Generación Fotovoltaica EL ARQUILLO, S.L.U.
C/ Fernando Alonso Navarro, 12, 4ª Pl.
30009 – MURCIA
Tel.: 868 07 51 31
E-mail: info@gruposynergia.es

PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA "BELVIS" DE 5 MW DE POTENCIA

TT.MM. Paracuellos de Jarama y San Sebastián de los Reyes (Madrid)

Rev. 2.- SEP.-2024

Comunidad de Madrid

DECLARACIÓN RESPONSABLE DE TÉCNICO TITULADO COMPETENTE AUTOR DEL PROYECTO

A. DATOS DEL TÉCNICO TITULADO COMPENTENTE PROYECTISTA

D. **José Manuel Zambudio Bravo** mayor de edad, con NIF nº [redacted] tlf [redacted], correo electrónico [redacted], titulación habilitante **Ingeniero Industrial**, especialidad **industrial**. Colegio Profesional **C.O.I.I.R.M.**, nº de colegiado **1.074**.

Con domicilio a efecto de notificaciones [redacted]

Realiza su actividad en la empresa **Synergia Energy Solutions S.L.**, con NIF nº **B73907065**, tlf **868075131**, correo electrónico **info@gruposynergia.es** y con domicilio a efecto de notificaciones **Calle Fernando Alonso Navarro, 12, 4ª Planta. 30009. Murcia**.

Actividad de la empresa **Ingeniería y consultoría** con código CNAE **7112**.

B. DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA

Declaro actuando en nombre propio y bajo mi responsabilidad que:

1. Poseo la titulación indicada en el apartado A.
2. Conforme a las atribuciones profesionales de la titulación indicada, poseo competencias para redactar y firmar el proyecto denominado:
   Proyecto de Ejecución Planta Fotovoltaica "Belvis" de 5 MW de Potencia.
3. No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente, para la redacción y firma de dicho proyecto.
4. He tenido en cuenta la normativa vigente de aplicación en el proyecto del apartado B.2.

C. FIRMA DEL TÉCNIO COMPETENTE QUE DECLARA

Y para que conste y surja los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores.

En Murcia, a fecha de la firma digital.

[redacted]

Firmado: el técnico competente proyectista.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

v5.0

TITULAR

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	GENERACION FOTOVOLTAICA EL ARQUILLO, S.L.U.
DIRECCIÓN:	C/. FERTANDO ALONSO NAVARRO, 12, 4º, ED. MBC
LOCALIDAD:	MURCIA
CÓDIGO POSTAL:	30009
CIF/DNI DEL TITULAR:	B-10648715

EMPLAZAMIENTO:

DIRECCIÓN:	CMO. DEL VALLE DEL JARAMA (POL. 1, PARC. 223)
LOCALIDAD:	PARACUELLOS DEL JARAMA
CÓDIGO POSTAL:	28862

DISTRIBUIDORA:	IB	I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.
PRESUPUESTO:	2.697.129,76	Euros

REPRESENTANTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:	JOSÉ LUIS MARTINEZ CUESTA
DIRECCIÓN:	[redacted]
CÓDIGO POSTAL:	
LOCALIDAD:	
PROVINCIA:	

EMPRESA INSTALADORA

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:	
DNI/CIF:	
NOMBRE DEL INSTALADOR:	
REGISTRO DE EMPRESA:	

PROYECTISTA

NOMBRE Y APELLIDOS:	JOSÉ MANUEL ZAMBUDIO BRAVO
DNI/NIF/CIF	[redacted]
COLEGIO:	COLEGIO OFICIAL INGENIEROS INDUSTRIALES REGIÓN DE MURCIA
Nº COLEGIADO:	1074

Nº DE LÍNEAS:	1	SOLICITA DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA	SI
Nº DE CENTROS:	1	INCLUYE INSTALACIONES DE TRANSPORTE SECUNDARIO	NO
SISTEMA COORDENADAS UTM:	ETRS89	PLAZO SOLICITADO PARA LA EJECUCIÓN (EXPRESADO EN MESES):	12

Contacto para Gestión: Tfno. 868.075.131 e-Mail info@gruposynergia.es

	ORGANISMOS AFECTADOS:	Identificación Complementaria O.A.
1	AYUNTAMIENTO	PARACUELLOS DE JARAMA
2	AYUNTAMIENTO	SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES
3	CANAL ISABEL II	CANAL ISABEL II
4	CARRETERAS. COMUNIDAD DE MADRID	M-111
5	I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES	LÍNEAS MT - Referencia I-DE: 9041574286
6	ENAGAS	MADRILEÑA RED DE GAS
7	TELEFÓNICA	CANALIZACIÓN TELEFÓNICA
8		

Desmontajes de Líneas Aéreas

Longitud a desmontar. metros.
Nº apoyos a desmontar apoyos.

