- ✚ Puesta en servicio en frío
- ✚ Puesta en servicio en tensión

#### a) Factor de riesgo: Transporte de materiales:

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener orden
Condiciones ambientales y señalización	Precaución en transporte de materiales

Protecciones individuales a utilizar:

- ✚ Guantes protección
- ✚ Cascos de seguridad
- ✚ Botas de seguridad

**b) Factor de riesgo: Apertura de zanjas:**

Es el riesgo derivado de la apertura de zanjas para líneas de M.T. tanto para las personas que están llevando a cabo la operación, como para las que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
-Caída de personas al mismo nivel -Caída de personas a distinto nivel -Caída de objetos -Desprendimientos, desplomes y derrumbes -Choques y golpes -Proyecciones -Explosiones -Electrocución -Cortes -Sobrecarga física -Confinamiento y atrapamiento	-Conocimiento de las instalaciones mediante planos. -Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables. -Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son: ·manuales (picos, palas, etc.) ·mecánicas (perforador neumático) o ·motorizadas (vehículos) -Delimitar y señalizar la zona de trabajo. -Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.

Protecciones colectivas a utilizar:

- ✚ Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- ✚ Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

Protecciones individuales a utilizar:

- ✚ Casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, gafas contra impactos y protectores auditivos.

### c) Factor de riesgo: Cercanía a instalaciones de media tensión:

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de estas instalaciones.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	En proximidad de líneas subterráneas:
Caída de personas a distinto nivel	·Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
Caída de objetos	·Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	·Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
Choques y golpes	·Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
Proyecciones	·Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
Contactos eléctricos	Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)
Arco eléctrico	Puestas a tierra en buen estado:
Explosiones	·Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
Incendios	·Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
	·Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.
	Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
	Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
	Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
	Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos), señalización y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes, casco y botas de seguridad.

#### d) Factor de riesgo: Canalización de la línea

Es el riesgo derivado de la canalización de una línea subterránea de M.T., tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
-Caída de personas al mismo nivel -Caída de personas a distinto nivel -Caída de objetos -Desprendimientos, desplomes y derrumbes -Choques y golpes -Cortes -Sobrecarga física -Confinamiento y atrapamiento	Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades. Precaución en el manejo de las bobinas y los conductores. Prevención de explosiones y efecto látigo: ·Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias. ·Fijación de los cables mediante abrazaderas. En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

Protecciones colectivas a utilizar:

- ✚ Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

Protecciones individuales a utilizar:

- ✚ Casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, y gafas contra impactos.

#### e) Factor de riesgo: Trabajos en tensión.

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en líneas Subterráneas de Media Tensión sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas a mismo nivel</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Cortes</p> <p>Contactos eléctricos</p> <p>Arco eléctrico</p> <p>Electrocución</p>	<p>En proximidad de líneas subterráneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).</li> <li>·Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.</li> <li>·Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.</li> <li>·Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).</li> </ul> <p>·Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)</li> <li>-Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.</li> <li>-Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.</li> <li>-Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.</li> <li>-En la fecha de inicio de los trabajos:</li> <li>·Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.</li> <li>·Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.</li> <li>Antes de comenzar a reanudar los trabajos:</li> <li>·Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.</li> <li>·Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.</li> </ul> <p>Durante la realización del trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.</li> <li>·Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.</li> </ul> <p>Al finalizar los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.</li> <li>-El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.</li> </ul>



Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes.

#### f) Factor de riesgo: Puesta en servicio en tensión

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea subterránea de M.T. sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión -En la fecha de inicio de los trabajos: ·Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo. ·Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria. Antes de comenzar a reanudar los trabajos: ·Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo. ·Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación. Durante la realización del trabajo: ·El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos. ·Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados. Al finalizar los trabajos: ·El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
Caída de objetos	
Cortes	
Contactos eléctricos	
Arco eléctrico	
Electrocución	

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes

#### **g) Factor de Riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión.**

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea subterránea de M.T. habiéndose realizado previamente el descargo de la línea.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas a distinto nivel</p> <p>Cortes</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Desplomes</p> <p>Carga física</p> <p>Contactos eléctricos</p> <p>Arco eléctrico</p> <p>Electrocución</p>	<p>Las correspondientes a los trabajos en proximidad a instalaciones de media tensión y:</p> <p>Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.</p> <p>Enclavamiento, en posición de apertura de los aparatos de corte y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados.</p> <p>Verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra en cortocircuito.</p> <p>Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posible a éstos.</p> <p>Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta a tierra y en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.</p> <p>Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.</p> <p>Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión, se procederá a la puesta a tierra y en cortocircuito de dichos puntos. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.</p> <p>Determinación de la zona protegida. La persona encargada de la consignación o descargo mencionará explícitamente en el documento de consignación los límites de la zona protegida de la canalización en consignación o descargo.</p> <p>Colocación de pantallas protectoras. Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas.</p> <p>Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados.</p> <p>Definición de la zona de trabajo.</p> <p>Localización e identificación del cable. Para la utilización de la pértiga sierra-cables o el picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos.</p> <p>Reposición de la tensión después del trabajo.</p> <p>Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:</p> <p>En el lugar de trabajo:</p> <p>Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.</p> <p>Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.</p> <p>En el lugar de corte:</p> <p>Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.</p> <p>Cerrar circuitos.</p>

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes.

## 23 LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.

### a) Factor de riesgo: Transporte de materiales:

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel Cortes Caída de objetos Desprendimientos, desplomes y derrumbes Atropamiento Confinamiento Condiciones ambientales y señalización	<ul style="list-style-type: none"><li>– Inspección del estado del terreno</li><li>– Utilizar los pasos y vías existentes</li><li>– Limitar la velocidad de los vehículos</li><li>– Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos,...)</li><li>– Respetar zonas señalizadas y delimitadas</li><li>– Exigir y mantener orden</li><li>– Precaución en transporte de materiales</li></ul>

■ Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes protección
- Cascos de seguridad
- Botas de seguridad

### b) Factor de riesgo: Trabajos en altura (apoyos):

Es el riesgo derivado de la ejecución de trabajos en apoyos de líneas eléctricas (colocación de herrajes, cadenas de aislamiento, etc.).

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	Inspección del estado del terreno y del apoyo (observando, pinchando y golpeando el apoyo o empujándolo perpendicularmente a la línea)
Caída de objetos	Consolidación o arriostramiento del apoyo en caso de mal estado, duda o modificación de sus condiciones de equilibrio (vg.: corte de conductores)
Desplomes	Ascenso y descenso con medios y métodos seguros (Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior. Uso del cinturón en ascenso y descenso. Uso de varillas adecuadas. Siempre tres puntos de apoyo...)
Cortes	Estancia en el apoyo utilizando el cinturón, evitando posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados
Contactos eléctricos	Utilizar bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.
Carga física	Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
	Llevar herramientas atadas a la muñeca.
	Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.
	Evitar zona de posible caída de objetos.
	Usar casco de seguridad.
	En el punto de corte: Ejecución del Descargo
	Creación de la Zona Protegida
	En proximidad del apoyo:
	Establecimiento de la Zona de trabajo
	Las propias de trabajos en proximidad (Distancias, Apantallamiento, Descargo...) si fueran necesarias.
	Evitar movimiento de conductores.
	Interrupción de trabajos si así se considera por el Jefe de Trabajos.
	Amarre de escaleras de ganchos con cadena de cierre.
	Para trabajos en horizontal amarre de ambos extremos.
	Utilizar siempre el cinturón amarrado a la escalera o a un cable fiador.

#### ✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

#### ✚ Protecciones individuales a utilizar:

Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo.

### c) Factor de riesgo: Cercanía a instalaciones de media tensión:

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de estas instalaciones.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>En proximidad de líneas áreas, no superar las distancias de seguridad</li> <li>Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.</li> <li>Zona de evolución de la maquinaria delimitada y señalizada.</li> <li>Estimación de distancias por exceso.</li> <li>Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.</li> </ul>
Caída de personas a distinto nivel	
Caída de objetos	
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
Choques y golpes	Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)
Proyecciones	Puesta a tierra en buen estado:
Contactos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyos con interruptores, seccionadores...: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.</li> <li>Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.</li> <li>Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.</li> <li>Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.</li> </ul>
Arco eléctrico	Protección frente a sobreintensidades: cortocircuitos fusibles e interruptores automáticos.
Explosiones	Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
Incendios	Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
	Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.

#### ✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos), señalización y delimitación.

#### ✚ Protecciones individuales a utilizar:

Guantes, casco y botas de seguridad.

#### **d) Factor de riesgo: Izado de los apoyos**

Es el riesgo derivado del izado del apoyo, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"><li>-Caída de objetos</li><li>-Desprendimientos, desplomes y derrumbes</li><li>-Cortes</li><li>-Carga física</li><li>-Atrapamiento</li><li>-Confinamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inspección del estado del terreno.</li><li>- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, especialmente la que corresponde al izado del apoyo.</li><li>- Extremar las precauciones durante el izado (proximidad de personas, manejo de herramientas manuales y mecánicas, etc.)</li></ul>

##### **✚ Protecciones colectivas a utilizar:**

Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales,...).  
Bolsa portaherramientas.

##### **✚ Protecciones individuales a utilizar:**

Guantes de protección, casco de seguridad, botas de seguridad.

#### **e) Factor de riesgo: Cimentación de los apoyos**

Es el riesgo derivado de la cimentación del apoyo, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"><li>-Caída de objetos</li><li>-Desprendimientos, desplomes y derrumbes</li><li>-Cortes</li><li>-Carga física</li><li>-Atrapamiento</li><li>-Confinamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inspección del estado del terreno.</li><li>- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, especialmente la que corresponde a la cimentación del apoyo.</li><li>- Extremar las precauciones durante la cimentación (proximidad de personas, manejo de herramientas manuales y mecánicas, etc.)</li></ul>

##### **✚ Protecciones colectivas a utilizar:**

Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales,...).  
Bolsa portaherramientas.

##### **✚ Protecciones individuales a utilizar:**

Guantes de protección, casco de seguridad, botas de seguridad.

#### f) Factor de riesgo: Tensado de conductores

Es el riesgo derivado de las operaciones relacionadas con el tensado de los conductores de la línea eléctrica, tanto para las personas que llevan a cabo dichas tareas, como para aquellas que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	Consolidación o arriostramiento del apoyo en caso de mal estado, duda o modificación de sus condiciones de equilibrio (vg.: corte de conductores)
Caída de objetos	Ascenso y descenso con medios y métodos seguros (Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior. Uso del cinturón en ascenso y descenso. Uso de varillas adecuadas. Siempre tres puntos de apoyo...)
Desplomes	Estancia en el apoyo utilizando el cinturón, evitando posturas inestables con calzado u medios de trabajo adecuados. Utilizar bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.
Cortes	Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
Carga física	Llevar herramientas atadas a la muñeca.
	Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.
	Evitar zona de posible caída de objetos.
	Usar casco de seguridad.
	En proximidad del apoyo: Establecimiento de la Zona de Trabajo
	Interrupción de trabajos si así se considera por el Jefe de trabajos.
	Amarre de escaleras de ganchos con cadena de cierre.
	Para trabajos en horizontal amarre de ambos extremos.
	Utilizar siempre el cinturón amarrado a la escalera o a un cable fiador.

#### ✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de pesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

#### ✚ Protecciones individuales a utilizar:

Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo.



### g) Factor de riesgo: Trabajos en tensión

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en líneas de Media tensión sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad: <ul style="list-style-type: none"> <li>Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.</li> <li>Estimación de distancias por exceso.</li> <li>Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.</li> </ul> </li> <li>Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)</li> <li>Protección frente a sobreintensidades: cortocircuitos fusibles e interruptores automáticos.</li> <li>Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.</li> <li>Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.</li> <li>En la fecha de inicio de los trabajos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.</li> <li>Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.</li> </ul> </li> <li>Antes de comenzar a reanudar los trabajos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición, por parte del Jefe de Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.</li> <li>Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.</li> </ul> </li> <li>Durante la realización del trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.</li> <li>Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.</li> </ul> </li> <li>Al finalizar los trabajos: <ul style="list-style-type: none"> <li>El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.</li> </ul> </li> <li>El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.</li> </ul>
Caída de objetos	
Cortes	
Contactos eléctricos	
Arco eléctrico	
Electrocución	

✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

✚ Protecciones individuales a utilizar:

Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo. Banqueta o alfombra aislante, pértiga aislante y guantes aislantes.

### h) Factor de riesgo: Puesta en servicio en tensión

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea aérea de M.T. sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión</li> <li>– En la fecha de inicio de los trabajos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.</li> <li>• Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.</li> </ul> </li> <li>– Antes de comenzar a reanudar los trabajos:</li> <li>– Exposición, por parte del Jefe de Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.</li> <li>– Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.</li> <li>– Durante la realización del trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.</li> <li>• Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.</li> </ul> </li> <li>– Al finalizar los trabajos:</li> <li>– El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.</li> <li>– El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.</li> </ul>
Caída de objetos	
Cortes	
Contactos eléctricos	
Arco eléctrico	
Electrocución	

✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

✚ Protecciones individuales a utilizar:

Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo. Banqueta o alfombra aislante, pértiga aislante y guantes aislantes.

i) Factor de riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea aérea de M.T. habiéndose realizado previamente el descargo de la línea.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"><li>Las correspondientes a los trabajos en altura y en proximidad a instalaciones de media tensión y:</li><li>Solicitud al Jefe de Explotación del descargo de la línea.</li><li>Recepción, por parte del Jefe del Trabajo, de la confirmación del descargo de la línea.</li><li>Comprobación de la ausencia de tensión con la pértiga detectora de tensión.</li><li>Efectuar la puesta a tierra de la instalación con la pértiga correspondiente y en ambos lados de la zona del entronque, de manera que el tramo objeto del descargo esté a tierra en todos los puntos del mismo.</li><li>Antes de la reposición del servicio, efectuar un exhaustivo recuento de las personas implicadas en los distintos puntos de la obra.</li></ul>
Cortes	
Caída de objetos	
Desplomes	
Carga física	
Contactos eléctricos	
Arco eléctrico	
Electrocución	

✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

✚ Protecciones individuales a utilizar:

Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo, pértigas y guantes de seguridad.

## 24 LINEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.

### 24.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA Y MEDIDAS PREVENTIVAS.

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución de línea subterránea de Baja Tensión llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. Tales factores de riesgo son:

- ✚ Transporte de materiales
- ✚ Apertura de zanjas
- ✚ Canalización de la línea
- ✚ Trabajos en tensión
- ✚ Trabajos en frío

#### a) Factor de riesgo: Transporte de materiales (bobinas) y tendido de estas.

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel Cortes Caída de objetos Desprendimientos, desplomes y derrumbes Atrapamiento Confinamiento Condiciones ambientales y señalización. Caídas de bobinas de los camiones. Sobreesfuerzos	Inspección del estado del terreno Utilizar los pasos y vías existentes Limitar la velocidad de los vehículos Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...) Respetar zonas señalizadas y delimitadas Exigir y mantener orden Precaución en transporte de materiales Proceder al tendido mecánico nunca manual, utilización de rodillos para su giro y estiramiento.

#### Protecciones individuales a utilizar

- ✚ Guantes protección
- ✚ Cascos de seguridad
- ✚ Botas de seguridad

## b) Factor de riesgo: Apertura de zanjas:

Es el riesgo derivado de la apertura de zanjas para líneas de B.T. tanto para las personas que están llevando a cabo la operación, como para las que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
-Caída de personas al mismo nivel -Caída de personas a distinto nivel -Caída de objetos -Desprendimientos, desplomes y derrumbes -Choques y golpes -Proyecciones -Explosiones -Electrocución -Cortes -Sobrecarga física -Confinamiento y atrapamiento	Conocimiento de las instalaciones mediante planos. Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables. Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son: <ul style="list-style-type: none"><li>· manuales (picos, palas, etc.)</li><li>· mecánicas (perforador neumático) o</li><li>· motorizadas (vehículos)</li></ul> Delimitar y señalizar la zona de trabajo. Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo. Apertura mecánica de zanjas, siempre que esto sea posible

### ✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

### ✚ Protecciones individuales a utilizar:

Casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, gafas contra impactos y protectores auditivos.

### c) Factor de riesgo: Canalización de la línea

Es el riesgo derivado de la canalización de una línea subterránea de B.T., tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
-Caída de personas al mismo nivel -Caída de personas a distinto nivel -Caída de objetos -Desprendimientos, desplomes y derrumbes -Choques y golpes -Cortes -Sobrecarga física -Confinamiento y atrapamiento	Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades. Precaución en el manejo de las bobinas y los conductores. Prevención de explosiones y efecto látigo: · Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias. · Fijación de los cables mediante abrazaderas. En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

#### ✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

#### ✚ Protecciones individuales a utilizar:

Casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, y gafas contra impactos.

#### d) Factor de riesgo: Trabajos en tensión

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en Redes Subterráneas de Baja Tensión sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	<p>En proximidad de líneas subterráneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).</li> <li>·Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.</li> <li>·Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.</li> <li>·Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).</li> <li>·Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.</li> <li>-En proximidad de partes en tensión: <ul style="list-style-type: none"> <li>·Aislar con pantallas las partes conductoras desnudas bajo tensión.</li> <li>·Mantener distancias de seguridad.</li> <li>·Utilizar herramientas eléctricas aisladas.</li> <li>·Transportar por dos personas los elementos alargados.</li> </ul> </li> </ul> <p>Cumplimiento de las disposiciones legales existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Protección frente a sobretensiones y sobretensiones: fusibles e interruptores de corte.</li> <li>·Puestas a tierra en buen estado: comprobar anualmente o cuando por su estado de conservación sea recomendable.</li> <li>·Inspeccionar electrodos y conductores de enlace.</li> <li>·Prevención de caída de conductores por climatología adversa o por estado deficiente.</li> <li>·Mantenimiento de distancias en cruzamientos y paralelismos: con líneas de alta tensión, carreteras, fachadas...</li> </ul> <p>A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.)</p> <p>Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.</p> <p>Utilizar gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular.</p> <p>Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.</p> <p>Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.</p> <p>Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.</p>
Caída de objetos	
Cortes	
Contactos eléctricos	
Arco eléctrico	
Electrocución	

✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto), protección contra sobreintensidades (fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (descargadores a tierra), señalización y delimitación.

✚ Protecciones individuales a utilizar:

Las consideradas como medidas preventivas.

#### **e) Factor de riesgo: Trabajos en frío**

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en Redes Subterráneas de Baja Tensión en ausencia de tensión.



RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.
Cortes	Enclavamiento, en posición de apertura de los aparatos de corte y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados.
Caída de objetos	Verificación de la ausencia de tensión y puesta en cortocircuito.
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posible a éstos.
Carga física	·Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.
Choques y golpes	·Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.
Contactos eléctricos	·Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión, se procederá a la puesta en cortocircuito. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.
Arco eléctrico	Determinación de la zona protegida. La persona encargada de la consignación o descargo, mencionará explícitamente en el documento de consignación los límites de la zona protegida de la canalización en consignación o descargo.
Electrocución	Colocación de pantallas protectoras. Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas.
	Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados.
	Definición de la zona de trabajo.
	Localización e identificación del cable. Para la utilización de la pértiga sierra-cables o el picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos.
	Reposición de la tensión después del trabajo
	Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
	En el lugar de trabajo:
	·Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
	·Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
	En el lugar del corte:
	·Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
	·Cerrar circuitos

✚ Protecciones colectivas a utilizar:

Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto), protección contra sobreintensidades (fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (descargadores a tierra), señalización y delimitación.

✚ Protecciones individuales a utilizar:

Las consideradas como medidas preventivas para trabajos en tensión.

## 25 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.

### 25.1 TRABAJOS EN LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.

#### Normas generales:

Una instalación de baja tensión, o en proximidad, en la que deban efectuarse trabajos, no podrá considerarse sin tensión, si no se ha verificado su ausencia de tensión.

Las instalaciones de baja tensión, “en tensión”, son siempre peligrosas, especialmente cuando se encuentran en condiciones de aislamiento desfavorable.

En la adopción de las medidas de prevención de accidentes hay que tener en cuenta que las tensiones que por su naturaleza no son peligrosas pueden provocar movimientos irreflexivos con pérdida de equilibrio y caídas graves.

#### Trabajos en instalaciones en tensión:

##### Observaciones preliminares:

El Jefe de Trabajos, que deberá conocer las condiciones de seguridad necesarias para realizar el trabajo en tensión propuesto, determinará “in situ”, si en función de las medidas de seguridad previstas puede realizarse el trabajo en tensión. En caso negativo lo comunicará al Jefe de Explotación.

##### Ejecución de los trabajos:

Todo operario que realice trabajos en tensión debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso, y debe disponer y hacer uso correcto del equipo correspondiente.

Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones siguientes:

A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.)

Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.

Utilizar gafas de protección, cuando exista riesgo particular de accidente ocular.

Utilizar ropas secas; éstas no deben tener partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, etc.

#### Trabajos en lugares con riesgo de explosión:

Está prohibido realizar trabajos en tensión en los lugares en los que exista riesgo de explosión.

#### Trabajos en una instalación sin tensión:

Antes de iniciar el trabajo, se realizarán las operaciones siguientes:

1. En el lugar de corte:

Apertura de los circuitos, con el fin de aislar todas las fuentes en tensión que puedan alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendido el neutro. Si existiesen redes de neutro en bucle, no se efectuará corte del neutro y se comprobará en el punto de trabajo la ausencia de tensión en el mismo. Caso de existir tensión en el neutro es necesario abrir en el origen.