Visado voluntario del Colegio Oficial de Ingenieros
Colegio:
Fecha:
Número:

Recibo Pago de Tasas DGIEM
Ref.:
Importe: euros.

Firma del proyectista:

[redacted]

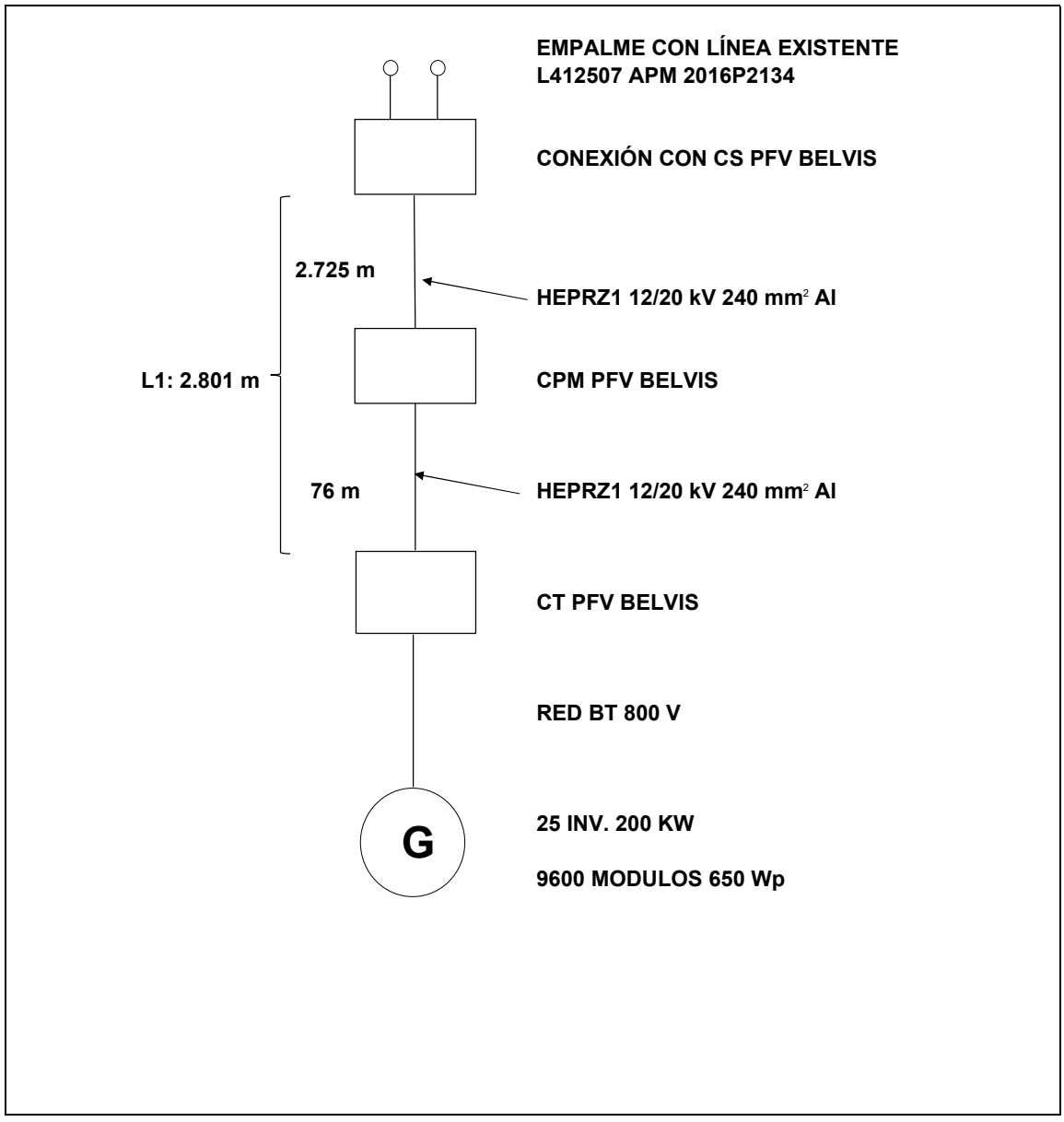
v5.0							
CENTRO Nº.:		*	CT PFV BELVIS				
COORDENADAS UTM	X:	*	453.877				
SISTEMA COORD.: ETRS89	Y:	*	4.490.934				
ACTUACIÓN:		*	NUEVO				
Nº TRANSFORMADORES INSTALADOS		*	1				
POTENCIA (kVA)	En transformadores instalados:	*	1x6500				
	Máxima admisible en el Centro:	*	1x6500				
PROTECCIONES (AT):		*	INTERRUPTOR AUTOMATICO				
TIPO DE CENTRO:		*	RIOR, DE MANIOBRA INTERIOR				
SITUACIÓN/ENVOLVENTE:		*	REFABRICADO DE SUPERFICIE				
SERVICIO / FUNCIÓN:		*	TRANSFORMACIÓN				
Nº LINEAS ENTRADA/SALIDA AT:		*	1				
ALIMENTACIÓN:	Tipo de acometida	*	SUBTERRÁNEA				
	Tipo de conductor		HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al				
	Longitud (m)		2801				
TENSIÓN DE SERVICIO (kV):		*	20				
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN:		*	20 kV / 800 V				
BAJA TENSIÓN:	Nº de líneas instaladas	*	25				
	Tipo de conductor	*	XZ1 0,6/1 kV 300 mm2 Al				

v5.0				
	LÍNEA Nº	*	1	
ORIGEN DE LÍNEA	**SITUACIÓN:**	*	CT PFV BELVIS	
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	X	*	453.877	
SISTEMA ETRS89	Y	*	4.490.934	
FINAL DE LÍNEA	**SITUACIÓN:**	*	CS PFV BELVIS	
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	X	*	452.604	
SISTEMA ETRS89	Y	*	4.492.761	
CENTROS QUE INTERCONECTA:		*	NO APLICA	
ACTUACIÓN:		*	NUEVA	
TIPO LÍNEA:		*	SUBTERRÁNEA	
LONGITUD TOTAL (m):		*	2801	
	Longitud tramo subterráneo		2.801	
	Longitud tramo aéreo			
TENSION DE SERVICIO (kV):		*	20	
Nº DE CIRCUITOS:		*	1	
TIPO CONDUCTOR:	Subterráneo	*	HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al	
	Aéreo			

v5.0

DENOMINACIÓN CENTRAL GENERACIÓN:			*	PFV BELVIS
COORDENADAS UTM		X:	*	453.657
SISTEMA COORD.:	ETRS89	Y:	*	4.490.857
ACTUACIÓN:			*	NUEVO
TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN:			*	INSTALACION FOTOVOLTÁICA
COMBUSTIBLE PRINCIPAL (SI PROCEDE):				
MODALIDAD DE GENERACIÓN:			*	PRODUCCIÓN CONECTADA A RED
PUNTO DE CONEXIÓN GENERACIÓN:			*	RED DE DISTRIBUCIÓN EN AT
TENSIÓN EN EL	Nivel de tensión		*	20
PTO. DE CONEXIÓN:	Ud. de tensión		*	kV
TIPO CONDUCTOR	En Alta Tensión:			HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al
	En Baja Tensión:			
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW):			*	5000
Nº GENERADORES/	Instalados		*	9600
PANELES:	Ampliación			
POTENCIA UNITARIA	De los Instalados		*	650
POR GENER./PANEL:	De los ampliados			
	Ud. de potencia		*	Wp
Nº INVERSORES:	Instalados		*	25
	Ampliación			
POTENCIA UNITARIA	De los Instalados		*	200
INVERSORES (kW):	De los ampliados			

ESQUEMA SINÓPTICO



CONTENIDO

1.- MEMORIA.

2.- PRESUPUESTO.

3.- PLANOS.

4.- PLIEGO DE CONDICIONES.

5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

7.- ANEJOS.

ANEJO I: Estudio de producción.

ANEJO II: Cálculos.