Bloquear, si es posible y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.

Verificación de ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores y en una zona lo más próxima posible al punto de corte.

2. En el propio lugar de trabajo:

Verificación de la ausencia de tensión.

Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito.

Dicha operación debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores en tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público si existieran.

En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito no puede efectuarse, se deberá proceder como si la red estuviera en tensión, en cuanto a la protección personal se refiere.

Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando pueda haber posibilidad de error en la identificación de la misma.

## **25.2 TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSIÓN.**

Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión, pertenecientes a instalaciones de baja tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes:

Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.

Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe efectuarse como en un trabajo en tensión.

## **25.3 REPOSICIÓN DE LA TENSIÓN DESPUÉS DEL TRABAJO.**

Después de la ejecución del trabajo y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

En el lugar de trabajo:

Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.

Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.

En el lugar de corte:

Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.

Cerrar circuitos.

## 25.4 MANEJO DE FUSIBLES AÉREOS.

La manipulación de un fusible aéreo se hará como norma general, previo corte y comprobación de ausencia de tensión a ambos lados del mismo.

Cuando lo anterior no sea posible, se actuará como en un trabajo en tensión.

## 25.5 MANEJO DE RECEPTORES, ÚTILES O HERRAMIENTAS PORTÁTILES, ELÉCTRICOS.

En el uso de cualquier receptor, útil o herramienta, eléctricos, es necesario revisar el perfecto estado de conservación de los mismos, de sus tomas de corriente, así como el correcto aislamiento de los conductores de conexión.

### Receptores o partes de instalación

Previamente a la reparación o ajuste de un receptor eléctrico, o parte de una instalación, debe realizarse el corte y la verificación de la ausencia de tensión correspondiente.

Cuando lo anterior no sea posible, se procederá como en un trabajo en tensión.

### Útiles o herramientas portátiles

La conexión de un útil o herramienta eléctrica portátil se puede hacer:

En una instalación perfectamente reglamentaria. En este caso posee todas las protecciones contra contactos directos, indirectos, cortocircuitos y sobrecargas.

Directamente a la red o en instalaciones que no ofrezcan todas las garantías de protección. En estos casos, deberá dotarse a la máquina o útil de una protección adecuada según la instrucción ITC-BT-24 del R.E.B.T., salvo que la máquina incluya esta protección (Doble aislamiento).

## 25.6 TRABAJOS ESPECÍFICOS EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.

En todos estos trabajos se cumplirá lo establecido en la instrucción ITC-BT-30 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Condiciones ambientales: en aquellos lugares de trabajo donde se presenten condiciones especiales de humedad o impregnación por líquidos conductores, emanación de vapores corrosivos, etc., se utilizarán materiales especialmente proyectados para mantener el nivel de aislamiento requerido o que, en particular, sean capaces de resistir la acción de la humedad.

En los recintos muy conductores, se utilizarán exclusivamente pequeñas tensiones de seguridad, y las tomas de corriente se emplazarán en el exterior del recinto de trabajo.

Atmósferas explosivas: cuando los aparatos se utilicen en lugares en que exista riesgo de explosión, deberán responder a la instrucción MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Casos especiales: cuando no pueda aplicarse alguna de las prescripciones indicadas anteriormente (por la naturaleza de las instalaciones, o por el tipo de trabajos a efectuar), el Jefe de Trabajos establecerá las medidas de seguridad que deberán adoptarse.

## 26 ANALISIS PREVENTIVO.

### 26.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

#### 26.1.1 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Contactos eléctricos directos.
- ✚ Contactos eléctricos indirectos.
- ✚ Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- ✚ Mal comportamiento de las tomas de corriente (incorrecta instalación).
- ✚ Quemaduras.
- ✚ Incendios.

#### 26.1.2 Medidas preventivas:

##### Para los cables

- ✚ El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.
- ✚ Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones y repelones).
- ✚ La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios y de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- ✚ El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, aunque se dará preferencia a enterrar los cables eléctricos en los pasos de vehículos.
- ✚ Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones estancos antihumedad.
- ✚ Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- ✚ El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a las plantas será colgado a una altura sobre el pavimento o arrimada a los paramentos verticales, para evitar accidentes por agresión a las mangueras a ras de suelo.
- ✚ Las mangueras de “alargadera”, por ser provisionales y de corta estancia, pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

- ✚ Las mangueras de “alargadera” provisionales, se empalmarán mediante conexiones estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.

#### Para los interruptores

- ✚ Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión.
- ✚ Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- ✚ Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de “peligro riesgo eléctrico”.

#### Para los cuadros eléctricos

- ✚ Serán metálicos de tipo intemperie, con puerta y cerradura (con llave), según norma UNE-20324.
- ✚ Pese a ser intemperie, se protegerá del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- ✚ Los cuadros eléctricos metálicos tendrán carcasa conectada a tierra.
- ✚ Poseerán adheridas sobre la puerta una señal normalizada de “peligro riesgo eléctrico”.
- ✚ Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien, a “pies derechos” firmes.
- ✚ Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperies.

#### Para las tomas de energía

- ✚ Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas (protegidas contra contactos directos). Esta norma es extensible a las tomas del “cuadro de distribución”.
- ✚ Cada toma de corriente suministrará energía a un solo aparato, máquina o máquina herramienta.
- ✚ La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.

#### Para la protección de los circuitos

- ✚ La instalación poseerá todos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán



siempre aminorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad, es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.

- ✚ Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de tomas de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico.
- ✚ Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- ✚ La instalación de alumbrado general, para las “instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios” y demás casetas, estará protegida por un disyuntor diferencial.
- ✚ Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.
- ✚ Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
  - 300 mA (Según R.E.B.T.) Alimentación a maquinaria.
  - 30 mA (Según R.E.B.T.) Alimentación a maquinaria como mejora del nivel de seguridad y para instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

#### Para las tomas de tierra

- ✚ El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- ✚ Las partes eléctricas de todo equipo eléctrico dispondrá de toma de tierra.
- ✚ El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- ✚ La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- ✚ El hilo de toma de tierra siempre estará protegido, con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- ✚ Se instalarán tomas de tierra independiente en los siguientes casos:
  - Carriles para estancia o desplazamiento de máquinas.
  - Carriles para desplazamiento de montacargas o de ascensores.
- ✚ La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- ✚ Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.

- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo agua de forma periódica en el lugar de hincado de la pica. (placa o conductor)
- Las tomas de tierras de cuadros eléctricos generales distintos serán independientes eléctricamente.

#### Para el mantenimiento y reparación de la instalación eléctrica.

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se declarará “fuera de servicio” mediante desconexión eléctrica y cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

### **26.1.3 Protecciones colectivas:**

- Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc..
- Las zonas de paso y trabajo estarán debidamente iluminadas.
- El cuadro general de mando y protección dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas de tierra, sobrecargas y cortacircuitos, mediante interruptores magnetotérmicos y diferencial de 30 mA.
- Todos los conductores empleados en la instalación, estarán aislados para una tensión de 1000V.

### **26.1.4 Protecciones individuales:**

- Casco homologado de seguridad aislante.
- Guantes aislantes.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas manuales con aislamiento.
- Botas aislantes
- Chaqueta aislante.
- Tarimas, alfombrillas y pértigas aislantes.
- Cinturón de seguridad.
- Fajas y muñequera contra sobreesfuerzos.

## 26.2 HUECOS HORIZONTALES Y VERTICALES.

### 26.2.1 Medidas preventivas:

- ✚ Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos, para la prevención de caídas.
- ✚ Los huecos de una vertical (bajante por ejemplo), serán destapados para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco.
- ✚ Los grandes huecos se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente, para la prevención de caídas.
- ✚ No se demorarán las redes horizontales de protección de grandes huecos hasta que no se vaya a actuar sobre el hueco.
- ✚ Los huecos permanecerán constantemente protegidos.
- ✚ Todas las zonas en las que hay que trabajar, estarán suficientemente iluminadas. De utilizarse portátiles estarán alimentadas a 24 V, en prevención del riesgo eléctrico.

## 26.3 DIRECCIÓN DE OBRA.

### 26.3.1 Descripción de los trabajos:

Dirección, supervisión y gestión de la obra.

### 26.3.2 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Atrapamiento por objetos.
- ✚ Golpes y/o cortes.
- ✚ Caídas al mismo nivel.
- ✚ Caídas al distinto nivel.
- ✚ Partículas en los ojos.
- ✚ Contacto con la corriente eléctrica.
- ✚ Incendio.
- ✚ Intoxicación.

### 26.3.3 Medidas preventivas y protecciones colectivas:

Las descritas para cada ejecución de los trabajos.

### 26.3.4 Protecciones individuales:

- ✚ Casco de seguridad.
- ✚ Botas de seguridad.

## 27 ANÁLISIS PREVENTIVO SEGÚN LA MAQUINARIA Y LOS MEDIOS AUXILIARES.

Como norma general, antes de empezar la jornada, el responsable del funcionamiento de cada máquina se encargará de revisar todos y cada una de las partes, mecanismos y conexiones que pueden ocasionar algún riesgo, así como los cuadros de control y maniobra, nivel de combustible (si lo usan) advirtiéndolo al jefe de obra del posible deterioro sufrido.

### 27.1 PLATAFORMAS ELEVADORAS.

#### 27.1.1 Riesgos más frecuentes:

- Caídas de altura de personas mientras se encuentran sobre la plataforma en una posición elevada.
- Caídas de objetos, herramientas u otros utensilios sobre personas o equipos en la vertical de la zona de operación.
- Atrapamiento entre alguna parte de la plataforma partes de la propia carretilla como pueden ser el mástil o transmisiones o contra estructuras, paredes o techos en los que se deben realizar los trabajos.
- Atrapamiento entre alguna parte del conjunto plataforma-carretilla y el suelo como consecuencia de su inclinación o vuelco por circunstancias diversas, como pueden ser efectuar trabajos en superficies con mucha pendiente.
- Contacto eléctrico directo o indirecto con líneas eléctricas aéreas de baja tensión.
- Golpes de las personas o de la propia plataforma de trabajo contra objetos móviles o fijos situados en la vertical de la propia plataforma.

#### 27.1.2 Medidas preventivas:

- El perímetro de la plataforma se deberá proteger en su totalidad por una barandilla superior situada entre 90 y 110 cm de la base, un rodapiés con una altura mínima de 10 cm y una barra intermedia situada aproximadamente a una distancia media entre la parte superior del rodapiés y la parte inferior de la barandilla superior. Otro sistema de protección del perímetro de la parte inferior de la barandilla superior igualmente efectivo es la tela metálica. La barandilla deberá tener una resistencia e 150 Kg/ml y los rodapiés y

barra intermedia una resistencia similar y estar firmemente fijadas a la estructura de la plataforma.

- La parte posterior de la plataforma deberá aislarse del mástil y su mecanismo de funcionamiento mediante una pantalla o guarda de resistencia y tamaño adecuado.
- Cuando existan riesgos de golpes en la cabeza de los operarios podría instalarse una protección móvil de diseño adecuado y fijada aprovechando los montantes de la plataforma siempre que no dificulte los trabajos que vayan a realizarse.
- Si la plataforma está dotada de una puerta de acceso, sólo se deberá poder abrir hacia adentro y en ningún caso cuando la plataforma esté subiendo o bajando o en posición elevada de trabajo. Debe de ser de autocierre y quedar automáticamente bloqueada e posición de cerrada. Este sistema puede reforzarse instalando otro sistema de bloqueo redundante garantizando de esta forma que la puerta no se pueda abrir en ningún caso una vez que la plataforma empieza a elevarse.
- La utilización de la plataforma sólo podrá ser efectuada por conductores capacitados para ello.
- Se evitará trabajar por encima de otros operarios. En caso de tener que hacerse, se tomarán las medidas apropiadas para evitar la caída de objetos o partículas sobre ellos (uso de tejadillos).
- La plataforma se encontrará siempre en posición estable.
- Se realizará el mantenimiento periódico con la corriente eléctrica desconectada.
- Está prohibido arranques y paradas bruscas y virajes rápidos, así como el posicionar la máquina en rampas pronunciadas.

### 27.1.3 Protecciones individuales:

- Cascos de seguridad.
- Cuando existan riesgos que puedan afectar a la cabeza e los operarios situados sobre la plataforma, como pueden ser algunas partes sobresalientes del techo, éstos deberán llevar cascos de protección. Especial atención habrá que tener en caso de líneas eléctricas aéreas o puentes-grúa en los que se deberán extremar las medidas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Para situaciones en que los trabajos se realicen a una altura superior a los 2 metros, como medida complementaria y siempre que se pueda anclar en un punto distinto a la propia plataforma, sería conveniente que el operario que efectúe sus trabajos sobre la misma, utilice un cinturón de seguridad con arnés.
- Cinturón porta-herramientas.

- ✚ Guantes si la operación lo requiere.

## 27.2 CAMIÓN GRÚA.

### 27.2.1 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Caídas a distinto nivel.
- ✚ Caída de objetos en manipulación.
- ✚ Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- ✚ Atropamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- ✚ Contactos eléctricos.
- ✚ Atropellos o golpes con vehículos.

### 27.2.2 Medidas preventivas:

- ✚ Todos los aparatos de elevación, transporte y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencias adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
  - La caída o el retorno brusco de la carga por causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de cables, cadenas, etc., utilizados.
  - La caída de personas y de los materiales fuera de los receptáculos habilitados a tal efecto.
  - La puesta en marcha de manera fortuita o fuera de lugar.
  - Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos u en sus proximidades.
- ✚ Todos los vehículos (y toda maquinaria para movimiento de tierras) para manipulación de materiales deberán:
  - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de ergonomía.
  - Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
  - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - Utilizarse correctamente.
- ✚ Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- ✚ Deberán adaptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinaria para movimiento de tierras o manipulación de materiales.
- ✚ Se deberá realizar una comprobación periódica de los elementos de la grúa móvil.

- ✚ Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.
- ✚ Las manivelas de control estarán protegidas por medio de resguardos para evitar contactos con objetos fijos ó móviles.
- ✚ Las palancas de maniobra se dispondrán de modo que cuando no se usen queden en posición vertical.
- ✚ No trate de realizar ajustes con el camión en movimiento.
- ✚ Se deberán señalar las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.
- ✚ Tanto la subida como la bajada con la grúa se deberá realizar sólo con el camión parado.
- ✚ Si se topa con cables eléctricos, no salga del camión hasta haber interrumpido el contacto y alejado el mismo del lugar del contacto. Salte entonces sin tocar a la vez el camión y el terreno.
- ✚ Al elevar la cesta, asegurarse de que esté debidamente embragada y sujeta al gancho; elevarla lentamente y cerciorarse de que no hay peligro de vuelco; para ello, no se tratará de elevar cargas que no estén totalmente libres, ni que sobrepasen el peso máximo que pueda elevar la grúa.
- ✚ No abandonará nunca la grúa con una carga suspendida.
- ✚ No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.

### 27.2.3 Protecciones individuales:

- ✚ Cascos de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza para cuando abandonen la cabina de la máquina.
- ✚ Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- ✚ Guantes de trabajo.
- ✚ Guantes contra riesgo eléctrico para baja tensión.
- ✚ Protección auditiva en caso de que se sobrepasen los límites de exposición o de nivel marcados por la ley.
- ✚ Ropa de protección para mal tiempo.

## 27.3 HERRAMIENTAS MANUALES.

### 27.3.1 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Golpes.
- ✚ Cortes.
- ✚ Tropezones y caídas.

### 27.3.2 Medidas preventivas:

- Mantener las herramientas en buen estado de conservación.
- Cuando no se usen se deberán tener recogidas en cajas o cinturones portaherramientas.
- No se dejarán tiradas por el suelo.
- Cada herramienta se utilizará únicamente para el tipo de trabajo que ha sido diseñada. Por ejemplo no se utilizará la llave inglesa como martillo, el destornillador como cincel, etc.. pues de ese modo se hace el trabajo innecesariamente más peligroso.
- Los mangos de las herramientas deben ajustar perfectamente y no estar rajados.
- Las herramientas de corte deben mantenerse perfectamente afiladas.

### 27.3.3 Protecciones individuales:

- Casco de seguridad cuando sea necesario.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.

## 27.4 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS EN GENERAL.

### 27.4.1 Medidas preventivas:

- El circuito al cual se protege debe de estar protegido por un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad.
- Todas las máquinas y herramientas eléctricas que no posean doble aislamiento deberán estar conectados a tierra.
- Los cables eléctricos, conexiones, etc.. deberán estar en perfecto estado, siendo convenientemente revisarlos con frecuencia.
- Cuando se cambien útiles, se hagan ajustes o se efectúen reparaciones se deben desconectar el circuito eléctrico para que no haya posibilidad de ponerlas en marcha involuntariamente.
- Si se necesita usar cables de extensión se deben hacer las conexiones empezando en la herramienta y siguiendo hacia la toma de corriente.
- Cuando se usen herramientas eléctricas en zonas mojadas se deben utilizar con el grado de protección adecuado (IP 55).



## 27.5 RADIALES.

### 27.5.1 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Caídas de personas a distinto nivel.
- ✚ Quemaduras.
- ✚ Contactos eléctricos directos.
- ✚ Ruido.
- ✚ Cortes.
- ✚ Golpes al trabajar con piezas inestables.
- ✚ Proyecciones de partículas y disco.
- ✚ Contactos eléctricos indirectos.
- ✚ Aspiraciones de polvo y partículas.
- ✚ Caídas de personas al mismo nivel.

### 27.5.2 Medidas preventivas:

- ✚ Almacenar las amoladoras en lugares secos, sin sufrir golpes y según indicaciones del fabricante.
- ✚ Dependiendo del material a trabajar se elegirá la máquina, disco y elementos auxiliares adecuados.
- ✚ No se sobrepasará la velocidad de rotación prevista e indicada en la muela.
- ✚ Se utilizará un diámetro de muela compatible con la potencia y características d la máquina.
- ✚ Antes de posar la máquina asegurarse de que está totalmente parada para evitar movimientos incontrolados del disco.
- ✚ Situar la empuñadura lateral en función del trabajo a realizar.
- ✚ Cuando se trabaja con piezas de pequeño tamaño o en equilibrio inestable asegurarlas antes de comenzar los trabajos.
- ✚ Las amoladoras, así como cualquier otra herramienta portátil tendrán un sistema de protección contra contactos indirectos por doble aislamiento.
- ✚ Su órgano de accionamiento permitirá su total parada con seguridad y su accionamiento se hará de forma voluntaria imposibilitando al accionamiento involuntario.
- ✚ Solamente se puede poner en marcha mediante una acción voluntaria.
- ✚ Aislar la zona con pantallas protectoras.
- ✚ Protección de la muela con pantalla protectora.
- ✚ Comprobar el estado de la muela antes de su uso.
- ✚ Evitar cuerpos extraños entre la muela y la pantalla protectora.
- ✚ No trabajar con las caras planas de la muela.
- ✚ Comprobar la parada total de la máquina antes de depositarla.

- ✚ No utilizar la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros.
- ✚ En trabajos con riesgo de caída de altura, posturas forzadas, lugares confinados se asegurará la postura de trabajo y se utilizarán los cinturones de seguridad.

### 27.5.3 Protecciones individuales

- ✚ Guantes de cuero.
- ✚ Mascarilla antipolvo.
- ✚ Gafas o pantallas de protección con cristales transparentes.
- ✚ Cascos de seguridad dependiendo de donde trabaje.
- ✚ Botas de seguridad.

## 27.6 TALADROS PORTÁTILES.

### 27.6.1 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Contactos con la corriente eléctrica.
- ✚ Proyecciones de partículas.
- ✚ Cortes con la broca.
- ✚ Atrapamiento con la broca.

### 27.6.2 Medidas preventivas:

- ✚ El taladró dispondrá de doble aislamiento, en caso contrario deberán estar conectadas a tierra. El conducto de toma de tierra debe ir incorporado en el cable de alimentación.
- ✚ El circuito al cuál se conecten, debe de estar protegidos por un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad.
- ✚ Los cables eléctricos, conexiones, etc.. deben estar en perfecto estado.
- ✚ Se realizarán revisiones periódicas del estado de los cables, conexiones, etc..
- ✚ Para evitar conexiones accidentales cuando se cambien útiles, se hagan ajustes o se efectúen reparaciones, el taladro estará desconectado del circuito eléctrico.
- ✚ Cuando sea necesario usar cables e extensión se deben hacer las conexiones empezando por la herramienta y siguiendo hacia la toma de corriente.

- ✚ El grado de protección de las herramientas será el exigido por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en función de la zona en que se trabaje (locales húmedos, mojados, etc..).
- ✚ El taladro dispondrá de empuñadura con pulsador, que para la máquina al dejar de apretarlo.
- ✚ Dependiendo de las características del material a trabajar, se seleccionará la broca adecuada.
- ✚ Si la broca es lo suficientemente larga como para atravesar el material, deberá resguardarse la parte posterior para evitar posibles lesiones directas o por fragmentos al propio operario del trabajo y a otros operarios que trabajen en las proximidades.
- ✚ Nunca se dejará funcionando el taladro cuando no se esté utilizando. Al apoyarlo sobre el suelo, andamios, etc.. deben desconectarse.
- ✚ El taladro no debe llevarse colgando agarrado del cable.
- ✚ Cuando el taladro se pase de un operario a otro, se debe hacer siempre a máquina parada y a ser posible dejarla en el suelo para que el otro la coja y no mano a mano, por el peligro de una puesta en marcha accidental.
- ✚ Se usará ropa de trabajo ajustada al cuerpo para evitar atropamientos de la ropa con la broca, tampoco se usarán cadenas, pulseras y oreos elementos similares que puedan ser atrapados con la broca.

### 27.6.3 Protección individual:

- ✚ Botas de seguridad antideslizante.
- ✚ Gafas antiproyecciones.
- ✚ Casco de seguridad cuando proceda.
- ✚ Mono de trabajo.

## 27.7 ESCALERAS.

### 27.7.1 Riesgos más frecuentes:

- ✚ Caídas a distinto nivel.
- ✚ Desplazamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- ✚ Vuelco lateral por apoyo irregular.
- ✚ Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras “cortas” para la altura a salvar, etc.).

### 27.7.2 Medidas preventivas:

#### De aplicación al uso de escaleras de madera:

- ✚ Las escaleras de madera tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- ✚ Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- ✚ Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparente, para que no oculten los posibles defectos.
- ✚ Las escaleras de madera se guardarán a cubierto; a ser posible se utilizarán preferentemente para usos internos de la obra.

#### De aplicación al uso de escaleras metálicas:

- ✚ Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- ✚ Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- ✚ Las escaleras no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- ✚ El empalme de escaleras metálicas se realizarán mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

#### De aplicación al uso de escaleras de tijera:

- ✚ Las escaleras de tijeras estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- ✚ Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- ✚ Las escaleras de tijera en posición al uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima para no mermar su seguridad.
- ✚ Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de BORRIQUETAS para sustentar las plataformas e trabajo.

- ✚ Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales (o sobre superficies provisionales horizontales).

**Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyan:**

- ✚ Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.
- ✚ Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- ✚ Las escaleras de mano estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- ✚ Las escaleras de mano sobrepasarán en 1 metro la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco, al extremo superior del larguero.
- ✚ Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg sobre las escaleras de mano.
- ✚ Se prohíbe apoyar el extremo de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- ✚ El acceso de operarios, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- ✚ El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano, se efectuará frontalmente; es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

## 28 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

### 28.1 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- ✚ Caja completa de herramientas.
- ✚ Equipos eléctricos de medición y prueba.
- ✚ Herramientas manuales.

### 28.2 RIESGOS FRECUENTES

- ✚ Caída de cargas suspendidas.
- ✚ Caída de personas al mismo y a distinto nivel.
- ✚ Caída imprevista de objetos y de materiales transportados.
- ✚ Atrapamiento.
- ✚ Aplastamiento.
- ✚ Trauma sonoro.

- ✚ Contacto eléctrico directo con partes en tensión.
- ✚ Contacto eléctrico indirecto con la masa de la maquinaria eléctrica.
- ✚ Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- ✚ Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- ✚ Lesiones en manos y pies.
- ✚ Incendios y explosiones.
- ✚ Inhalación de sustancias tóxicas.
- ✚ Contactos térmicos.
- ✚ Incendios.
- ✚ Explosiones.
- ✚ Proyección de fragmentos o partículas.
- ✚ Alcances por maquinaria en movimiento.
- ✚ Golpes contra objetos y maquinaria.
- ✚ Vuelco de máquinas.
- ✚ Daños en los ojos por arco eléctrico (soldadura u otros)
- ✚ Ambiente pulverulento.

## 28.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

### 28.3.1.1 Técnicas

- ✚ Colectivas:
  - Señalizar desniveles u otros obstáculos que originen riesgos de caídas de personas, choques o golpes mediante cinta de señalización con franjas alternas oblicuas de color amarillo y negro, inclinadas 60º con la horizontal.
  - Se utilizará cinta de señalización de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 60º con la horizontal, para señalar obstáculos y zonas de caídas de objetos.
  - Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conexiónados a las bases mediante clavijas normalizadas blindadas, e interconexionadas con uniones antihumedad y antichoque.
  - Los fusibles serán blindados y calibrados según la carga máxima del circuito a proteger.
  - El personal encargado de realizar la puesta en marcha de las instalaciones dispondrá en la proximidad de los trabajos de un extintor de eficacia 89 B o superior, apto para la extinción de fuegos eléctricos en alta tensión.
  - Durante la ejecución del trabajo se dispondrá de un extintor en cada una de las cabinas de la maquinaria utilizada.

- El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios.
- No se debe utilizar agua o espumas para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

✚ Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo.
- Arnés de seguridad sujeto a estructuras estables en caso de trabajos en altura.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura.
- Guantes antitérmicos para trabajos con riesgo de quemadura.
- Faja lumbar para traslado de cargas.
- Máscaras buco nasales en periodos de alto ambiente pulverulento.
- Casco de seguridad homologado para riesgos eléctricos.
- Gafas de protección ocular.
- Guantes protectores contra riesgos de origen mecánico.
- Guantes aislantes de protección para Baja tensión.
- Calzado de seguridad contra acciones eléctricas.
- Banqueta aislante o alfombrilla.
- Detector de presencia de tensión para Baja Tensión.
- Los soldadores emplearán:
  - Pantallas y filtros para soldadura.
  - Guantes de cuero de manga larga.
  - Mandil de cuero.
  - Calzado de seguridad aislante.

### 28.3.1.2 Operativas. Normas de seguridad

- ✚ Se dispondrá de un extintor junto a los equipos de soldadura eléctrica, autógena, oxicorte y en cada una de las cabinas de la maquinaria utilizada en la ejecución de la obra.
- ✚ Las tomas de corriente dispondrán de neutro, tendrán enclavamiento, y serán blindadas.
- ✚ En los tajos en condiciones de humedad muy elevada, es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

- ✚ Todos los elementos metálicos de las estructuras y los equipos eléctricos, estarán conectados eléctricamente y puestos a tierra.
- ✚ Cuando los trabajos se realicen a altura superior a 2 m., existirán puntos de amarre donde se fijará el arnés de seguridad.
- ✚ En cumplimiento de lo establecido en el R.D. 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el trabajo, y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán TRABAJADORES AUTORIZADOS.
- ✚ Los niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo serán los siguientes:

Áreas o locales de uso ocasional	50 lux
Áreas o locales de uso habitual	100 lux
Vías de circulación de uso ocasional	25 lux
Vías de circulación de uso habitual	50 lux

- ✚ El nivel de iluminación en zonas de uso general se medirá a 85 cm del suelo y en el de vías de circulación a nivel del suelo. Estos niveles mínimos de iluminación deberán duplicarse en las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes. No deberá producir deslumbramientos directos o indirectos por proyectar los rayos luminosos sobre los ojos de conductores de vehículos o de los peatones.
- ✚ La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible y deberá ser compatible con la de los vehículos de manutención, grúas-puente, etc. No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, la profundidad o distancia entre objetos, o que produzcan una impresión visual de intermitencia, etc.
- ✚ Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- ✚ Impedir el paso en áreas de alcance de grúas en operación.
- ✚ Efectuar las operaciones en el orden preestablecido para evitar golpes y tropiezos.
- ✚ Balizamiento de las zonas de alcance de partes móviles de máquinas.
- ✚ Utilizar sistemas antiatrapamiento.
- ✚ Estacionamiento y apuntalamiento adecuado de grúas.



- ✦ Comprobación de la existencia de cableados eléctricos enterrados en zonas en que se deba intervenir para establecer nuevos tendidos o conexiones y en zonas de alcance de partes móviles de grúa.
- ✦ Utilizar sistemas de bloqueo de conexiones eléctricas con señalización para evitar puestas en tensión inadvertidas.
- ✦ Si existieran líneas eléctricas cercanas al lugar de trabajo con riesgo de electrocución, si es posible se dejarán sin servicio mientras se trabaje, y si esto no fuera posible, se apuntalarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.
- ✦ Para poder trabajar en equipos o instalaciones eléctricas, éstas deberán estar sin tensión. El descargo se realizará siguiendo las reglas: quitar tensión abriendo visiblemente los elementos de corte, bloquear los mandos para impedir su manipulación, comprobar la ausencia de tensión, poner a tierra y en cortocircuito todos los conductores y señalizar y delimitar la zona de trabajo.
- ✦ En ningún caso estará permitido el trabajo en equipos o instalaciones de alta tensión (superior a 1.000 V) sin quitar la tensión, comprobar su ausencia, poner a tierra y asegurar la imposibilidad de una conexión accidental.
- ✦ Todos los equipos eléctricos serán desconectados y recogidos por el proveedor después de ser utilizados y en todo caso, al finalizar su jornada y antes de abandonar la fábrica.
- ✦ Controlar todas las zonas susceptibles de recibir tensión con señalización adecuada y avisos.
- ✦ Seguir procedimiento previo a puesta en tensión de nuevos sistemas, basado en:
  - Comprobación visual de que todos los elementos están conectados y atornillados.
  - Comprobación visual de que las rejillas de seguridad, tapas de las cajas de conexiones, o que hay personas vigilando la zona.
  - Comprobar realización de timbrado de los circuitos de potencia y auxiliares.
  - Comprobación de que no puede haber ningún retorno por cables, motores, transformadores de tensión, etc.
  - Comprobación de que las masas metálicas están puestas a tierra.
  - Comprobación la red de tierras (medición de la resistencia de puesta a tierra).
- ✦ Medición del aislamiento entre fases y entre fases y tierra.
- ✦ Medición de las tensiones de paso y de contacto separando completamente la red de tierras a comprobar de cualquier instalación.
- ✦ Comprobación del tarado de relés.
- ✦ Comprobación de enclavamientos y señales.
- ✦ Comprobación de la secuencia de puesta en tensión de receptores.

- ✚ Las pruebas con tensión se realizarán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando que no queden accesibles a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.
- ✚ Durante las dos primeras semanas en que un cuadro o sistema esté en servicio, ello se indicará expresamente con carteles imperdibles en puntos perfectamente visibles de los mismos.
- ✚ En los trabajos de soldadura se seguirán las siguientes indicaciones:
  - No se tocarán las piezas recientemente soldadas; pueden estar a temperaturas que podrían producir quemaduras serias.
  - Se comprobará y verificará que no existan materiales inflamables (líquidos inflamables papeles, cartones, botellas de gases, etc) en las inmediaciones del lugar de trabajo. Si es necesario se apantallará la zona ignífuga.
  - No se utilizarán mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada. Cambiarlas inmediatamente.
  - Cortar la corriente antes de hacer cualquier modificación en el equipo de soldar.
  - No se dejará la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilería.
  - No mirar directamente el arco voltaico.
  - Los trabajadores que ayuden en la soldadura dispondrán del mismo nivel de protección.

## 29 SISTEMA DE CONTROL DE LA SEGURIDAD

### 29.1 SUBCONTRATACIÓN.

Antes del inicio de los trabajos, se identificarán todas las subcontratas previstas con nombre, dirección y teléfono. La lista se irá ampliando a medida que se soliciten los servicios de nuevas subcontratas, comunicándose antes de iniciarse los trabajos tanto a la contrata principal (si la subcontrata es por parte de un subcontratista ya existente) como al Coordinador de Seguridad y Salud.

A todas las subcontratas antes de la realización de los trabajos, deberán presentar la siguiente documentación:

- ✚ Evaluación de los Riesgos.
- ✚ Plan de Medidas Preventivas.
- ✚ Listado del personal participante en la obra.
- ✚ Certificados médicos del personal.
- ✚ Certificados de formación/información del personal.
- ✚ Documentación acreditativa sobre equipos de protección.
- ✚ Certificados TC2 de la Seguridad Social.
- ✚ Seguros de responsabilidad civil e incendios.
- ✚ Acreditación del marcado CE de la maquinaria y herramientas portátiles.

Se identificará si la obra se producirán descargas de material a cargo de transportistas ajenos a la empresa, y si en dichas descargas debe de colaborar personal propio de la empresa. En caso de darse este supuesto, se debe de poner textualmente:

“Los trabajos de descarga de transportistas ajenos que afecten a trabajadores propios de la empresa; deben ser dirigidos por el responsable de seguridad de la obra”.

Queda excluido el alquiler de maquinaria pesada para ser utilizada por personal propio.

## **29.2 RESPONSABILIDADES.**

### **29.3 SUPERVISOR DE LOS TRABAJOS POR PARTE DEL CONTRATISTA PRINCIPAL.**

Vigilará, en las visitas periódicas a la obra, el cumplimiento de las instrucciones impartidas al encargado de la subcontrata a la hora de ejecutar los trabajos, así como de las normas de seguridad.

Será el responsable de recopilar y facilitar el encargado de la obra toda la documentación obligatoria que hay que tener en la obra.

Solicitará, con la debida antelación, la autorización del coordinador de seguridad y salud para realizar cualquier subcontratación no incluida en este plan.

#### **29.3.1 Responsable de seguridad en obras.**

Impartir las órdenes directas al personal a su cargo sobre la realización de los trabajos y vigilar por la buena ejecución de los mismos.

Vigilar y asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad por el personal presente en obra así como el mantenimiento de la obra en condiciones de orden y limpieza.

Vigilar que ningún trabajador realice trabajos para los cuales no esté autorizado.

Informar a su superior en la empresa y al coordinador de seguridad y salud de cualquier problema, anomalía o incidencia surgida en el transcurso de la obra.

Acompañar y atender a las visitas en la obra (promotor y Coordinador de Seguridad y Salud).

Avisar al Coordinador de Seguridad y Salud de cualquier anotación que se realice en el libro de incidencias en un plazo máximo de 24 horas.

Dirigir personalmente cualquier operación de alto riesgo (trabajos en altura, trabajos en proximidad e tensión, descarga de materiales por transportistas ajenos a la empresa, etc..)

Poner en conocimiento de los conductores de los vehículos, camiones grúa, grúas autopropulsadas,... las fichas de instrucciones operativas a seguir (recogiendo la firma de los mismos como justificante de dicha actuación).

### **29.3.2 Documentación obligatoria a tener en obra.**

Plan de Seguridad y Salud con copia de acta de aprobación por el Coordinador de Seguridad y Salud.

Copia de aviso previo con el registro de su envío a la Autoridad Laboral.

Original y copia de la Apertura del Centro de Trabajo, por la contrata.

Fotocopia de la relación contractual existente con las empresas subcontratadas en la obra, firmada por ambas partes.

Boletines de cotización a la Seguridad Social (TC1-TC2), tanto del personal propio como del subcontratado.

Libro de incidencias, que será facilitado por el Coordinador de Seguridad y Salud.

### **29.3.3 Maquinaria de obra y personal autorizado para su manejo.**

Identificar toda la maquinaria y equipos auxiliares a utilizar en obra, especificando el personal autorizado para el manejo de cada uno de ellos.

Toda la máquina vendrá dotada de todos los elementos de seguridad exigidos por la ley.

## 30 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

Todo el personal de cada uno de los oficios dispone de formación general y específica, adecuada y suficiente en materia de prevención de riesgos laborales para la realización de sus funciones.

Tanto los trabajadores propios de la contrata como de las subcontratas y trabajadores autónomos, reciben información y formación con relación a los riesgos y medidas preventivas a adoptar a la hora de ejecutar sus trabajos.

Han asistido una jornada de formación impartida por el responsable de seguridad de la empresa.

Todo el personal autorizado para el manejo de maquinaria y equipos auxiliares posee la formación y experiencia necesaria en el manejo de los mismos.

Todo trabajador, en el momento de su contratación, recibirá información recogida en el Anexo que se adjunta a continuación en este capítulo.

Independientemente de la formación recibida, el mando directo deberá informar al trabajador de los riesgos específicos del puesto de trabajo que ocupa, y velar porque cumple las condiciones de seguridad.

El Coordinador de Prevención, entregará la información recogida en el Anexo, al trabajador, con acuse de recibo, complementado con la correspondiente información verbal.

Se deja constancia de que la persona de nuevo ingreso ha recibido, antes de su incorporación a su puesto de trabajo, una información general sobre los riesgos laborales que puede encontrar en el desarrollo de su trabajo, así como de las medidas de protección y prevención más adecuadas.

Por otra parte, el contenido de dicha información se desarrollará en función del puesto de trabajo y vendrá indicado por el Coordinador de Prevención, que será:

## **1. POLITICA DE LA EMPRESA.**

Se establecen los principios en los que se basa la política de prevención de riesgos laborales y la consecuente declaración de compromisos por parte de la dirección de la empresa para llevarla a término.

## **2. PLAN DE EMERGENCIA. (Incluido actuación en caso Grave e Inminente).**

Se establece un plan de prevención y de actuación en caso de presentarse una situación de emergencia., teniendo en cuenta su tamaño y actividad, así como la posible presencia de personas ajenas a la empresa También se le facilita el Artículo 21 de LEY 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre, "Actuación en caso de Riesgo grave e inminente".

## **3. RIESGOS LABORALES, SEGÚN EL PUESTO DE TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR EN CADA CASO.**

Se describen los riesgos laborales de cada una de las personas que forman parte de la empresa estudiándolos por puestos de trabajo. Así como de igual modo se describen las medidas preventivas a adoptar en cada caso particular (incluyendo los EPI's necesarios para desempeñar su trabajo, los cuales facilita la empresa)

## **4. PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN A DESEPEÑAR, SEGÚN EL TRABAJO QUE SE VA A REALIZAR.**

El Coordinador de Prevención, a través del Mando directo facilitará los procedimientos e instrucciones de trabajo para que cada trabajador pueda desempeñar sus funciones con seguridad.

## **5. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.**

Se facilita un Organigrama Nominal de la empresa para que el trabajador sepa cómo está estructurada la empresa, así como para que le pueda servir para que conozca los cargos de la gente con la cual trabaja.

## **6. DERECHOS Y OBLIGACIONES EN PRRL**

Se les facilita el Artículo 14 y 19 de LEY 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre, en el cuál se les comunica sus obligaciones y derechos en materia de prevención de Riesgos Laborales.

### 31 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD.

Siempre que la obra lo requiera, bien por exigencia legal o por normativa interna, se creará un Comité de Seguridad y Salud.

La Coordinación sobre el cumplimiento de las normas y medidas de prevención de Seguridad y Salud Laboral, recaerá sobre el Coordinador de Seguridad y Salud, que estará integrado en la Dirección Facultativa.

Las empresas adjudicatarias de las obras, a través del personal destinado a tal fin, Técnico de Seguridad, Delegado de Prevención, serán responsables del cumplimiento de todas las actuaciones y medidas de prevención establecidas en el Plan de Seguridad, así como las dictadas por el Comité de Coordinación de Seguridad del cual forman parte, apareciendo en el "Libro de Incidencias" todas las inobservancias que se produzcan.

### 32 CONSIDERACIONES FINALES

Con lo anteriormente expuesto en esta memoria, junto a planos y demás documentos, se considera suficiente idea de la instalación que se pretende, por lo que se espera dar cumplimiento al objeto del presente Proyecto y que tras los trámites oportunos no exista inconveniente por parte de las diferentes Administraciones implicadas para conceder cuantos permisos sean necesarios.

En Albacete, a Julio de 2024



D. José Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n.º 1.026





## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

6.2.PLIEGO DE CONDICIONES.

<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICACIÓN. ....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DISPOSICIONES OFICIALES.....</b>	<b>4</b>
3.1	CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES .....	5
3.2	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES. ....	5
3.2.1	Reglamentos, normas, recomendaciones y condiciones técnicas de la instalación de media y baja tensión.....	5
3.2.2	Otras disposiciones o normas .....	6
3.2.3	Disposiciones legales.....	6
3.3	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	7
3.4	SEGURIDAD PÚBLICA. ....	7
<b>4</b>	<b>ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO. ....</b>	<b>8</b>
4.1	DATOS DE LA OBRA.....	8
4.2	REPLANTEO DE LA OBRA.....	8
4.3	MEJORAS Y VARIANTES DEL PROYECTO.....	9
4.4	RECEPCIÓN DEL MATERIAL.....	9
4.5	ORGANIZACIÓN. ....	9
4.6	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	10
4.7	SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.....	10
4.8	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	11
4.9	PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN.....	11
4.10	RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	12
4.11	PERIODOS DE GARANTÍA.....	12
4.12	RECEPCIÓN DEFINITIVA. ....	12
4.12.1	Pago de obras. ....	13
4.13	ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS. ....	13
<b>5</b>	<b>MATERIALES.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>RECEPCIÓN DE LA OBRA.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>VARIOS. ....</b>	<b>15</b>
7.1	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. ....	15
7.2	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE.....	15
7.3	ESPECIALES CUIDADOS. ....	16
7.4	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	16

7.5	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	16
7.6	LICENCIAS Y PERMISOS.....	17
7.7	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO. ....	17
7.8	PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	17
<b>8</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LINEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSION. ....</b>	<b>18</b>
8.1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	18
8.2	EJECUCIÓN DEL TRABAJO. ....	18
8.2.1	Trazado. ....	18
8.2.2	Apertura de zanjas.....	19
8.2.3	Canalización. ....	20
8.2.4	Arquetas. ....	23
8.2.5	Paralelismos.....	24
8.2.6	Cruzamientos con vías de comunicación.....	26
8.2.7	Cruzamientos con otros servicios.....	27
8.2.8	Transporte de bobinas de cables.....	28
8.2.9	Tendido de cables.....	30
8.2.10	Protección mecánica .....	33
8.2.11	Señalización.....	33
8.2.12	Identificación.....	33
8.2.13	Cierre de zanjas. ....	33
8.2.14	Reposición de pavimentos .....	34
8.2.15	Puesta a tierra.....	34
8.2.16	Tensiones transferidas en M.T.....	35
8.2.17	Reparación de averías de cables subterráneos.....	35
8.3	MATERIALES. ....	36
<b>9</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. ....</b>	<b>37</b>
9.1	OBJETO. ....	37
9.2	OBRA CIVIL.....	37
9.2.1	Emplazamiento. ....	37
9.2.2	Excavación.....	37
9.2.3	Acondicionamiento del terreno.....	38
9.2.4	Edificio prefabricado de hormigón. ....	39
9.2.5	Evacuación y extinción del aceite aislante.....	39
9.2.6	Ventilación.....	40

9.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	41
9.3.1	Aparamenta eléctrica. ....	41
9.3.2	Características eléctricas. ....	46
9.3.3	Acometidas subterráneas. ....	48
9.3.4	Alumbrado. ....	49
9.3.5	Puesta a tierra.....	49
9.4	ADMISIÓN DE MATERIALES. ....	50
10	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ....	51
10.1	CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA. ....	51
10.2	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	51
10.2.1	Conductores.....	51
10.2.2	Tubos protectores. ....	52
10.2.3	Cajas de empalme y derivación.....	53
10.2.4	Aparatos de mando y maniobra.....	54
10.3	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.....	55
10.4	PRUEBAS REGLAMENTARIAS. ....	60
10.5	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD. ....	60
10.6	CERTIFICADOS. DOCUMENTACION Y LISTADO DE ELEMENTOS SUJETOS A HOMOLOGACION.....	61
11	CONSIDERACIONES FINALES.....	61

## 1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica en media tensión, cuyas características técnicas están especificadas en el presente proyecto.