ANEJO III: Características de equipos.

synergia
Energy Solutions

MEMORIA

REV 2. SEP.-2024

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES 5

2 OBJETO. 7

3 NORMATIVA DE APLICACIÓN 8

3.1 LEGISLACIÓN NACIONAL 8

3.2 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL 11

3.3 ESPECIFICACIONES PARTICULARES APROBADAS DE EMPRESAS DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA APLICABLES. 13

4 PETICIONARIO Y TITULAR 17

5 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE EMPLAZAMIENTO. 18

5.1 PLANTA FOTOVOLTAICA 18

5.2 LÍNEA DE EVACUACIÓN. 20

5.3 ÁREA AFECTADA POR EL PROYECTO FOTOVOLTAICO. 21

6 AFECCIONES Y CONDICIONADOS. 22

6.1 PLANTA FOTOVOLTAICA: 22

6.1.1 RETRANQUEOS. 22

6.2 LÍNEA DE EVACUACIÓN. 22

6.2.1 CRUZAMIENTO CON CANAL DE ISABEL II. 22

6.2.2 CRUZAMIENTO CON LÍNEA DE TELECOMUNICACIONES 24

6.2.3 CRUZAMIENTO CON CARRETERA M-111. 25

6.2.1 CRUZAMIENTO CON CANALIZACIÓN DE GAS 25

6.2.2 AYUNTAMIENTO DE PARACUELLOS DE JARAMA. 26

6.2.3 AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES. 27

7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN 28

8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 31

8.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 31

8.2 INVERSORES DC/AC 33

8.3 ESTRUCTURAS DE SOPORTE 36

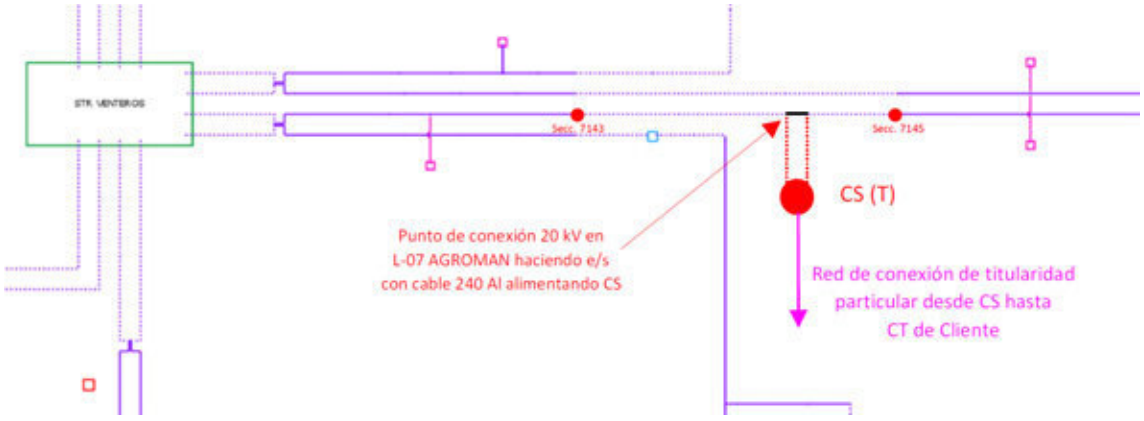
8.4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 38
8.4.1 CONTENEDOR: 39
8.4.2 CUADRO DE BAJA TENSIÓN. 40
8.4.3 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN AUXILIAR. 41
8.4.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA. 41
8.4.5 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN: 44
8.4.6 ACCESORIOS. 45
9 CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA. 47
9.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES. 47
9.2 OBRA CIVIL. 47
9.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. 50
9.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN. 50
9.3.2 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA. 53
9.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA. 61
9.5 PROTECCIONES 65
9.5.1 PROTECCIONES EN EL INTERRUPTOR DE INTERCONEXIÓN. 67
10 PPC (POWER PLANT CONTROLLER). 69
11 SISTEMA DE SEGURIDAD. 71
12 SISTEMA ELÉCTRICO 72
12.1 MATERIAL PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA 74
13 LÍNEA DE EVACUACIÓN. 76
13.1 LONGITUD Y TRAZADO. 76
13.2 PUNTO DE CONEXIÓN 77
13.3 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 78
13.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES. 78
13.4.1 CONDUCTORES. 78
13.4.2 PROTECCIONES. 81
14 OBRA CIVIL 83
14.1 LIMPIEZA Y DESBROCE 83