En él se señalan los criterios generales que serán de aplicación y se describen las obras comprendidas, con sus características y ensayos de materiales que se utilizarán, así como las pruebas previstas para la recepción de la obra.

## 2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de:

- Redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV.
- Estación Media Tensión.
- Instalaciones fotovoltaicas.

## 3 DISPOSICIONES OFICIALES.

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según R.D. 1098/2001 de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al proyecto y que se fijara en el Pliego de Condiciones particulares, en caso de que proceda.

### 3.1 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES

Estas condiciones se amplificarán a la obra proyectada, entendiéndose que el contratista conoce el presente Pliego de Condiciones y que no se le admitirán otras modificaciones al mismo que aquellas que introdujeran el autor del mismo, Delegación de Industria, normas de obligado cumplimiento de otros Organismos y las que introdujesen la dirección de la obra por común acuerdo con el autor.

Todo lo redactado en la memoria y omitido en los planos o viceversa habrá de ser ejecutado como si estuvieran expuestos en ambos documentos, en caso de contradicción prevalecerá lo expuesto en el Pliego de Condiciones.

Aquellos detalles de las obras imprevistas por sus pequeñas características o minuciosidad tanto en los planos, como en este pliego de condiciones y que a juicio de la dirección de la obra sea necesario hacer para la buena construcción o remate de las obras, es obligación del contratista aplicando el recargo correspondiente, siempre que no se hayan tenido en cuenta imprevistos.

### 3.2 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

#### 3.2.1 Reglamentos, normas, recomendaciones y condiciones técnicas de la instalación de media y baja tensión

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Regulación de las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica. (Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero).
- Normas Particulares y Condicionantes Impuestos de la Compañía Suministradora (E-DISTRIBUCION Redes Digitales, S.L.).
- Normas UNE, EN y Documentos de Armonización HD de obligado cumplimiento.

- Normativa UNESA de Obligado cumplimiento.
- Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos Públicos Afectados.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias, Real Decreto 842/2.002 de 2 de agosto.

### 3.2.2 Otras disposiciones o normas

También serán de obligado cumplimiento todas aquellas disposiciones y normas vigentes que rijan en la actualidad en el Excmo. Ayuntamiento en donde se ejecutara la obra en cuestión, Delegación de Industria, y cualesquiera otros organismos oficiales o privados implicados en el mismo.

En cuanto a las Empresa Suministradora de Energía Eléctrica será E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L. Significará que el presente proyecto ha sido redactado teniendo en cuenta sus normas; no obstante el contratista adjudicatario de las obras, mantendrá con ellas el debido contacto, con el fin de evitar criterios dispares.

### 3.2.3 Disposiciones legales.

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Pliego de Condiciones Generales de Contratación de Obras Publicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de Diciembre.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre).
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate y, según los casos.

En cuanto no se oponga a la Ordenanza General anteriormente mencionada, las siguientes disposiciones.

1. Orden del 20 de Mayo de 1.952, aprobando el reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo en la construcción de Obras Publicas y Ordenes complementarias del 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966.
2. Cuantos preceptos sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamentos de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

### 3.3 SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista estará obligado a cumplir con la reglamentación anterior y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las maquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropas sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores etc., que se utilicen no deben de ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en la suela.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra en cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hiciera peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo, tales como: afiliación, accidente, enfermedad, en la forma legalmente establecida.

### 3.4 SEGURIDAD PÚBLICA.

El contratista deberá de tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá pólizas de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad Civil, etc., en que uno y otro



podiera incurrir para con el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## **4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.**

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### **4.1 DATOS DE LA OBRA.**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **4.2 REPLANTEO DE LA OBRA.**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### **4.3 MEJORAS Y VARIANTES DEL PROYECTO.**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyectado más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no se incluirán en los precios de adjudicación, podrá ejecutarse por personal independiente del Contratista.

#### **4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL.**

El director de Obra de acuerdo con el contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### **4.5 ORGANIZACIÓN.**

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la Organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé este con relación a los datos extremos.

## 4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en el Pliego de Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la Obra en relación con el Proyecto como en condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor en lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.3.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.7.

Igualmente será de exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

## 4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza o condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá este concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.

Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### 4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### 4.9 PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN.

Antes del reconocimiento de la obra proyectada, se retirará todo lo sobrante, con el fin de dejarla limpia.

Al igual se comprobará que la realización de las obras de tierra, fábrica y montajes han sido ejecutados de manera perfecta, terminadas y rematadas convenientemente.

Tanto las líneas eléctricas, Centro de transformación, y armarios de distribución y de medida, podrán ser un conjunto, teniendo especial atención en lo referente.

Ensayos de funcionamiento.

Ensayos de rigidez dieléctrica a la frecuencia industrial, entre partes bajo tensión y masa y entre entrada y salida de corriente durante un minuto.

Ensayo de calentamiento de contactos.

Perfecto montaje y conexionado de los aparatos de control y medida.

#### **4.10 RECEPCIÓN PROVISIONAL.**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad de los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán a cuenta y a cargo del contratista. Si el Contratista no cumpliera estas especificaciones podrá declararse rescindido del contrato con pérdidas de la fianza.

#### **4.11 PERIODOS DE GARANTÍA.**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación en el Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por efectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### **4.12 RECEPCIÓN DEFINITIVA.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las Obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado, (si las obras son conformes) que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### 4.12.1 Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas en dichas Certificaciones.

#### 4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación.

Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y carga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez se haya instalado el cable que contenía. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista también se hará cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## 5 MATERIALES.

Los materiales empleados en la obra serán aportados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Normas UNE correspondientes.

## 6 RECEPCIÓN DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

## **7 VARIOS.**

### **7.1 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.**

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad, servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o a una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados a su costa, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados, en cualquier forma aceptable.

Así mismo, el Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las Obras debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Director de la Obra de los mismos y colocarlos bajo su custodia.

### **7.2 CONSERVACIÓN DEL PAISAJE.**

El Contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones, instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato, sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen las obras.

En tal sentido, cuidará hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidos para evitar posibles destrozos que, de producirse, serán restaurados a su costa.

Así mismo cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de Obra.



### **7.3 ESPECIALES CUIDADOS.**

El Contratista en coordinación con la dirección de obra estudiará cada tramo para adoptar permisos, precauciones y medidas de seguridad necesarias, siendo puntos de atención preferentes las conexiones de la línea de media tensión, las cuales necesitan permiso de la Compañía Suministradora, la situación de apoyos y tendidos de conductores entre los apoyos en los que existan cruzamientos y en las zonas de trabajo próximas a casas, balsas, etc.

### **7.4 LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.**

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos u edificios construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original. Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje.

### **7.5 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio; cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de carburantes los de limpieza y evacuación de desperdicios basuras, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso los de conservación de las señales u demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de montaje conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para la obra, así como la adquisición de dichas agua y energía; los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas.

## **7.6 LICENCIAS Y PERMISOS.**

El Contratista deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras. En coordinación con la Dirección de Obra gestionará de la Dirección Regional de Industria la autorización de puesta en servicio de la instalación.

## **7.7 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y Memoria y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser efectuado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los mismos, prevalecerá lo prescrito por la Dirección de Obra. Las omisiones en los Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en dichos documentos y que, por uso y costumbre deben ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de efectuar estos detalles de la obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser efectuados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones.

## **7.8 PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

En el caso de efectuarse algún trabajo cuyo precio no figure en los cuadros del proyecto, se fijará contradictoriamente aplicando la baja correspondiente en la adjudicación por el Director de Obra y el Contratista, el precio correspondiente, con anterioridad a la ejecución de dicho trabajo, levantándose la correspondiente acta que se someterá a aprobación.

## **8 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LINEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSION.**

### **8.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de media tensión de hasta 30 kV, para EDISTRIBUCION Redes Digitales, S.L., especificadas en el correspondiente Proyecto.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje de dichas líneas subterráneas de Media Tensión.

### **8.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.**

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

#### **8.2.1 Trazado.**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

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

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos, así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

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.

### 8.2.2 Apertura de zanjas.

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

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 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, 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.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se práctica una mina o galería por la que se pase el cable.

Las dimensiones de las zanjas serán, por lo general de 0,8 m de profundidad y 50 cm de anchura.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

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.

En el caso de que ninguna de las ternas vaya entubada, la separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 25 cm.

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

### 8.2.3 Canalización.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- a) Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- c) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- d) Siempre que la profundidad de zanja bajo calzada sea inferior a 80 cm, se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que en este caso dentro del mismo tubo deberán colocarse siempre las tres fases.
- e) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.
- f) Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.

Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

#### 8.2.3.1 Cable directamente enterrado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 20 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

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 arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las

condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos, en cuyo caso los conductores irán entubados. Los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección de placas de PP ó PE según Norma UNE 48103, situada a unos 10 cm por encima de los cables, que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

#### 8.2.3.2 Cable entubado.

Por lo general deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

Canalización por calzada, cruces de vías públicas, privadas o paso de carruajes.

Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.

Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.

En los cruces con el resto de los 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 tubular de 2 m.

Los tubos serán de polietileno (PE) de alta densidad de color rojo y 160 mm de diámetro.

En los cruzamientos los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido y las uniones llevadas a cabo mediante los correspondientes manguitos.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

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 con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%.

Al construir la canalización con tubos se dejará una guía en su interior que facilite posteriormente el tendido de los mismos.

#### 8.2.3.3 Cables al aire, alojados en galerías.

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Los cables se colocarán al aire, fijados sobre bandejas perforadas, palomillas o abrazaderas, de manera que no se desplacen por efectos electrodinámicos.

Se conectarán eléctricamente a tierra todos los elementos metálicos de sujeción, siendo independientes las conexiones cuando existan circuitos de diferentes tensiones.

Los locales o galerías deberán estar bien aireados para obtener una baja temperatura media y evitar accidentes por emanación de gases, debiendo además, disponer de un buen sistema de drenaje.

No se instalarán cables eléctricos en galerías con conducciones de gases o líquidos inflamables.

#### 8.2.4 Arquetas.

Deberá limitarse al máximo su uso, siendo necesaria una justificación de su inexcusable necesidad en el proyecto.

Cuando se construyan arquetas, éstas serán de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas serán registrables y, deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo, como lo permite el diámetro del cable, a fin de evitar el máximo rozamiento contra él.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.



## 8.2.5 Paralelismos.

### Entre cables de Media Tensión y Baja Tensión.

Los cables de Alta Tensión se podrán colocar paralelos a cables de Baja Tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará bajo tubo el cable instalado más recientemente.

### Entre cables de Alta Tensión.

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se colocará una de ellas bajo tubo.

### Entre cables de Baja Tensión.

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de Baja Tensión es 10 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará bajo tubo el cable instalado más recientemente.

### Cables de telecomunicación.

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de alta tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables de comunicación, deberá tenerse en cuenta lo especificado por los correspondientes acuerdos con las compañías de telecomunicaciones. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicación o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará bajo tubo el cable instalado más recientemente.

### Aqua, vapor, etc.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- a) 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de paralelismo sea inferior a 100 m.
- b) 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

### Gas

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos. Siendo las distancias mínimas de:

- 0,50 m. para líneas de Media Tensión.
- 0,20 m. para líneas de Baja Tensión.

Cuando la canalización de gas sea de alta presión (más de 4 bar) las distancias anteriores se incrementarán en 0,20 m.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía y las juntas de Las canalizaciones de gas será de 1 m. Si no fuera posible conseguir estas distancias, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

### Alcantarillado

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm, protegiéndose adecuadamente los cables cuando no pueda conseguirse esta distancia.

### Depósitos de carburante.

Entre los cables eléctricos y los depósitos de carburante, habrá una distancia mínima de 1,20 m, debiendo, además, protegerse apropiadamente el cable eléctrico.

### "Fundaciones" de otros servicios.

Cuando en las proximidades de la canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc. el cable se instalará a una distancia de 50 cm como mínimo de los bordes externos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia será de 150 cm en el caso en el que el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja.

Cuando esta precaución no se pueda tomar, se empleará una protección mecánica resistente a lo largo del soporte y de su fundación prolongando una longitud de 50 cm a ambos lados de los bordes extremos de ésta.

## **8.2.6 Cruzamientos con vías de comunicación.**

### Con vías públicas.

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos o conductos serán resistentes, duraderos, estarán hormigonados en todo su recorrido y tendrán un diámetro de 160 mm que permita deslizar los cables por su interior fácilmente. En todo caso deberá tenerse en cuenta lo especificado por las normas y ordenanzas vigentes correspondientes.

### Con ferrocarriles.

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo recubiertos de hormigón y siempre que sea posible perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril.

## 8.2.7 Cruzamientos con otros servicios.

### Entre líneas de Media Tensión y líneas de Baja Tensión.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de Media Tensión de los de baja Tensión por medio de tubos incombustibles de adecuada resistencia.

### Alta Tensión.

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, la nueva línea irá entubada.

### Baja Tensión.

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de Baja Tensión es 10 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una de las Líneas mediante tubos incombustibles de adecuada resistencia.

### Con cables de telecomunicación.

En los cruzamientos con cables de telecomunicación, los cables de energía eléctrica, se colocarán a una distancia mínima de la canalización de telecomunicación de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes tanto del cable de energía como del de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no sea posible conseguir esta distancia el cable instalado más recientemente se dispondrá entubado. En todo caso, cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con la empresa de telecomunicación.

### Agua, vapor, etc.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica.

La distancia mínima entre el cable de energía y la conducción metálica no debe ser inferior a 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua y vapor, ó de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del cruce. Si no fuera posible conseguir estas distancias, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

### Gas.

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de gas, ó de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

### Alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se permite incidir en su interior. Se permite incidir en su pared instalando tubos asegurando que ésta no queda debilitada. Si no fuera posible lo anterior se pasará por debajo entubando los cables. Deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción.

### Depósitos de carburantes.

Los cables se dispondrán entubados distando como mínimo 20 cm del depósito. Los extremos del tubo rebasarán el depósito en 1,5 m como mínimo por cada extremo.

## **8.2.8 Transporte de bobinas de cables.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se

clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tabloncillos de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

### 8.2.9 Tendido de cables.

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.

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.

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 d el diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes 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. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Estos 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.

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, quedaría 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. Siendo la cifra mínima recomendada 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.

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

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una, una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que unos excesivos esfuerzos ejercidos sobre los elementos externos del cable producen en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados 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 se exponen 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.



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

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de instalación entubada, esta distancia podrá reducirse a 5 cm.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 20 cm de arena fina y la protección de PVC.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

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 asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

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

#### **8.2.10 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. Para ello se colocará una placa de PP ó PE según Norma UNE 48103 a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

#### **8.2.11 Señalización.**

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Norma UNE 48103 colocada como mínimo a 0,20 m por encima de la placa. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 48103.

#### **8.2.12 Identificación.**

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

#### **8.2.13 Cierre de zanjas.**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección 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.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

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.

#### **8.2.14 Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

#### **8.2.15 Puesta a tierra.**

Para líneas de media Tensión:

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea, garantizando una resistencia global de puesta a tierra inferior a 20  $\Omega$ .

En caso de líneas de longitud superior a 10 km entre dos puestas a tierra consecutivas, será necesario conectar a tierra las pantallas en un empalme intermedio.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- b) Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

#### Para líneas de Baja Tensión:

El conductor neutro se conectará a tierra en el Centro de Transformación, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con el Proyecto Tipo y siguiendo las instrucciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

### **8.2.16 Tensiones transferidas en M.T.**

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales.

### **8.2.17 Reparación de averías de cables subterráneos.**

En el caso de una avería en un manguito de empalme la reparación puede consistir simplemente en rehacer el manguito. Sobre el plano del cable, el manguito se señalará como manguito defectuoso.

Si el cable ha sido averiado, hay que cortarlo a una distancia suficiente para tener la seguridad de encontrar la avería. Se colocará un tramo de cable sano y se les conectará entre dos manguitos de empalme. En el plano del cable, estos manguitos deben señalarse como manguitos de defecto.

En el caso de cables instalados en terrenos muy húmedos hay que tomar algunas precauciones para efectuar la reparación. Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar que la humedad penetre en los manguitos durante el curso del montaje.

Deberán tenerse en cuenta las instrucciones siguientes:

- a) No abrir Los manguitos de empalme sin necesidad absoluta.

- b) No cerrar un manguito de empalme antes de estar reconstituidos totalmente los aislamientos.
- c) Tener en cuenta que el principal enemigo de los manguitos de empalme es la humedad.
- d) No comenzar los trabajos sobre un cable antes de tener la completa seguridad de que está aislado de cualquier fuente de alimentación.
- e) Hacer la lista de material necesario para la reparación ya que sobre obra no se encontraría este material.
- f) No buscar un defecto con ideas preconcebidas de su emplazamiento, sino efectuando las medidas de localización sin dejarse sugestionar.
- g) Tener siempre al día los planos de cables.

### **8.3 MATERIALES.**

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Norma UNE 60228:2005.

## 9 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

### 9.1 OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

### 9.2 OBRA CIVIL.

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

#### 9.2.1 Emplazamiento.

El lugar elegido para la construcción del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanqueidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

#### 9.2.2 Excavación.

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

Cuando se empleen aparatos en baño de líquidos incombustibles (temperatura de combustión superior a 300 °C según MIE-RATI, podrán disponerse en celdas que no cumplan la anterior prescripción, sin más que disponer de un sistema de recogida de posibles derrames que impida su salida al exterior.

### **9.2.3 Acondicionamiento del terreno.**

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

#### **9.2.3.1 Terrenos no compactados.**

Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.

#### **9.2.3.2 Terrenos en ladera.**

Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal.

Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

#### **9.2.3.3 Terrenos con nivel freático alto.**

En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

#### 9.2.4 Edificio prefabricado de hormigón.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de EDISTRIBUCION Redes Digitales, S.L., verificando su diseño los siguientes puntos:

Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

#### 9.2.5 Evacuación y extinción del aceite aislante.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

Cuando se empleen aparatos en baño de líquidos incombustibles (temperatura de combustión superior a 300 ° C según MIE- RAT) podrán disponerse en celdas que no cumplan la anterior prescripción, sin más que disponer de un sistema de recogida de posibles derrames que implica que impida su salida al exterior.



### 9.2.6 Ventilación.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

Cuando las ubicaciones sean subterráneas, se dispondrán las aberturas de entrada y salida diametralmente opuestas, y para facilitar la convección y crear un tiro natural se dispondrá un deflector de aire en el lado de la entrada.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua IP23D según Norma UNE-EN 62271-202.

También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.

La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanqueidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanqueidad.

El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado,

recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.

La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 62271-202.

Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 62271-202.

## 9.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

### 9.3.1 Aparamenta eléctrica.

#### 9.3.1.1 Variante 1: centro de transformación prefabricado.

##### *Conductores de interconexión.*

Para la conexión entre celdas de alta tensión y transformadores se emplearán conductores constituidos por cables de aluminio con aislamiento seco termoestable de EPR según la RU 3305 C y de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de baja tensión se efectuará por medio de conductores aislados unipolares de aluminio RV 0,6/1 kV según la RU 3304 D y de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.

En cualquier caso, las secciones mínimas necesarias de los cables, estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables.

##### *Celdas de alta tensión.*

Se emplearán celdas compactas prefabricadas bajo envoltorio metálica, con corte en atmósfera de SF<sub>6</sub>, según la RU 6407 B y de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.

##### *Transformadores.*

Los transformadores serán trifásicos de clase B2. Sus características estarán de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L. y, cuando sean de aceite, cumplirán con la RU 5201 D.

### *Cuadros de Baja Tensión.*

Para la distribución en baja tensión se emplearán cuadros modulares de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L. que, en función de la potencia de transformación de diseño del CT, serán de dos tipos, conectado a la de puesta a tierra, o viceversa, sin previamente pasar por la posición seccionamiento. Además, dispondrá de un dispositivo de enclavamiento que permita su inmovilización (por ejemplo, mediante un candado).

#### 9.3.1.2 Variante 2: centro de transformación integrado.

##### *Envolvente.*

La envolvente será lo suficientemente robusta para permitir la suspensión, líquido refrigerante incluido, mediante ganchos o cáncamos situados de modo que, en tiro vertical, no sea necesario desmontar ninguna parte o accesorio y además se mantenga vertical.

La envolvente estará fabricada mediante chapas de acero, estando todas las superficies protegidas contra agentes climatológicos externos, de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva.

Las puertas de los compartimentos de M.T. y B.T. serán igualmente metálicas, con el mismo tratamiento superficial y sin ningún tipo de orificio.

Estarán provistas de un dispositivo de cierre que permita el empleo de candado para evitar su apertura.

La parte de envolvente correspondiente a la cuba del transformador, estará sólidamente construida de forma que se garantice su estanqueidad y que sea capaz de soportar, sin deformaciones permanentes, la sobrepresión y el vacío que puedan producirse en las condiciones extremas de servicio, según los ensayos establecidos en la norma UNE 21.428-1. La tapa de la cuba deberá sobresalir suficientemente del cerco de la misma para evitar que el agua tienda a acumularse en el borde de la junta.

Una vez esté la envolvente instalada en su superficie de asiento y con las puertas cerradas, el grado de protección mínimo proporcionado contra el acceso a partes peligrosas, contra la penetración de objetos sólidos extraños y contra la penetración de agua será IP-X3D, según norma UNE-EN 60.529.

Con las puertas abiertas y estando todos los componentes instalados, el grado de protección mínimo en el compartimento de M.T. será el mismo que el de la envolvente, mientras que en el compartimento de B.T. será IP-X3, según norma UNE-EN 60.529.

Una vez esté la envolvente instalada en su superficie de asiento y con las puertas cerradas, el grado de protección mínimo proporcionado contra los impactos mecánicos externos será IK10, según norma UNE-EN 62.262.

#### Pasatapas.

Los pasatapas para la conexión de los cables de M.T. serán enchufables, aptos para la conexión de terminaciones enchufables en T (TET) apantalladas, operables solamente en circuitos sin tensión y de acuerdo a la designación PE-2-R/400/24/L-1 según RU 5205 A.

Se instalarán detectores de presencia de tensión en los cables de acometida de línea, conectados en el punto de comprobación de tensión de las terminaciones.

Al lado de estos pasatapas, y de forma indeleble, se situarán las siguientes marcas indicativas de las distintas fases:

- Línea A: L1-A, L2-A y L3-A.
- Línea B: L1-B, L2-B y L3-B.

Los pasatapas para la conexión de los cables de B.T. estarán provistos de terminal pala con un taladro de 14,5 mm. y dispuestos de forma que la acometida de los cables se realice verticalmente.

Al lado de estos pasatapas, y de forma indeleble, se situarán las siguientes marcas indicativas de las distintas fases: N, 2U, 2V y 2W, correspondiendo el símbolo N al borne del neutro.

#### Seccionadores en carga.

Los seccionadores en carga serán tripolares, debiendo cortar el 100% del poder de corte nominal. En posición conectado, deberán soportar la corriente nominal dentro de los valores de sobretemperatura. En la posición seccionamiento, deberán garantizar las sobretensiones definidas en el apartado 3.2.

El mando será del tipo basculante, de forma que la velocidad de apertura y cierre no dependa de la acción del operador, sino de la carga de un muelle, evitando que los contactos del seccionador en carga puedan quedarse en posiciones intermedias.

En el caso de los seccionadores en carga de línea de tres posiciones (conectado, seccionamiento y puesta a tierra), su operación será tal que no permita pasar de la posición

#### Protección contra sobrecargas.

Básicamente, esta protección consistirá en un interruptor termomagnético. Esto es, su actuación estará gobernada por un sensor por el que atraviesa la intensidad y que al mismo tiempo esté sumergido en el líquido refrigerante, de forma que cuando alcance una temperatura determinada cambie de un estado ferromagnético a un estado paramagnético, perdiendo su atracción magnética y liberando la energía de un muelle que se encargue de abrir el circuito principal.

#### Protección contra cortocircuitos.

La protección contra cortocircuitos internos de la máquina se realizará mediante fusibles de alto poder de corte internos al transformador y sin acceso desde el exterior. Caso de cortocircuito interno que suponga la sustitución de estos fusibles será necesario abrir la tapa de la cuba, previa desenergización del C.T.

La coordinación de las curvas de actuación de los distintos elementos de protección será tal que se garantice que la actuación del fusible interno de alto poder de corte solo se producirá en caso de cortocircuito interno en el transformador.

#### Transformador.

El núcleo del transformador será de chapa magnética, y estará conectado eléctricamente a la cuba. Los arrollamientos podrán ser de cobre o aluminio, con aislamiento clase A (según norma UNE-EN 60085). El conjunto núcleo-arrollamientos estará fijado en la cuba de forma que se eviten deslizamientos durante los desplazamientos del C.T.

El sistema de refrigeración será KNAN según UNE 20.101-2/1M. Los límites normales de calentamiento serán de 65°C en los arrollamientos y 60°C en el dieléctrico, respecto a una temperatura ambiente de 40°C.

La potencia nominal del transformador debe ser mantenida, dentro de los límites de sobretemperatura establecidos, en todo el campo de regulación de la tensión previsto.

### Accesorios.

- a) Cambiador de tomas, con cinco - posiciones de regulación, operable con el transformador en vacío e instalado en el lado de alta.
- b) Termómetro con escala de 0 a 120 °C, con aguja indicativa de máxima temperatura alcanzada.
- c) Indicador del nivel del líquido refrigerante en el rango de temperaturas de 0 a 100°C, con señalización del nivel que corresponda a la temperatura de 20°C.
- d) Válvula de alivio de sobrepresión, tarada para un valor de la sobrepresión de 25 kPa, y en la que la salida de los gases nunca se dirige hacia el operario.
- e) Dispositivo de llenado del líquido dieléctrico refrigerante, mediante tapón roscado.
- f) Dispositivo de vaciado y toma de muestras del dieléctrico refrigerante.

### Dieléctrico refrigerante.

Se podrá emplear como fluido dieléctrico refrigerante, aceite mineral nuevo o un aceite basado en hidrocarburos, que deberá ser miscible con los aceites minerales aislantes convencionales.

Los valores límite para el aceite extraído del transformador, dentro de los treinta primeros días después de llenado y antes de someterlo a carga alguna, serán los siguientes:

<b>CONTENIDO EN AGUA (MG/KG)</b>	<b>≤ 20</b>
<b>Rigidez Dieléctrica. (KV).</b>	<b>≥ 40</b>
<b>Número de Neutralización. (mg).</b>	<b>≤ 0,03</b>
<b>Tensión Interfásica.</b>	<b>K OH/g</b>
<b>Factor de Pérdidas Dieléctricas a 90 ° C. (N/m)</b>	<b>≥ 0,03</b>

### *Cuadro de B.T.*

Cumplirá lo indicado en el apartado 2.3.2.3.

### 9.3.2 Características eléctricas.

#### 9.3.2.1 Características asignadas en media tensión.

<b>TENSIÓN AISLAMIENTO ASIGNADA (KV)</b>	<b>36</b>
Frecuencia Asignada (Hz)	50

<b>Tensión Soportada a Impulsos Tipo Rayo (Valor de Cresta)</b>	
A TIERRA, ENTRE POLOS Y ENTRE BORNES DEL SECCIONADOR EN CARGA ABIERTO. (KV).	170
A la Distancia de Seccionamiento. (KV).	195

<b>Tensión Soportada a Frecuencia Industrial durante 1 minuto (valor eficaz).</b>	
A TIERRA, ENTRE POLOS Y ENTRE BORNES DEL SECCIONADOR EN CARGA ABIERTO. (KV).	70
A la Distancia de Seccionamiento. (KV).	80

<b>Intensidad Asignada en Servicio Continuo.</b>	
Seccionador en Carga de Línea. (A).	400
Seccionador en Carga de Trafo. (A).	400

<b>INTENSIDAD ADMISIBLE DE CORTA DURACIÓN. VALOR EFICAZ. (KA/1 S)</b>	<b>16/20</b>
Valor de Cresta de la Intensidad Admisible. (KA)	40/50
Poder de Cierre sobre cortocircuito Valor Cresta. (KA)	40/50
Poder de Corte sobre Transformador en Vacío. Valor Eficaz (KA)	10
Poder de Corte sobre Cables en Vacío. Valor Eficaz (KA)	20

### 9.3.2.2 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS AL TRANSFORMADOR

Potencia Asignada (KVA)	Hasta 4390
Grupo de Conexión.	Dyn11

Tensiones más elevadas para el material de los Arrollamientos	
Arrollamiento Primario. (KV)	36
Arrollamiento Secundario. TENSIÓN EN VACÍO. (KV).	1,1

Tensiones nominales asignadas	
Arrollamiento Primario. (KV).	30
Arrollamiento Secundario. Tensión en Vacío. (KV).	0,69

Tensiones nominales asignadas	
Arrollamiento Primario. (KV).	30
Arrollamiento Secundario. Tensión en Vacío. (KV).	0,69

Tensión Soportada a Impulsos Tipo Rayo (Valor Cresta).	
Arrollamiento Primario. Tensión Nominal 30 KV.	170
Arrollamiento Secundario. (KV).	30

Tensión Soportada a Frecuencia Industrial durante 1 minuto (Valor Eficaz).	
Arrollamiento Primario. Tensión Nominal 30 KV.	70
Arrollamiento Secundario. (KV).	10

ESCALONES DE REGULACIÓN, TOMA PRINCIPAL. (%)	$\pm 2,5 / \pm 5 / \pm 7,5$
Tensión de Cortocircuito. ( Potencia Nominal hasta 4390 KVA). (%)	6

Pérdidas en Vacío Máximas.	
Potencia Nominal 3290 KVA (W)	2378
Potencia Nominal 4390 KVA (W)	3174

Pérdidas en Carga a 75 ° C Máximas.	
Potencia Nominal 3290 KVA (W)	26.424
Potencia Nominal 4390 KVA (W)	35.259

Nivel Máximo de Potencia Acústica.	
Potencia Nominal 3290 KVA (dB(A))	71
Potencia Nominal 4390 KVA (dB(A))	76



### 9.3.2.3 Características asignadas en baja tensión.

TENSIÓN ASIGNADA (V)	690
Frecuencia Asignada (Hz)	50
Tensión Soportada a Impulsos Tipo Rayo. Valor Cresta. (KV).	20
Intensidad de Cortocircuito Admisible. Valor Eficaz. (KA/1 s).	12
Valor de Cresta de la Intensidad Admisible. (KA).	30

Tensión Soportada a Frecuencia Industrial durante 1 minuto (Valor Eficaz).	
ENTRE PARTES ACTIVAS Y MASA (KV).	10
Entre partes Activas de Polaridad Diferente. (KV).	2,5

### 9.3.3 Acometidas subterráneas.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, mediante un tubo de polietileno reticulado (XLPE) de alta densidad y color rojo. Los tubos serán de superficie interna lisa y exterior corrugada, siendo su diámetro exterior de 160 mm. La disposición de los tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se taponará el orificio de paso mediante una espuma autovulcanizable u otro medio similar que evite la entrada de roedores y no dañe la cubierta del cable.

Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación. Por otra parte se tendrá en cuenta, para evitar los riesgos de corrosión de la envuelta de los cables, la posible presencia de sustancias que pudieran perjudicarles.

Los conductores de alta tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable de EPR y cumplirán con lo especificado en la RU 3305 C.

Los conductores de baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE y cumplirán con lo especificado en la RU 3304 D.

#### 9.3.4 Alumbrado.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida.

Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la Norma UNE-EN 61008-1.

#### 9.3.5 Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Los conductores de cobre desnudo se ajustarán a la RU 3401 B.

##### 9.3.5.1 Condiciones de los circuitos de puesta a tierra.

- a) No se unirán al circuito de puesta a tierra, ni las puertas de acceso ni las ventanas metálicas de ventilación del CT.
- b) La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- c) En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- d) Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- e) Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- f) La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.

- g) Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- h) Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- i) Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- j) La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 S<sub>2</sub>.

## 9.4 ADMISIÓN DE MATERIALES.

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que se exigen en el presente pliego. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no le ofrezcan las suficientes garantías.

Para aquellos materiales descritos en el presente PROYECTO TIPO que estén sujetos a las diferentes Especificaciones de Materiales de E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L., bastará para su admisión verificar los Ensayos de Recepción indicados en las mismas. A saber:

- ✚ Edificios prefabricados de hormigón
- ✚ Aparamenta eléctrica
- ✚ Conductores y terminales
- ✚ Tubos de canalización
- ✚ Cintas de señalización en zanjas

Para el resto de materiales, no se permitirá su empleo sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomará como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación. A saber:

- ✚ Conductores de cobre desnudos
- ✚ Conductores de cobre aislados
- ✚ Conectores para la ejecución del electrodo de puesta a tierra
- ✚ Pequeño material auxiliar (bridas, abrazaderas, herrajes, etc.)

## **10 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.**

### **10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA.**

La empresa instaladora deberá estar inscrita y registrada en la Consejería de Industria y Turismo de la COMUNIDAD AUTONOMA DE ANDALUCIA, y encontrarse al corriente en el pago de los impuestos Oficiales.

### **10.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

Todos los materiales empleados deberán de ser de primera calidad. No se emplearán materiales sin que previamente hayan sido examinados por la Dirección de la Obra en las condiciones que prescriben las respectivas calidades indicadas para cada material.

Este control previo, no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados posteriormente, aún después de colocados, si no cumpliesen con las condiciones exigidas en esta Norma. A tal efecto, el Supervisor de la obra empleará los métodos de ensayo y selección que estime oportunos.

#### **10.2.1 Conductores.**

Los conductores aislados serán del tipo y denominación que se fije en el proyecto y para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido.

El Cobre empleado para la fabricación de cables, o la realización de conexiones de cualquier tipo, cumplirán con las especificaciones contenidas en la norma UNE 21011 y las normas para cobre electrolítico de la "ASOCIACION ELECTROTECNICA ESPAÑOLA".

En los conductores estañados puede admitirse un aumento de resistencia no superior al 2%

#### 10.2.1.1 Cables de energía para tensiones nom. de 1.000 v.

Deberán cumplir las condiciones establecidas en la Norma C.E.E 13 en lo referente a rigidez dieléctrica de aislamiento, mecánica y de comportamiento al calor, y en la Norma Francesa UTE N.F.C. 32200 en prueba química.

#### 10.2.1.2 Aislamiento.

El aislamiento a emplear en los conductores que se instalen será de P.V.C y estará de acuerdo con las NORMAS UNE 60228, 21027, 20029, y 21031 y a las normas VDE 0208/6.65.0202/6.65 y 0252/1.61 correspondientes.

La tensión de servicio de los cables será 750 V.

#### 10.2.1.3 Identificación de los conductores.

Para la identificación de los conductores, se emplearán los siguientes colores:

■ Conductor de fase.	color marrón o negro.
■ Conductor de neutro.	color azul.
■ Conductor de protección.	color amarillo-verde.
■ Tercer conductor.	color gris.

#### 10.2.2 **Tubos protectores.**

Las líneas descritas anteriormente irán protegidas en el interior de tubos protectores.

El diámetro de los tubos protectores será el indicado en la instrucción ITC-BT-021 dependiendo del número de conductores que alberguen y de la sección de los mismos, quedando indicados los diámetros de los tubos en las tablas de cálculo adjuntas en el anexo correspondiente.

No se permitirá el que los tubos presenten empalmes en su recorrido debiendo ser continuos a lo largo del mismo.

Por las canalizaciones eléctricas solo podrán pasar estas, evitando que estas queden situadas por debajo de otras canalizaciones que pudieran dar lugar a condensaciones.

En el caso de proximidad con otras canalizaciones no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos 3 cm. En el caso de proximidad con los conductos de calefacción, humos, aire caliente, etc., las canalizaciones eléctricas, se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantengan separadas por una distancia conveniente o por pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas se instalarán de forma que una vez terminada la instalación resulten fácilmente accesibles consiguiéndose por medio de las cajas de empalme y derivación que pasamos a detallar más adelante.

Así mismo, se realizará la instalación empotrada, empleándose para la protección de las líneas, tubos de tipo corrugado y artiglas.

El diámetro de los tubos queda recogido en las hojas de cálculo de la instalación adjuntas en el apartado de "CALCULOS JUSTIFICATIVOS".

Las longitudes deberán ser tales que la entrada de los tubos en las cajas de empalmes y derivación y las cajas de mecanismos se realice con entrada de por lo menos 0,5 cm. en el interior de estas debiéndose sujetar para que al introducir las líneas eléctricas estas no hagan escapar el tubo de la caja.

### **10.2.3 Cajas de empalme y derivación.**

En estos elementos de la instalación se realizarán las uniones de los conductores de las distintas líneas que la forman debiendo ser aquí donde, además, se realicen los cambios de dirección de las líneas.

Queda prohibido realizar empalmes en el interior de los tubos protectores debiendo ser los conductores continuos a lo largo de toda su longitud.

Para impedir en la medida de lo posible el que el polvo entre en el interior de las cajas de empalme y conexión, o que las chispas puedan salir al exterior de ellas, se instalarán las cajas de empalme y conexión de la marca HIMEL, serie D.

Las cajas a emplear para la unión y derivación de los conductores de las líneas eléctricas serán de PVC y se instalarán empotradas en las paredes de la edificación donde entrarán los tubos a las mismas.

La entrada de los tubos en el interior de las cajas se realizará dejando un trozo del mismo en el interior de la caja de forma que al cogerlas a la obra queden solidarias el tubo y cajas y de esta forma aseguren un paso de los conductores de una forma correcta.

La unión de los conductores en el interior de las cajas descritas anteriormente se realizará a base de regletas de empalme o fichas de conexión, quedando prohibida la unión de los mismos mediante retorcimiento y encintado de los mismos.

Tanto a los bornes como a las regletas de conexión se dará una presión al tornillo de ajuste tal que permita el perfecto contacto de los conductores sin llegar a una presión tal que pueda cortar a los mismos.

#### **10.2.4 Aparatos de mando y maniobra.**

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijen en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido y haya sido dada la conformidad por la Dirección de la obra.

Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de las líneas y circuitos. Todos los interruptores automáticos deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión, para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado.

Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los interruptores mencionados deberán de haber estado sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, exigidas a esta clase de material en las normas DIN y VDE, en las recomendaciones de la "ASOCIACION ELECTROTECNICA ESPAÑOLA" y la norma UNE 20347.

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijen en el proyecto pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características se ajusten al tipo exigido, cumplan con la norma UNE 61008 y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección, tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que pudiesen resultar peligrosas y deben ser independientes de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

La capacidad de maniobra debe garantizarse en caso de cortocircuitos y simultanea derivación a tierra que se produzca, una desconexión perfecta.

Por él deben pasar los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

Los interruptores antes descritos irán colocados en el interior de cuadros que estarán contruidos en material metálico antichoque, tanto los marcos, puertas y tapas protectoras, serán para empotrar.

Serán realizados y contruidos para asegurar el IP requerido en función de su emplazamiento y todo caso según norma UNE, el montaje será de doble aislamiento y dispondrán de un perfil normalizado.

Dispondrán de regleta de bornas para conexión de neutro o tierra de 35 mm.

Asimismo, dispondrá de semitroquelados para el paso de tubos o cables.

En los lugares donde la instalación deba de ser estanca, se instalarán los cuadros generales de protección y mando con un IP 559 según norma UNE, serán monobloque de Poliéster reforzado con fibra de vidrio, prensado en caliente, inalterable a la intemperie, será autoextinguible y de doble resistencia al choque y a la temperatura, debiendo presentar además, gran resistencia a los ambientes corrosivos la placa de montaje será aislante de baquelita.

La fijación de la caja a la pared deberá de realizarse de forma que conserve su estanqueidad asegurándose esta condición mediante la disposición de tapones obturadores, mientras que en la puerta dispondrá de una junta de estanqueidad de goma.

### **10.3 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.**

Las canalizaciones eléctricas mantendrán una separación mínima de 30cms con las de gas.

Tratándose de propano o butano, se exigirá el más estricto cumplimiento de vigentes reglamentaciones de G.L.P.

Se dejará la suficiente separación, con los tubos de calefacción y agua caliente, para evitar un recalentamiento excesivo de las canalizaciones eléctricas.