14.2 MOVIMIENTOS DE TIERRA 83
14.3 VIALES 84
14.4 VALLADO. 85
14.5 ZANJAS 85
14.6 EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 87
15 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y ESTACIONES METEOROLÓGICAS 89
16 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA 90
17 PROGRAMA DE EJECUCIÓN 91
18 CONCLUSIONES 94

1 ANTECEDENTES

Generación Fotovoltaica El Arquillo, S.L.U. ("GFEA") es la sociedad promotora del proyecto que tiene como objetivo la promoción, construcción y explotación de la planta fotovoltaica PFV Belvis, de 5 MW de potencia instalada, sito en los términos municipales de Paracuellos de Jarama y San Sebastián de los Reyes (Madrid).

Para la conexión a la red de distribución de la PFV Belvis, se dispone de punto de acceso y conexión a la red de distribución propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. (I-DE), para una capacidad de acceso de 5 MW en la línea 7 - AGROMAN de 20 kV de la STR VENTEROS (20 kV), en el tramo de línea subterráneo comprendido entre los seccionadores número 7143 y 7145, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento telemandado en dicha línea mediante una entrada/salida, con código de identificador único 7792158.



El centro de seccionamiento se colocará en las coordenadas ETRS 89 (HUSO 30): [452604; 4492761].

La instalación queda incluida dentro del subgrupo b.1.1 del 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: instalaciones de producción de energía eléctrica mediante solar fotovoltaica.

Con fecha 30 de diciembre de 2020 se publica en BOE del R.D. 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Mediante dicho R.D., en el apartado uno de la disposición final tercera, se

modifica el artículo 3 del RD 413/2014, relativo a la potencia de las Instalaciones, quedando redactado como sigue:

> *"La potencia instalada se corresponderá con la potencia activa máxima que puede alcanzar una unidad de producción y vendrá determinada por la potencia menor de las especificadas en la placas de características de los grupos motor, turbina o alternador instalados en serie, o en su caso, cuando la instalación esté configurada por varios motores, turbinas o alternadores en paralelo será la menor de las sumas de las potencias de las placas de características de los motores, turbinas o alternadores que se encuentren en paralelo.*
>
> *En el caso de instalaciones fotovoltaicas, la potencia instalada será la menor de entre las dos siguientes:*
>
> *a. la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.*
>
> ***b. la potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación."***

En base a la definición anterior, la planta fotovoltaica Belvis tendrá una potencia instalada de 5.000,00 kW, de acuerdo con la potencia nominal declarada por el fabricante de los inversores que configurarán la planta.

2 OBJETO.

El proyecto objeto de este documento consiste en la descripción de la ejecución de la planta solar fotovoltaica de 5 MW de potencia instalada “PFV Belvis”, sita en el t.m. de Paracuellos de Jarama, provincia de Madrid y sus instalaciones de evacuación que atraviesan los términos municipales de Paracuellos de Jarama y San Sebastián de los Reyes (Madrid).

Mediante este documento se especifican, describen y justifican los datos constructivos que permitan la ejecución del Proyecto referido y se expone, ante los organismos competentes, que la planta solar fotovoltaica reúne las condiciones y garantías exigidas por la reglamentación, así como obtener las licencias, permisos y autorizaciones necesarias para su construcción.

La potencia instalada será de 5 MW, conforme a la nueva definición de potencia instalada establecida en el artículo 3 del RD 413/2014, referida en este caso a la suma de la potencia nominal de los inversores. La potencia pico (potencia de paneles fotovoltaicos) será de 6,240 MWp. La potencia máxima en el punto de interconexión será de 5 MW de acuerdo con la capacidad de acceso otorgada por I-DE.

La finalidad de la instalación solar fotovoltaica será la producción de energía eléctrica. La energía generada se evacuará a la red de distribución a través de una línea LSMT 20 kV que conectará a través de un centro de seccionamiento (CS PFV Belvis, objeto de un proyecto específico) con entrada/salida en la línea 7 – AGROMAN de la STR VENTEROS.

El alcance de este documento son las instalaciones de generación, que contemplan los módulos fotovoltaicos y sus estructuras soporte, inversores solares, centro de transformación, la línea de media tensión hasta el centro de protección y medida, y el tramo de línea subterránea hasta el centro de seccionamiento de la Compañía Distribuidora. El centro de seccionamiento forma parte de un proyecto específico y queda fuera del alcance de este documento.