De igual modo se dejará suficiente separación entre las canalizaciones y las chimeneas de modo que se evite el aumento excesivo de temperatura en las conducciones y llegue a arder.

Las cajas y clavijas de enchufe serán las construidas para una tensión mínima de 380 V. con intensidades normales de 10, 25 y 60 A.

Todas las partes de la caja y de la clavija accesibles al contacto normal, serán de material aislante. Se dispondrá de la toma de tierra que la reglamentación vigente exigiera y con las características y dimensiones adecuadas.

Las partes metálicas bajo tensión deberán estar fijadas sobre piezas aislantes suficientemente resistentes al fuego, al calor y a la humedad, teniendo además, la resistencia mecánica necesaria.

Para la conexión de los conductores deberán de emplearse bornas con tornillos, dejando el espacio suficiente para que la conexión pueda ser hecha con facilidad.

Todos los enchufes deberán haber sido sometidos a los ensayos de tensión, aislamiento, calentamiento, resistencia mecánica y de comportamiento en servicio que se indiquen en la norma UNE 20315, NORMAS DIN Y VDE especialmente los números 0100/12.65 y 0750/5.56 y en las recomendaciones de la "ASOCIACION ELECTROTECNICA ESPAÑOLA" nº 52.

Los interruptores, conmutadores y contactores llevarán inscritos en una de sus partes principales y de forma bien legible la marca de fábrica, así como, la tensión e intensidad nominales. Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de sus posiciones de abierto y cerrado.

Los contactos tendrán las dimensiones adecuadas para dejar paso a la intensidad nominal del aparato, sin excesivas elevaciones de temperatura. Las partes bajo tensión, deberán estar fijadas sobre piezas aislantes, suficientemente resistentes al fuego, calor, humedad y con la conveniente resistencia mecánica.

Las aberturas para entrada de conductores, deberán tener el tamaño suficiente con su envoltura de protección.

Todos los interruptores, conmutadores y contactores hasta 25 A., deberán estar contruidos para 400 V. como mínimo. Las distancias entre partes en tensión y entre estas y las de protección, deberán de ajustarse a

las especificaciones por las Reglamentaciones correspondientes. Los mismos aparatos con intensidad superior a 25 A., deberán, además, estar contruidos en forma que las distancias mínimas entre contactos abiertos y entre polos no sean inferiores a las siguientes:

- 5 a 6 mm para los de 25 - 125 A.
- 6 a 10 mm para los de más de 125 A.

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

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

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

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a los ensayos de tensión, aislamiento, resistencia al calor y comportamiento al servicio exigidos en esta clase de aparatos, en las normas DIN, VDE, especialmente NO 0660/1.8.69 y las recomendaciones de la "ASOCIACIÓN ELECTROTECNICA ESPAÑOLA" en su nº 52.

Asimismo, cumplirán las Normas UNE 20109, 61058, 60947-3.

Las luminarias se ajustarán en cuanto a su composición, montaje, señalización y rendimiento y ensayos, a lo especificado en las normas UNE que se citan a continuación.

Asimismo, cada uno de sus componentes, deberá cumplir las siguientes normas en la totalidad de su parte y complementos:

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ■ Reactancia     | Norma UNE 61347-1 |
| ■ Casquillos     | Norma UNE 60061-3 |
| ■ Condensadores  | Norma UNE 20558   |
| ■ Cebadores      | Norma UNE 60155   |
| ■ Portacebadores | Norma UNE 60400   |
| ■ Tubos          | Norma UNE 60081   |
| ■ Cable          | Norma UNE 21031   |

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

La puesta a tierra, se hará a través de picas de acero, recubiertas de cobre, si no se especifica lo contrario en otros documentos del proyecto.

La configuración de las mismas, debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar la introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Todas las picas tendrán un diámetro mínimo de 19 mm y su longitud será de dos metros.

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta, que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito, son muy elevados.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor, en ningún caso, de 16 mm<sup>2</sup> para las líneas de enlace con tierra si son de cobre.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrán entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores, en caso de falta.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, en la que no podrán incluirse ni masa, ni elementos metálicos. Se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masas como con el electrodo. A estos efectos, se dispondrá de las conexiones de piezas de empalme adecuadas, asegurando una buena superficie de contacto, de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc...

El cuadro general de mando y protección se situará lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección, según la Instrucción ITC-BT-017.

Para atravesar muros, tabiques, techos u otros elementos de la construcción, los conductores se colocarán protegidos por tubos de suficiente resistencia mecánica, y en caso de ser metálicos, llevarán un aislamiento supletorio que sobrepasará un centímetro los extremos del tubo.

Se evitará al máximo el cruce de los conductores con cañerías de agua, gas, etc. así como, otras distribuciones eléctricas. Cuando sea preciso efectuar uno de estos cruces que dispondrá de un aislamiento supletorio y nunca se utilizarán tales cañerías como neutro o tierra.

El cuadro de distribuciones tendrá fácil acceso a su cara anterior y sus conexiones serán ordenadas y claras.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios de curvatura se realizarán según se indica en las tablas del Vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados, fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los requisitos que se consideren convenientes y que en los tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 mts. El número de curvas en ángulo recto situadas entre los registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros se destinarán únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores de los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalmes o derivación.

Los tubos que se coloquen en montaje superficial se colocarán como mínimo a 2.5 mts. del suelo.

Las canalizaciones eléctricas se realizarán con tubo FERGONDUR de P.V.C rígido, en la zona de falso techo, se sujetarán a los techos mediante

bridas convenientemente atornilladas, no se admitirá la clásica sujeción mediante alambre.

En las zonas en la que se realicen rozas para paso de conducción eléctrica, se admite el tubo anillado (corrugado), siempre y cuando el mismo disponga de protección mecánica al ser recubierto por una capa de material de obra de espesor adecuado, quedando la canalización empotrada.

Todos los receptores de alumbrado con carcasa metálica dispondrán de una conexión mediante conductor de protección al circuito de puesta a tierra.

La salida de las canalizaciones eléctricas de los distintos circuitos que parten del cuadro general se realizará dando un perfecto peinado a los tubos, evitando los cruces o cambios de sentido entre los mismos.

Todas las canalizaciones que se realicen en el interior del cuadro de distribución (de doble aislamiento), se ejecutarán con protecciones bajo tubo de P.V.C. rígido, no admitiéndose el conductor V-750 sin protección mecánica, asimismo, los bornes se protegerán mediante fundas adecuadas.

## **10.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

Una vez concluidas las instalaciones se procederá por el Director de las mismas a la comprobación de la calidad de los materiales, funcionamiento de la instalación, así mismo, se comprobarán las resistencias a tierra de los circuitos, tales como, resistencias de la tierra de protección resistencia de la tierra de servicio y resistividad del terreno.

## **10.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

Los dispositivos de mando y protección se mantendrán permanentemente conectados, debiéndose emplear para el manejo de las instalaciones los pulsadores de apertura de puertas y alumbrado.

Serán revisadas y comprobadas las instalaciones por lo menos anualmente por un instalador autorizado o por técnico o empresa colaboradora de la Administración, según los casos, procediendo a la comprobación del alumbrado ordinario, de emergencia, suministros de reserva y de socorro, circuitos de tierra, así como, el perfecto estado de conservación y funcionamiento de los dispositivos de protección, tanto magnetotérmicos como diferenciales.

El cuadro general de mando y protección dispondrá de una puerta con cerradura de forma que la persona encargada del mantenimiento de la instalación sea el único con acceso al mismo, evitando de este modo indebidamente e inoportunas manipulaciones de usuarios no autorizados.

## **10.6 CERTIFICADOS. DOCUMENTACION Y LISTADO DE ELEMENTOS SUJETOS A HOMOLOGACION.**

Una vez concluidas las instalaciones, se presentarán las certificaciones, boletín de instalador autorizado, contrato de mantenimiento y demás documentaciones exigidas por la correspondiente Consejería de Industria.

## **11 CONSIDERACIONES FINALES.**

Con lo anteriormente expuesto en este pliego junto a los demás documentos, se considera suficiente idea de la instalación que se pretende, por lo que se espera dar cumplimiento al objeto del presente Proyecto y que tras los trámites oportunos no exista inconveniente por parte de las diferentes Administraciones implicadas para conceder cuantos permisos sean necesarios.

En Albacete, Julio de 2024



**D. José Miguel Martínez Moreno**  
**Ingeniero Técnico Industrial**  
**Colegiado n.º 1.026**



## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”

6.3.PRESUPUESTO.

## CAPÍTULO CAP01 PROTECCIÓN COLECTIVA

### CAP01.1

Ud. Anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad. Según especificaciones en el pliego.

30	30,00	
	30,00	468,00

### CAP01.2

Ud. Cables fiadores para cinturones de seguridad. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	4.906,80

### CAP01.3

m. Cuerdas fiadoras para cinturones de seguridad. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

15	15,00	
	15,00	1.440,00

### CAP01.4

Ud. Extintores de incendios, para fuegos ABC, con capacidad extintora 21A / 113B. Según especificaciones en el pliego de condiciones

15	15,00	
	15,00	860,28

### CAP01.5

Ud. Interruptor diferencial de 30 mA comercializado, para la red de alumbrado. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

20	20,00	
	20,00	712,20

### CAP01.6

m2. Oclusión de hueco horizontal mediante mallazo electrosoldado especial. Según especificaciones en el pliego de condiciones

240	240,00	
	240,00	1.632,00

### CAP01.7

m2. Oclusión de hueco horizontal por tapa de madera. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	430,20

### CAP01.8

Ud. Portátil de seguridad para iluminación eléctrica. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	348,30

### CAP01.9

Ud. Toma de tierra independiente y normalizada, para estructuras metálicas de máquinas fijas. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

60	60,00	
	60,00	10.042,20



#### CAP01.10

Ud. Toma de tierra normalizada general de la obra. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

60	60,00	
	60,00	10.257,20

#### CAP01.11

m. Valla metálica para cierre de seguridad de la obra, (todos los componentes).

450	450,00	
	450,00	3.987,00

**TOTAL CAPÍTULO CAP01 PROTECCIÓN COLECTIVA..... 35.084,18**

### CAPÍTULO CAP02 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

#### CAP02.1

Ud. Botas de goma o material plástico sintético impermeables. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	750,00

#### CAP02.2

Ud. Visera panorámica incolora. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	109,70

#### CAP02.3

Ud. Botas de seguridad reforzada de grupón pigmentado con suela antiperforación, suela de desgaste de doble densidad. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	890,00

#### CAP02.4

Ud Pantalla de policarbonato. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	360,80

#### CAP02.5

Ud Cascos de seguridad clase N. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	306,70

#### CAP02.6

Ud Pértiga de vinilo de 8 metros. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

6	6,00	
	6,00	2.853,60

#### CAP02.7

Ud Cinturones de seguridad contra las caídas. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	1.957,50

#### CAP02.8

Ud Cinturones de seguridad de sujeción. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	1.065,00

#### CAP02.9

Ud Pértiga de aluminio de 5,7 metros. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

6	6,00	
	6,00	1.591,80

#### CAP02.10

Ud Cinturones porta herramientas. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	216,30

#### CAP02.11

Ud Banqueta aislante de hasta 20000 Voltios. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

6	6,00	
	6,00	885,60

#### CAP02.12

Ud Gafas de seguridad contra las proyecciones y los impactos. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	642,60

#### CAP02.13

Ud Gafas protectoras contra el polvo. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	520,50

#### CAP02.14

Ud Guantes de cuero flor. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

100	100,00	
	100,00	481,00

**CAP02.15**

Ud Guantes de latex natural contra contactos eléctricos. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	1.226,10

**CAP02.16**

Ud Sobre guante de cuero flor. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	382,20

**CAP02.17**

Ud Mascarilla de papel filtrante contra el polvo. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	10,80

**CAP02.18**

Ud Ropa de trabajo, monos o buzos de algodón.. Según especificaciones en el pliego de condiciones.

30	30,00	
	30,00	489,00

**TOTAL CAPÍTULO CAP02 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 14.739,20**

## CAPÍTULO CAPO3 SEÑALIZACION DE SEGURIDAD EN LA OBRA

### CAP03.1

Ud Señal de advertencia de riesgo de caída de objetos por cargas suspendidas; fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

### CAP03.2

Ud Señal de advertencia del riesgo eléctrico; fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

### CAP03.3

Ud Señal de prohibido paso a los peatones; fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

### CAP03.4

Ud Señal de protección obligatoria de la cabeza; fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

### CAP03.5

Ud Señal de protección obligatoria de las manos, fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

### CAP03.6

Ud Señal de protección obligatoria de los pies, fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

**CAP03.7**

Ud Señal de protección obligatoria de la vista, fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

**CAP03.8**

Ud Señal de protección de las vías respiratorias fabricada en material plástico adhesivo; según las características descritas en el R.D., 485/1997. Incluso P.P., de suministro, instalación, cambios de posición y retirada. Tamaño mediano.

20	20,00	
	20,00	57,50

<b>TOTAL CAPÍTULO CAP03 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LA OBRA.....</b>	<b>460,00</b>
---	---------------

## CAPÍTULO CAPO4 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES

### CAP04.1

Ud Alquiler mensual de módulo metálico apilable, prefabricado para uso de comedor. Fabricado en chapa metálica emparedada aislante térmico. Incluso P.P., de suministro instalación y retirada.

54	54,00	
	54,00	7.036,66

### CAP04.2

Ud Alquiler mensual de módulo metálico apilable, prefabricado para uso de vestuario. Fabricado en chapa metálica emparedada aislante térmico. Incluso P.P., de suministro instalación y retirada.

54	54,00	
	54,00	7.036,66

**TOTAL CAPO4 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA TRABAJADORES ..... 14.073,32**

## CAPÍTULO CAPO5 INSTALACIONES Y SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS

### CAP05.1

Ud Maletín botiquín portátil para primeros auxilios, completamente equipado.

12	12,00	
	12,00	1.081,80

### CAP05.2

h Reconocimiento médico anual obligatorio.

30	30,00	
	30,00	2.250,00

**TOTAL CAPO5 INSTALACIONES Y SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS ..... 3.331,80**

## CAPÍTULO CAPO6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD

### CAP06.1

h Vigilante de obra contra intrusos.

1	1,00	
	1,00	11.320,00

**TOTAL CAPO6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 11.320,00**

**RESUMEN PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD.**

CAP01	PROTECCIÓN COLECTIVA.....	35.084,18
CAP02	EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	14.739,20
CAP03	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DE LA OBRA .....	460,00
CAP04	INSTALACIONES PROVISIONALES PARA TRABAJADORES.....	14.073,32
CAP05	INSTALACIONES Y SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS.....	3.331,80
CAP06	MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD .....	11.320,00
Total PRESUPUESTO		79.008,50

Asciende el presupuesto de seguridad y salud a la expresada cantidad de SETENTA Y NUEVE MIL OCHO EUROS CON CINCUENTA CENTIMOS.

En Albacete, Julio de 2024



D. Jose Miguel Martínez Moreno  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado nº 1.026



## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE  
PLANTA SOLAR FV DE 39 MW.  
“GIBRALGALIA II”**

**6.4.PLANOS.**





## **INDICE DE PLANOS**

RLN-ER-PG-030-V23. PLANO DE SITUACION Y EMPLAZAMIENTO SyS.

RLN-ER-PG-031-V23. PLANO DE PLANTA GENERAL SyS.

RLN-ER-PG-032-V23. PROTECCIÓN INDIVIDUALES 1 SyS.

RLN-ER-PG-033-23. PROTECCIÓN INDIVIDUALES 2 SyS.

RLN-ER-PG-034-V23. PROTECCIÓN COLECTIVAS 1 SyS.

RLN-ER-PG-035-V23. PROTECCIÓN COLECTIVAS 2 SyS.

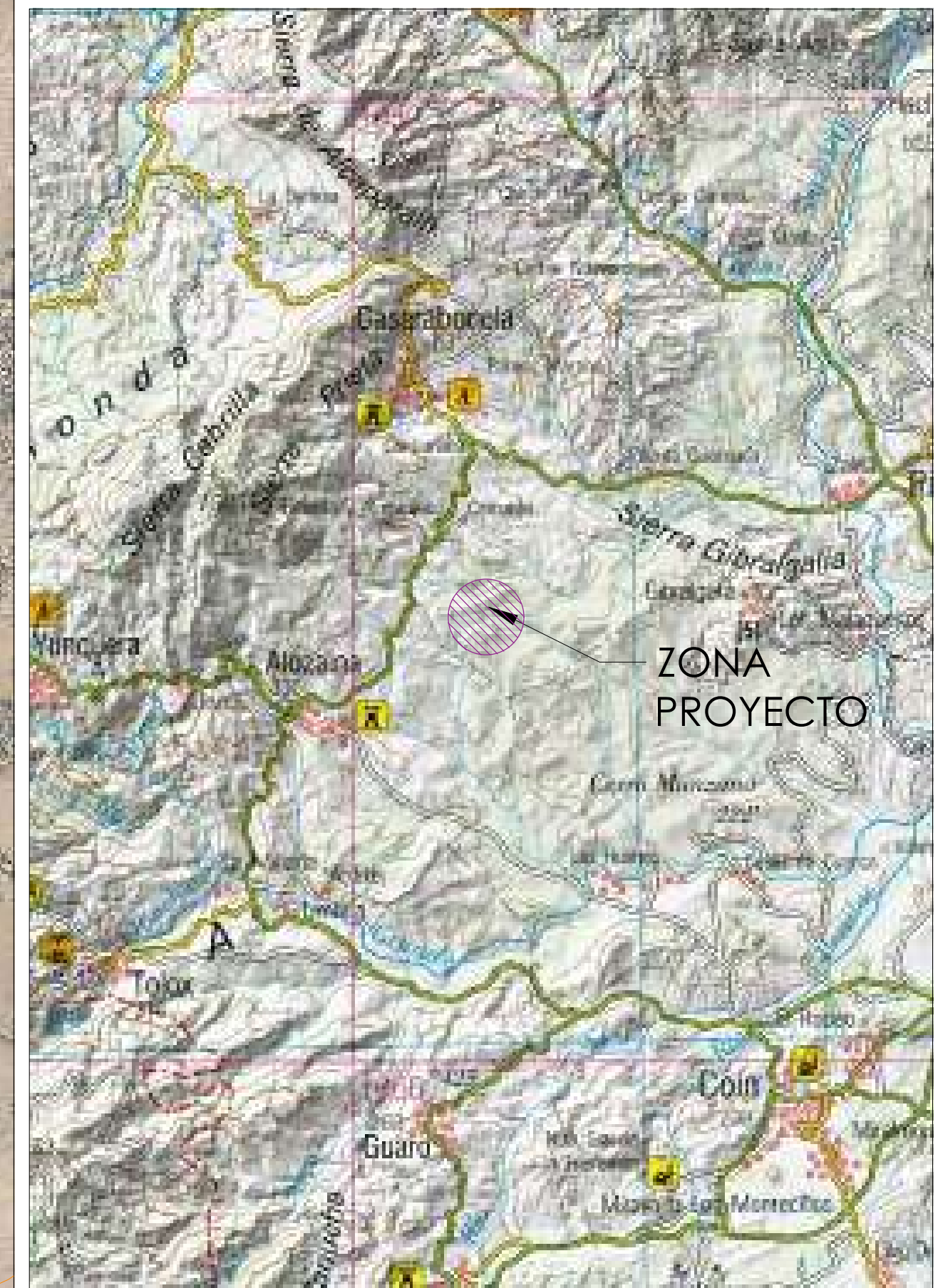
RLN-ER-PG-036-V23. PROTECCIÓN COLECTIVAS 3 SyS.





MUNICIPIO: CASARABONELA  
PROVINCIA: MALAGA  
CC.A.A:ANDALUCÍA  
ZONA UTM: Huso 29 Zona S (ETRS89)

EMPLAZAMIENTO - S/E



23	29/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
17	12/02/2024	A.P.G.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE PSFV Y SUSTITUCIÓN DE MÓDULO FV 690W
16	07/11/2023	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE VALLADO
15	30/10/2023	A.M.B.	J.M.M.	NUEVA IMPLANTACIÓN
0	17/10/2020	L.N.A.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	V.B.
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"			

<p><b>ER</b> <b>INGENIERIA</b></p>	<p><b>E. ROJAS INGENIERÍA, S.L.</b> CIF: B032967303</p> <p>CICEROBARRA Nº12-14, TTNO. +34 967 140 850 02600 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringenieria.com</p>
--	--

SITUACION:  
POLÍGONOS 9 y 12, VARIAS PARCELA  
DE CASARABONELA (MÁLAGA).

PROMOTOR:  
**RENOVALIA ALORA, S.L.**



PLANO:

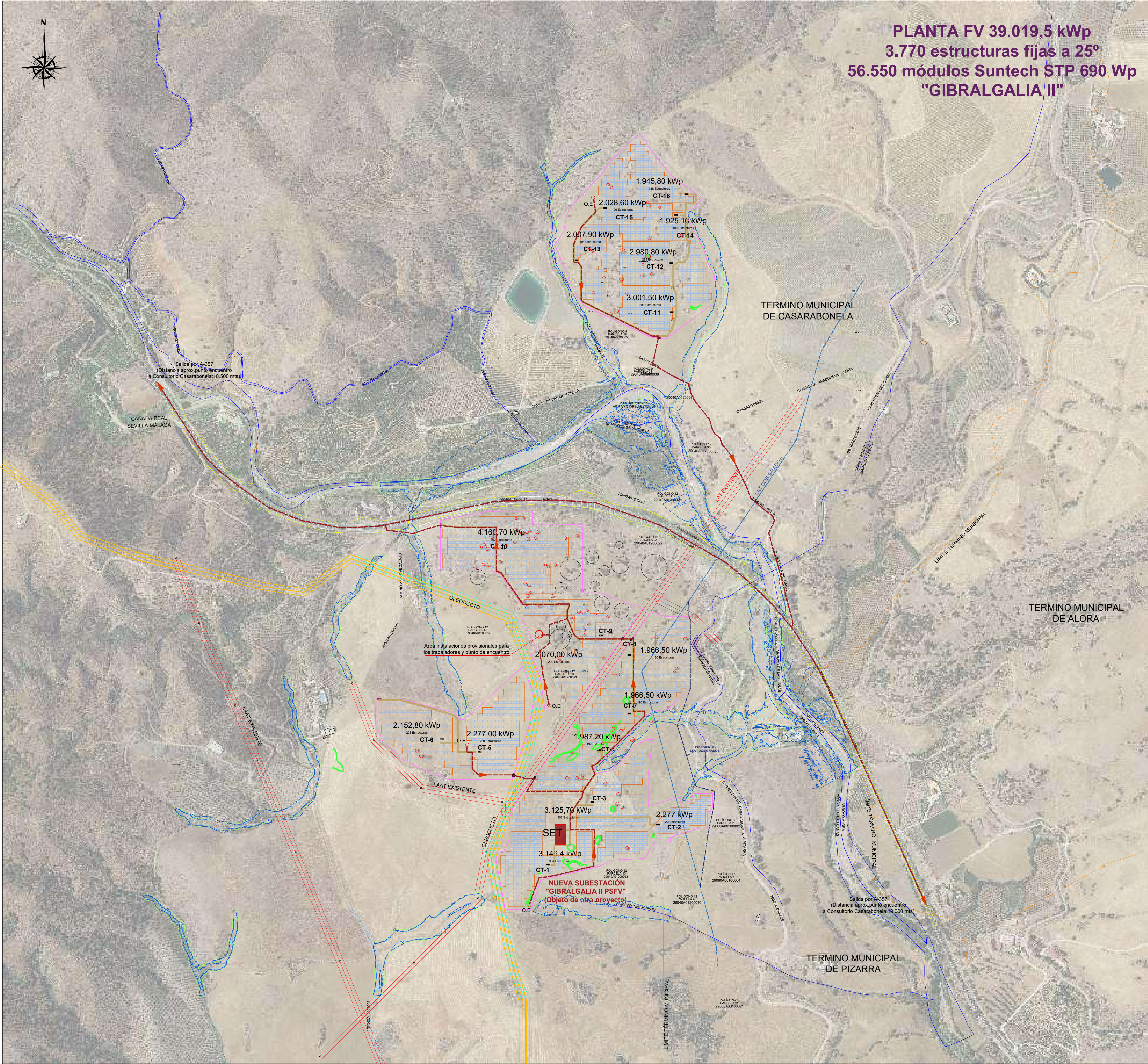
**SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

DIBUJADO	A.M.B. (29/07/2024)	ESCALA:
----------	---------------------	---------

VöB®	J.M.M. (29/07/2024)	1/5.00
------	---------------------	--------

Nº PLANO:	REVISION:
-----------	-----------





PLANTA FV 39.019,5 kWp  
3.770 estructuras fijas a 25°  
56.550 módulos Suntech STP 690 Wp  
"GIBRALGALIA II"

TABLA RESUMEN POTENCIAS FV GIBRALGALIA II						
BLOQUE	POTENCIA	DENOM.	Nº CAJAS SECCIONA.	POTENCIA INVERSOR	POTENCIA TRAFO	TIPO ESTACIÓN MT
BLOQUE 1	3.146,40 kWp	1	16	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 2	2.277,00 kWp	2	11	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 3	3.125,70 kWp	3	16	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 4	1.987,20 kWp	4	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 5	2.277,00 kWp	5	11	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 6	2.152,80 kWp	6	11	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 7	1.966,50 kWp	7	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 8	1.966,50 kWp	8	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 9	2.070,00 kWp	9	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 10	4.160,70 kWp	10	21	4.200 KWh	4.200 KVA	MV SKID
BLOQUE 11	3.001,50 kWp	11	15	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 12	2.980,80 kWp	12	15	3.150 KWh	3.150 KVA	MV SKID
BLOQUE 13	2.007,90 kWp	13	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 14	1.925,10 kWp	14	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 15	2.028,60 kWp	15	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
BLOQUE 16	1.945,80 kWp	16	10	2.100 KWh	2.100 KVA	MV SKID
TOTAL	39.019,5 kWp		196	39.900 KWh	39.900 KVA	

PITCH IMPLANTACION PSFV GIBRALGALIA II	
BLOQUE (CT)	PITCH (m)
BLOQUE 1	11
BLOQUE 2	11
BLOQUE 3	17
BLOQUE 4	12
BLOQUE 5	17
BLOQUE 6	19
BLOQUE 7	12
BLOQUE 8	19
BLOQUE 9	19
BLOQUE 10	17
BLOQUE 11	9,5
BLOQUE 12	9,5
BLOQUE 13	9,5
BLOQUE 14	9,5
BLOQUE 15	9,5
BLOQUE 16	9,5

CONFIGURACIÓN PLANTA FV "GIBRALGALIA II"			
MÓDULOS FV		ESTACIONES POTENCIA FV	
Fabricante	Suntech	Fabricante	Power Electronics
Modelo	STP690S	Modelo	MV SKID
Potencia Pico Modulo	690 Wp	Nº Estaciones Potencia	16
Modulos por string	30		
Nº de series	1.885	Potencia nominal 40°C	1 x 4.200 KVA 4 x 3.150 KVA 11 x 2.100 KVA
Nº de Modulos	56.550		
Potencia Maxima Pico en Paneles (PSFV)	39.019,5 MWp	Potencia max. PSFV 50°C	37.050 KVA
INVERSOR TIPO 1		Potencia max. PSFV 40°C	39.900 MVA
Fabricante	Power Electronics	Potencia max. a evacuar	40,00 MVA
Modelo	HEMK 660V FS4200K	ESTRUCTURA FV	
Potencia de inversor (40°C)	4.200 KVA	Fabricante	ER Ingeniería
Potencia de inversor (50°C)	3.900 KVA	Modelo	ERI-15
Nº de inversores	1	Tipo	Estructura Metálica Pila Incluida
INVERSOR TIPO 2		Posicion de modulos	Horizontal
Fabricante	Power Electronics	Nº modulos por fila	5
Modelo	HEMK 660V FS3151K	Nº modulos por columna	3
Potencia de inversor (40°C)	3.150 KVA	Nº modulos por estructura	15
Potencia de inversor (50°C)	2.925 KVA	Inclinacion	25°
Nº de inversores	4	Azmut	0°
INVERSOR TIPO 3		CAJAS SECCIONAMIENTO	
Fabricante	Power Electronics	Nº Cajas Seccionamiento	221 cajas seccio.
Modelo	HEMK 660V FS2101K		
Potencia de Inversor (40°C)	2.100 KVA		
Potencia de Inversor (50°C)	1.950 KVA		
Nº de Inversores	11		

LEYENDA	
	BLOQUES PSFV GIBRALGALIA II
	SUBESTACIÓN GIBRALGALIA
	ZONA AFECCIÓN CAÑADA REAL
	ZONA AFECCIÓN LAT EXISTENTE
	ZONA AFECCIÓN OLEODUCTO
	VALLADO PERIMETRAL
	ESTRUCTURA FIJA 25° (5x3 módulos 690W)
	ESTACIÓN M.T. MV SKID
	CAMINOS INTERNOS PSFV
	LSAT
	LSMT
	ÁRBOLES AFECTADOS POR LA PSFV
	ÁRBOLES A RESPETAR POR MEDIO AMBIENTE
	MOVIMIENTO DE TIERRAS >1m

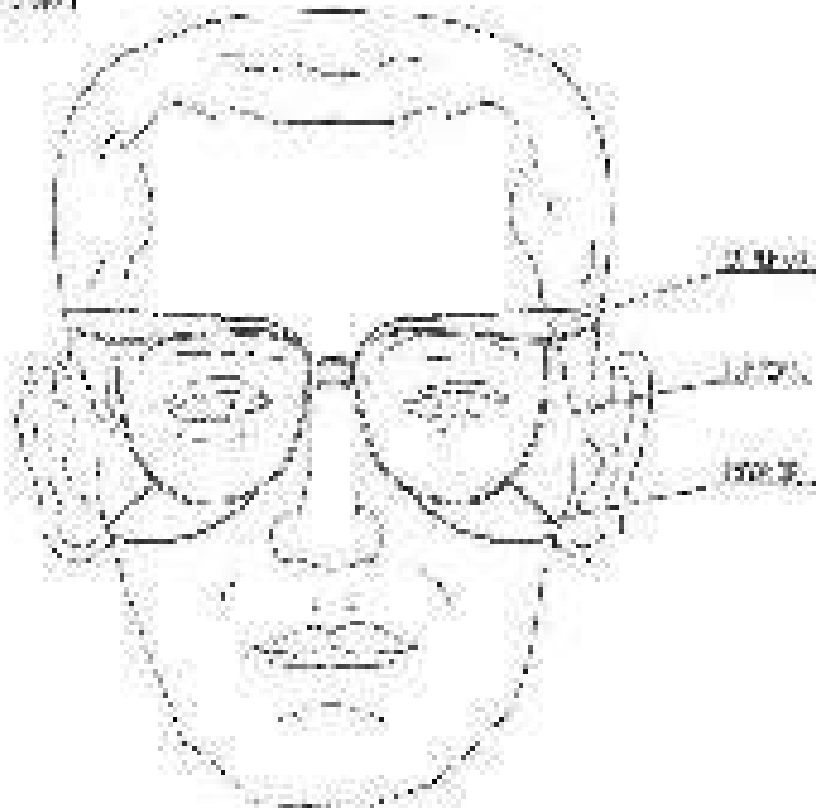
23	29/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
22	03/06/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
21	21/05/2024	A.M.B.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN TRAS ESTUDIO CTIN
20	30/04/2024	J.S.C.	J.M.M.	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN INCLUYENDO CAPAS CTIN E HIDROLOGÍA
0	17/10/2020	L.N.A.	J.M.M.	DESARROLLO INICIAL
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCIÓN
PROYECTO: ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FV 39 MWp. "GIBRALGALIA II"				 ER INGENIERÍA S.L. CIP 02076789 POL. IND. COORDINADAS 10-14, TRAMO 104-107-140-150 29010-14 LÁZAROS DE ALARCON (MÁLAGA) www.ingenieria.com
SITUACIÓN: POLÍGONO 9 y 12 VARIAS PARCELAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MÁLAGA).				Nº O.T.: 20 - 732 / 12 FIRMA:
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L.				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.I.I.A.B. (COL. Nº 1.038)
PLANO: PLANO PLANTA GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD.				DIBUJADO: A.M.B. (29/07/2024) VºBº: J.M.M. (29/07/2024) Nº PLANO: RAR-ER-PG-031 ESCALA: 1/5.000 REVISION: 23



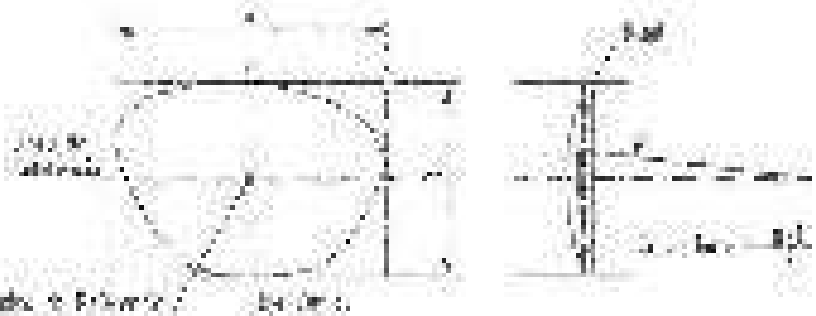
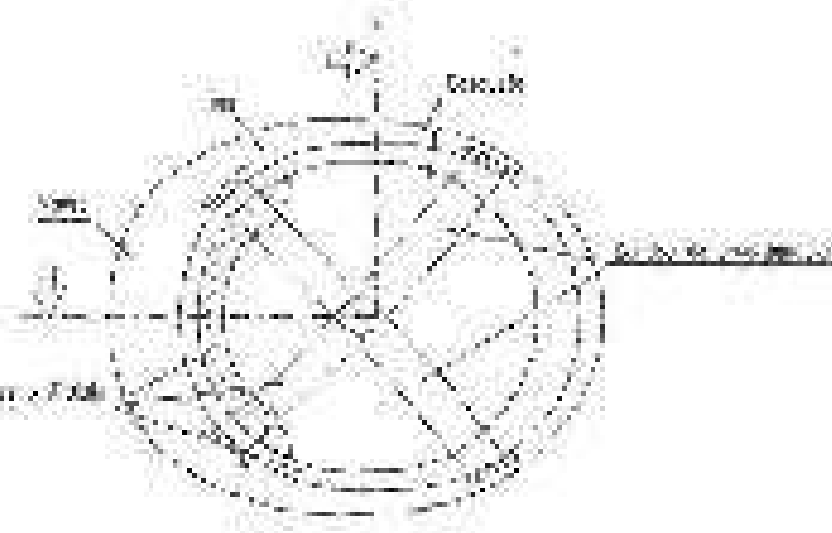
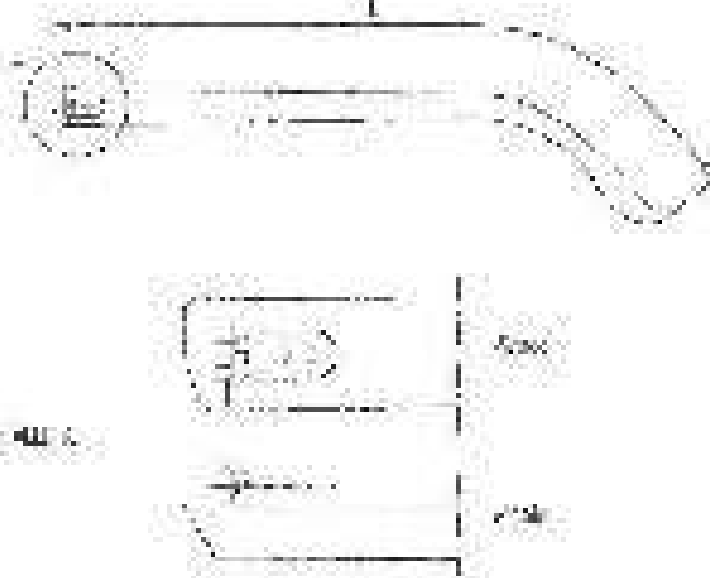
PLAN DE SEGURIDAD

PROTECCIONES INDIVIDUALES

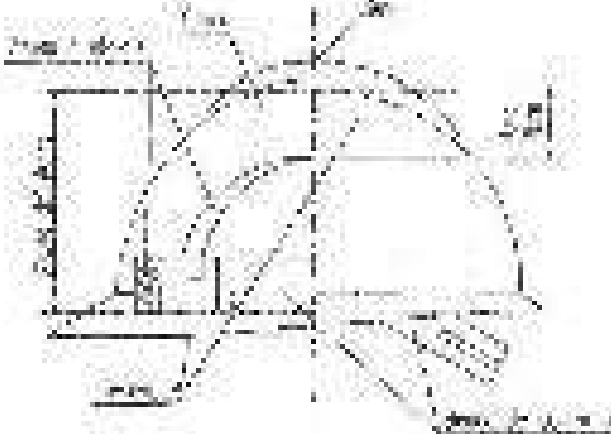
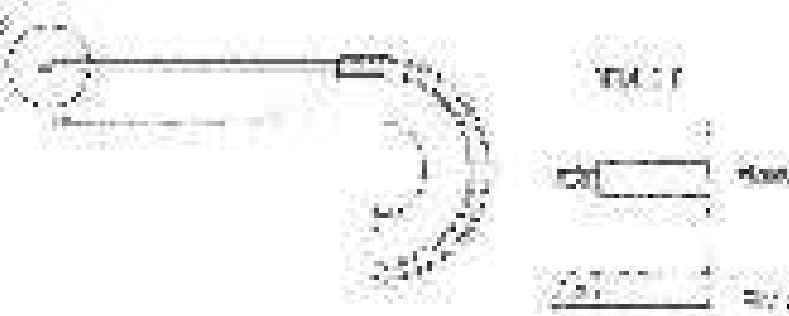
PLAN DE SEGURIDAD



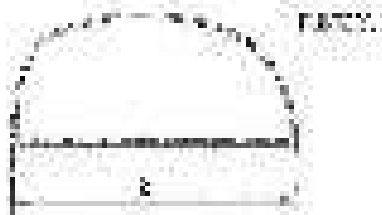
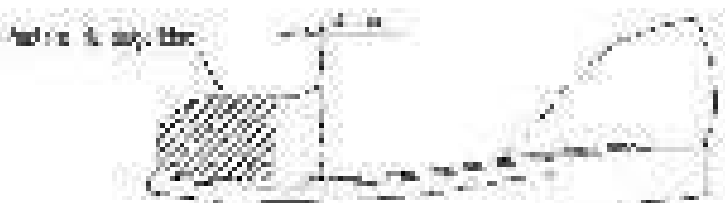
PLAN DE SEGURIDAD



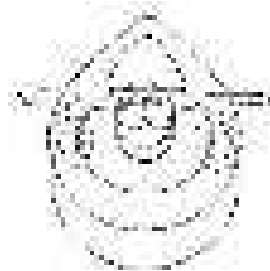
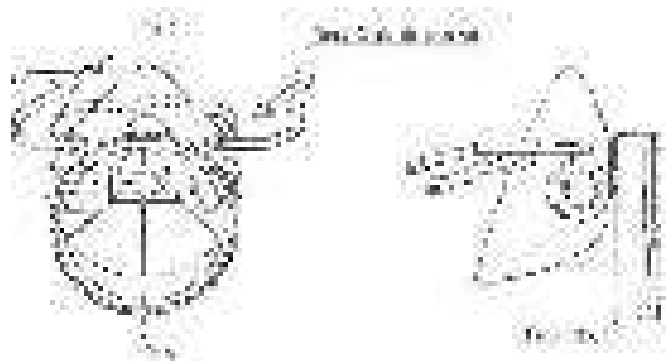
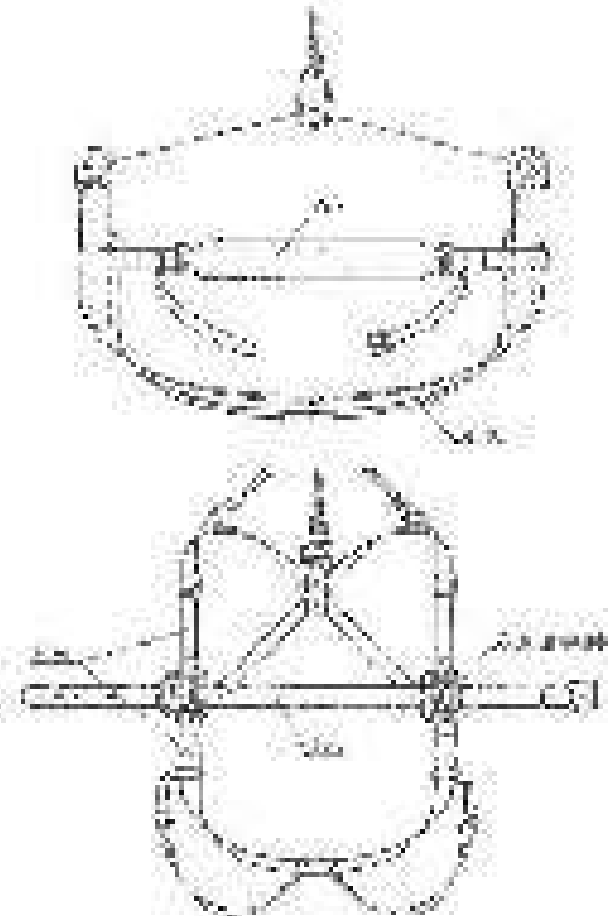
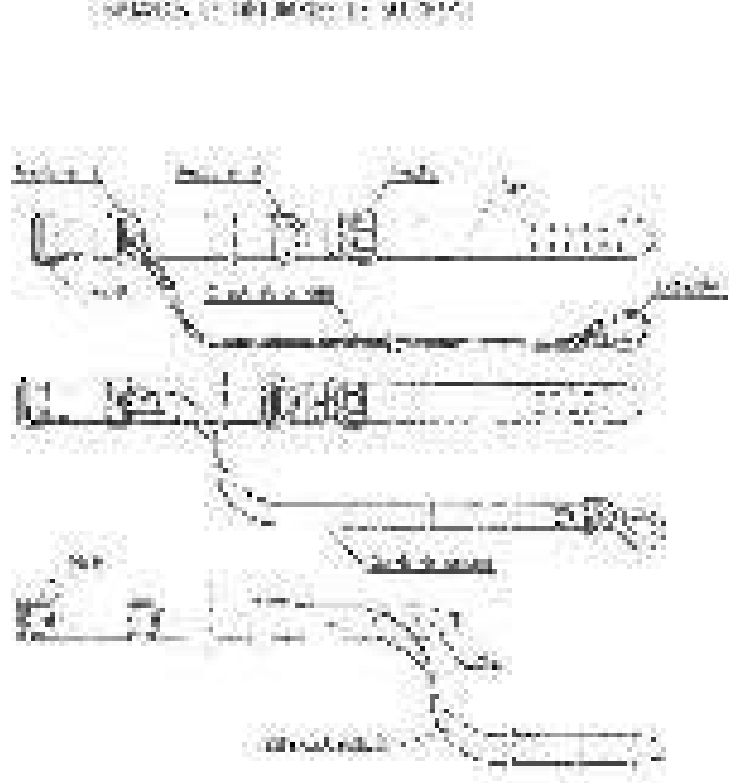
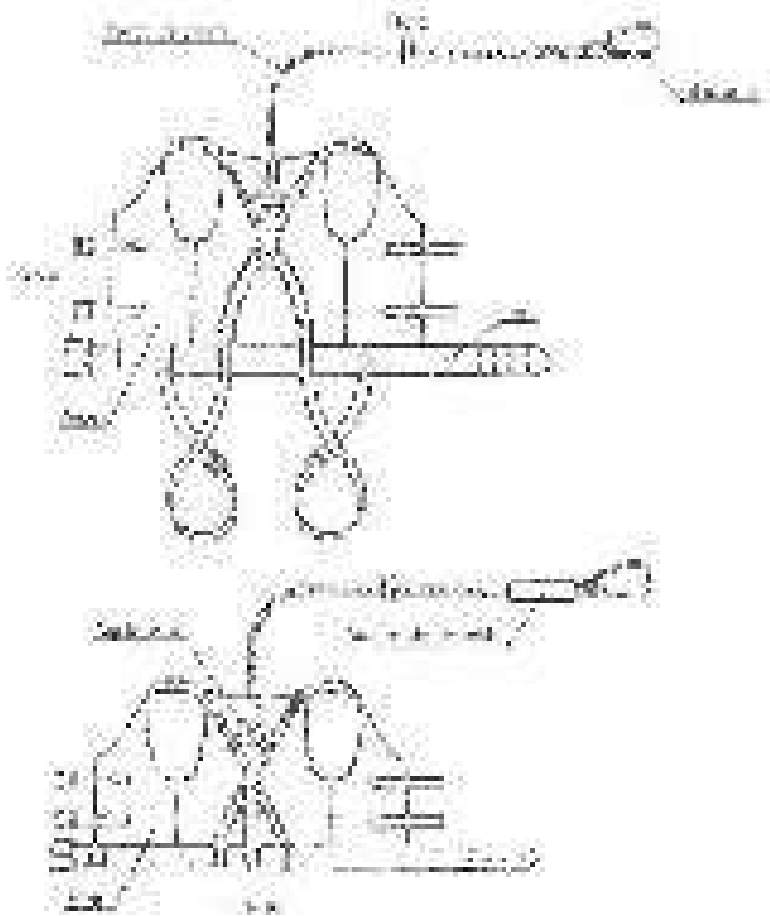
PLAN DE SEGURIDAD