3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

3.1 Legislación Nacional

Normas UNE

- UNE 62446 Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- UNE 61727 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- UNE 61173 Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV).
- UNE 21310 Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- UNE 61227 Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia.
- UNE 20003/1954: Cobre tipo recocido o industrial.
- UNE 20101-5/1996: Transformadores de potencia.
- UNE 20432-3/1994: Ensayo de cables eléctricos.
- UNE 20460-4-41/1998: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21081/1999: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 21127/1991: Tensiones normales.
- UNE 21587/1996: Transformadores de medida.
- UNE EN 60909-0/2002: Corrientes de cortocircuito.
- UNE EN 61330/1997: Centros de transformación prefabricados.

Legislación

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 310, de 27/12/2013).
- 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 (BOE núm. 310, de 27 de

diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).

- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Orden de 5 de Septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 (BOE 68, 19-03-2008).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la orden de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas,

subestaciones y centros de transformación (BOE nº 258 25/10/84) y sus actualizaciones o modificaciones posteriores.

- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Condiciones técnicas para la conexión a la red de Media Tensión de instalaciones o agrupaciones fotovoltaicas. Documento AG8, edición 4.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno 2.414/1.961, de 30 de noviembre de 1.961 y disposiciones complementarias.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión. CLM.

- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Decreto Legislativo 1/2010, de 18/05/2010, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos de Castilla-La Mancha.
- Decreto 1/2015, de 22/01/2015, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos.
- Reglamento de Suelo Rústico (Decreto 242/2004).
- Revisión de 10 de Febrero de 2016 de la Orden de 31-03-2003, de la Consejería de Obras Públicas, por la que se aprueba la instrucción técnica de planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico.
- Ordenanzas Municipales Valdemoro y San Martín de la Vega (Madrid).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

3.2 Legislación internacional

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 1 kV (Umax = 1.2 kV) and 3 kV (Umax = 3.6 kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission for standard insulation colors for cables and low frequency networks.
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Materials for Electrical Insulation - Thermal Properties and Durability

- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior coverings with a special protection function and that are applied by extrusion
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEEE 48: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for terminals of medium and high voltage cables
- IEEE 592: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for semiconductor coatings of medium voltage splices and connectors
- IEC 60502-2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 60055: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Cables with insulation for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminum conductors)
- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior cable coverings with a special protection applied by extrusion
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60446: International Standard of the International Electrotechnical Commission Fundamental safety principles for the human-machine interface, marking and identification. Identification of conductors by color or by numbers
- IEC 60502-2: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 6 kV (Umax = 7.2 kV) and 30 kV (Umax = 36 kV)
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage

- IEC 60986: International Standard of the International Electrotechnical Commission for short-circuit temperature limits on rated voltage cables of 6 kV (Umax = 7.2 kV) and 30 kV (Umax = 36 kV)
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

3.3 Especificaciones particulares aprobadas de empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica aplicables.

Las especificaciones técnicas de IDE vienen recogidas en su manual técnico MT.3.53.01, que será de obligado cumplimiento, junto con la reglamentación vigente relacionada a continuación:

Normas UNE

- UNE-EN 50438: Requisitos para la conexión de microgeneradores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión.
- UNE EN 50160: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
- UNE-EN 61000-3-2: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada <= 16 A por fase).
- UNE-EN 61000-3-12: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-12: Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada > 16 A y <= 75 A por fase.
- UNE-EN 61000-6-3: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-3: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.
- UNE-EN 61000-6-4: Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales.
- UNE 206006 IN: Ensayos de detección de funcionamiento en isla de múltiples inversores fotovoltaicos conectados a red en paralelo.

- UNE 206007-1 IN: Requisitos de conexión a la red eléctrica. Parte 1: Inversores para conexión a la red de distribución.
- UNE-EN 61869-1: Transformadores de Medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-2: Transformadores de Medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN 61869-3: Transformadores de Medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN ISO/IEC 17065: Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios.