PLAN DE SEGURIDAD

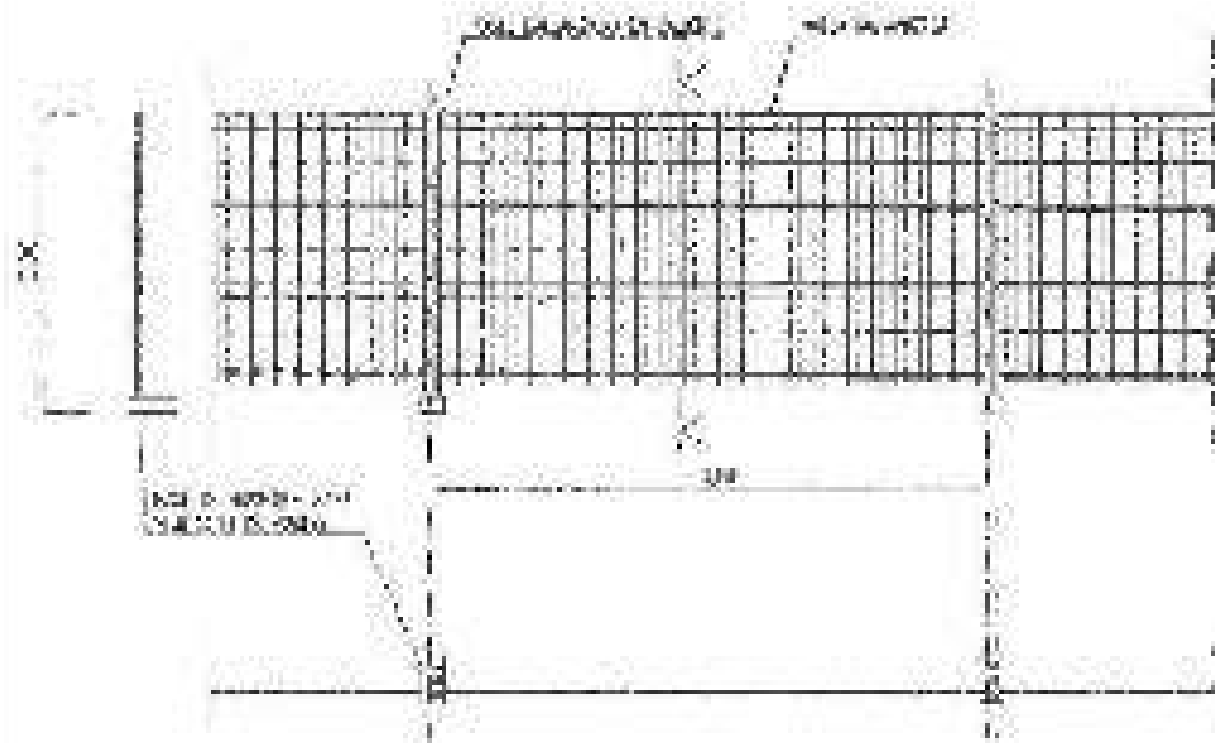


23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
12	06/03/2023	D.G.P.	J.M.M.	NUEVA IMPLANTACIÓN
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE PROTECCIONES INDIVIDUALES Nº1.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO:				ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA PROYECTO DE ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV 39 MW. "GIBRALTALIA II"
SITUACION:				POLÍGONO 9, y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MALAGA).
PROMOTOR:				RENOVALIA ALORA, S.L.
PLANO:				PLANO DE PROTECCIONES INDIVIDUALES Nº1.
DIBUJADO				A.M.B. (25/07/2024)
VºBº				J.M.M. (25/07/2024)
Nº PLANO:				RAR-ER-PG-032
FIRMA:				JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)
ESCALA:				S/E
REVISION:				23



23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE PROTECCIONES INDIVIDUALES Nº2.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA PROYECTO DE ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV 39 MW. "GIBRALTALIA II"				<div><div></div><div>E.ROJAS INGENIERÍA,S.L. CIF: B02567303 POL. IND. CICOROMINAS, Nº12-14, TºNO. +34 967 140 850 02600 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA) www.eringenieria.com</div></div>
SITUACION: POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MALAGA).				Nº O.T.: 20 - 732 / 12
PROMOTOR: RENOVALIA ALORA, S.L. 				FIRMA: 
PLANO: PLANO DE PROTECCIONES INDIVIDUALES Nº2.				RESPONSABLE: JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)
				ESCALA: S/E
				REVISION: 23
				Nº PLANO: RAR-ER-PG-033

PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS



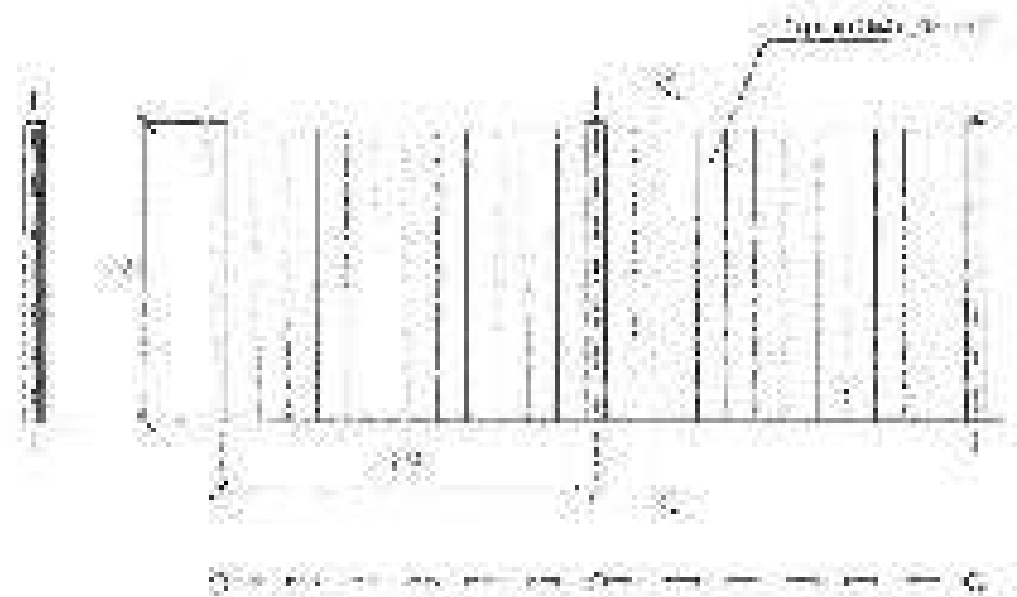
PROTECCIONES COLECTIVAS  
PROTECCIONES INDIVIDUALES  
PROTECCIONES DE BARRERA

AL LARGO DE LOS EJESE SE INDICAN LAS DISTANCIAS ENTRE LAS PROTECCIONES

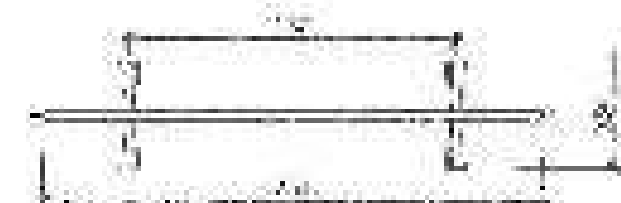
PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS



PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS

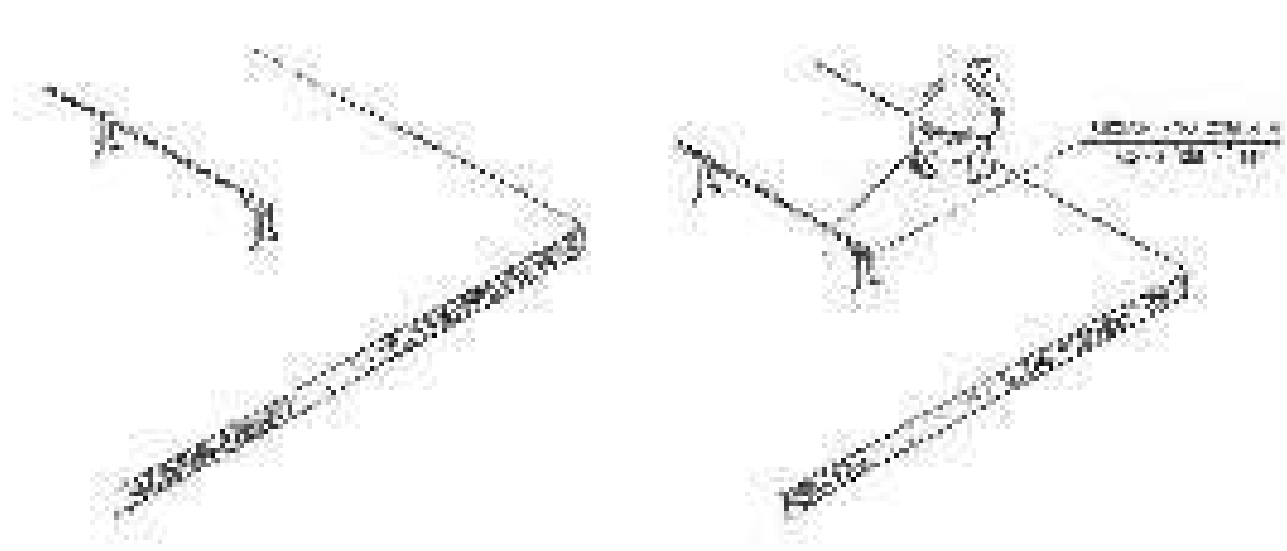


PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS

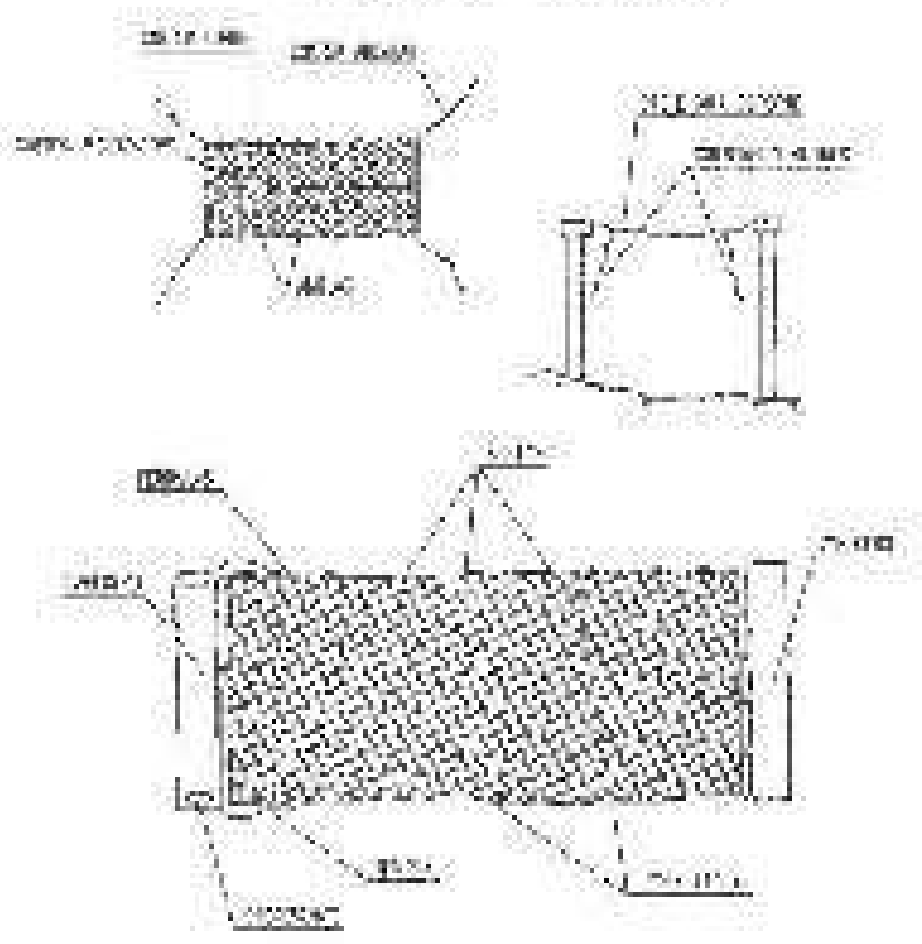


23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS Nº1.
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION
PROYECTO:				ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA PROYECTO DE ACTIVIDAD, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA SOLAR FV 39 MW. "GIBRALTALIA II"
SITUACION:				POLÍGONO 9 y 12, VARIAS PARCELAS, TERMINO MUNICIPAL DE CASARABONELA (MALAGA).
PROMOTOR:				RENOVALIA ALORA, S.L.
PLANO:				PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS Nº1.
DIBUJADO				A.M.B. (25/07/2024)
VºBº				J.M.M. (25/07/2024)
Nº PLANO:				RAR-ER-PG-034
FIRMA:				JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)
ESCALA:				S/E
REVISION:				23

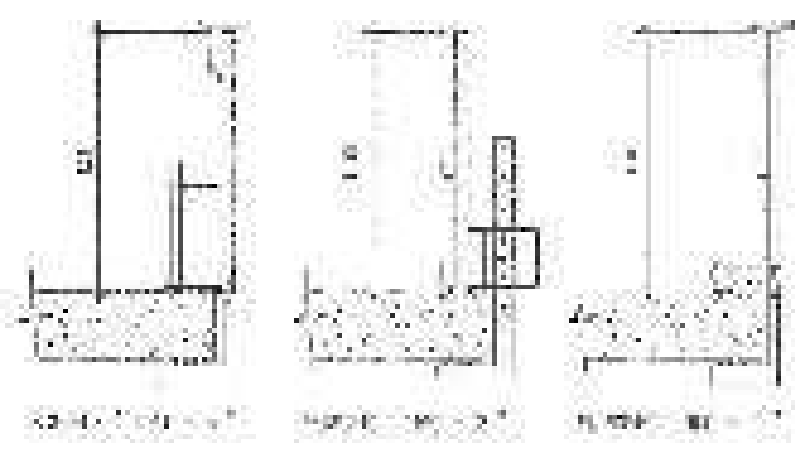
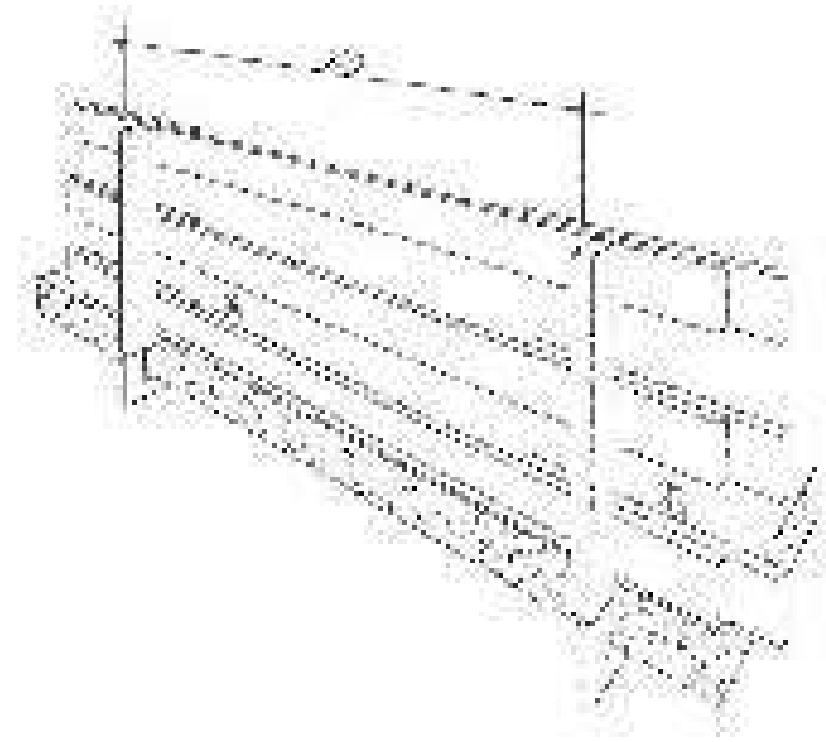
DETALLE DE PROTECCIÓN DEL ALTO  
A CAJETÍN DE LOS TIPOS A Y B.



DETALLE DE PROTECCIÓN DEL ALTO  
A CAJETÍN DE LOS TIPOS C Y D.



DETALLE DE PROTECCIÓN DEL ALTO  
A CAJETÍN DE LOS TIPOS E Y F.



23	25/07/2024	A.M.B.	J.M.M.	NUEVO PROYECTO	
14	29/09/2023	A.P.G.	J.M.M.	ACTUALIZACIÓN DE CAJETÍN A V14	
0	26/10/2020	J.M.P.	J.M.M.	CREACIÓN DE PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS Nº2.	
REVISION	FECHA	DIBUJADO	VºBº	DESCRIPCION	
PROYECTO:				<div><div></div><div><div>E. ROJAS INGENIERÍA, S.L.</div><div>CIF: B02587303</div><div>POL. IND. C/COROMINAS, Nº12-14, TFNO. +34 967 140 850</div><div>02800 VILLARROBLEDO - ALBACETE (ESPAÑA)</div><div>www.eringenieria.com</div></div></div>	
SITUACION:					<div><div><div>Nº O.T.:</div><div>20 - 732 / 12</div></div><div><div>RESPONSABLE:</div><div>JOSE MIGUEL MARTINEZ MORENO</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL</div><div>C.O.I.T.IAB (COL. Nº 1.026)</div></div><div><div>FIRMA:</div><div></div></div></div>
PROMOTOR:					
RENOVALIA ALORA, S.L.					
PLANO:				<div><div><div>Nº PLANO:</div><div>RAR-ER-PG-035</div></div><div><div>ESCALA:</div><div>S/E</div></div><div><div>REVISION:</div><div>14</div></div></div>	
PLANO DE PROTECCIONES COLECTIVAS Nº2.					
DIBUJADO					
VºBº					
Nº PLANO:					
RAR-ER-PG-035					