Legislación

- REAL DECRETO 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- REAL DECRETO 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- REAL DECRETO 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- REAL DECRETO. 1955/2000 de 1 diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se publica el REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION, (en particular su instrucción técnica complementaria ITC-BT-40 INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN).
- GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN GUÍA-BT-40, INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN, en su edición vigente, publicada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- REAL DECRETO 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en

instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- REAL DECRETO 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos
- REAL DECRETO 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- REGLAMENTO (UE) 2016/631 DE LA COMISIÓN de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- REAL DECRETO 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- ORDEN TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Norma Técnica de Supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida aprobadas por la orden de 12 de Abril de 1999.

<u>Procedimientos de operación del operador del sistema R.E.E.:</u>

- P.O.12.3: Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas e instalaciones fotovoltaicas de potencia superior a 2 MW
- P.O. 10.1: Condiciones de instalación de los puntos de medida
- P.O. 10.2: Verificación de los equipos de medida
- P.O. 10.3: Requisitos de los equipos de inspección
- P.O. 10.4: Concentradores de medidas eléctricas y sistemas de comunicaciones
- P.O. 10.5: Cálculo del mejor valor de energía en los puntos frontera y cierres de energía del sistema de información de medidas eléctricas

<u>Normativa particular de i-DE</u>

- INS 50.42.06 Aparamenta bajo envolvente metálica hasta 52 kV

- NI 35.69.01 Terminal remoto de telecontrol para automatización en centros y líneas de MT
- NI 42.71.01 Cuadros modulares con envolvente para medida en BT. Instalación interior
- NI 42.72.00 Instalaciones de enlace. Cajas de protección y medida
- NI 42.73.01 Caja para medida individual para clientes en AT.
- NI 46.07.00 Unidades de Control y Protección para líneas de MT
- NI 50.42.03 Aparamenta bajo envolvente metálica hasta 36 KV en instalaciones de interior (CMR y CT especiales)
- NI 50.42.11 Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV prefabricadas con dieléctrico SF6 para CT
- NI 72.30.00 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión
- NI 72.58.01 Transformadores de intensidad de medida en BT.
- NI 74.53.01 Órgano de corte en red (OCR)
- NI 76.84.01 Bloque de bornes para verificación y cambio de aparatos de medida.
- NI 76.84.04 Bloque de bornes para verificación y cambio de aparatos de medida directa. MT 2.61.08 Proyecto Básico de Subestación de Maniobra 45 Kv.
- MT 2.80.13 Guía para instalación de medida en clientes B.T. y R.E
- MT 2.80.14 Guía para instalación de medida en clientes y R.E.
- MT 2.80.17 Instalación de medida en Puntos Frontera con la Red de Transporte.
- MT 3.51.01 Puntos de telecontrol en las instalaciones de distribución eléctrica
- MT 3.51.03 Protocolo de Telecontrol IEC 60 870-5-104 para comunicación de Instalaciones Eléctricas de Distribución
- MT 3.53.02 Sistema de protección de línea en instalaciones de generación conectadas a la red de distribución de Iberdrola

4 PETICIONARIO Y TITULAR

A continuación, se resumen los datos principales del peticionario y titular:

- Promotor: Generación Fotovoltaica El Arquillo, S.L.U.
- Nº CIF: B10648715
- Domicilio Social: C/ Fernando Alonso Navarro, nº 12, 4ª Planta 30009, Murcia
- Tlfn.: 868 075131
- E-mail: info@gruposynergia.es
- Web: www.gruposynergia.es

5 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE EMPLAZAMIENTO.

5.1 Planta fotovoltaica

El emplazamiento en el que se pretende ubicar la planta fotovoltaica se sitúa al norte del término municipal de Paracuellos de Jarama, lindando con el término municipal de San Sebastián de los Reyes de Madrid. Se ubica en terrenos rústicos de labor secano.

Las coordenadas UTM del centro geométrico de la poligonal que circunscribe la planta son las siguientes:

X: 453.657 m W

Y: 4.490.857 m N



Imagen 1. *Localización*

El acceso a la planta se realizará desde el camino municipal “Camino del Valle del Jarama”.

En la siguiente tabla e imagen se relacionan y reflejan las parcelas catastrales en las que se ubicará la planta fotovoltaica (instalaciones de generación, líneas subterráneas interiores, centro de transformación y CPM):

LOCALIZACIÓN					
T.M.	POL.	PARC.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE PARCELA (m^2)	SUPERFICIE OCUPADA (m^2)
Paracuellos de Jarama	1	223	28104A001002230000UG	85.426	80.631

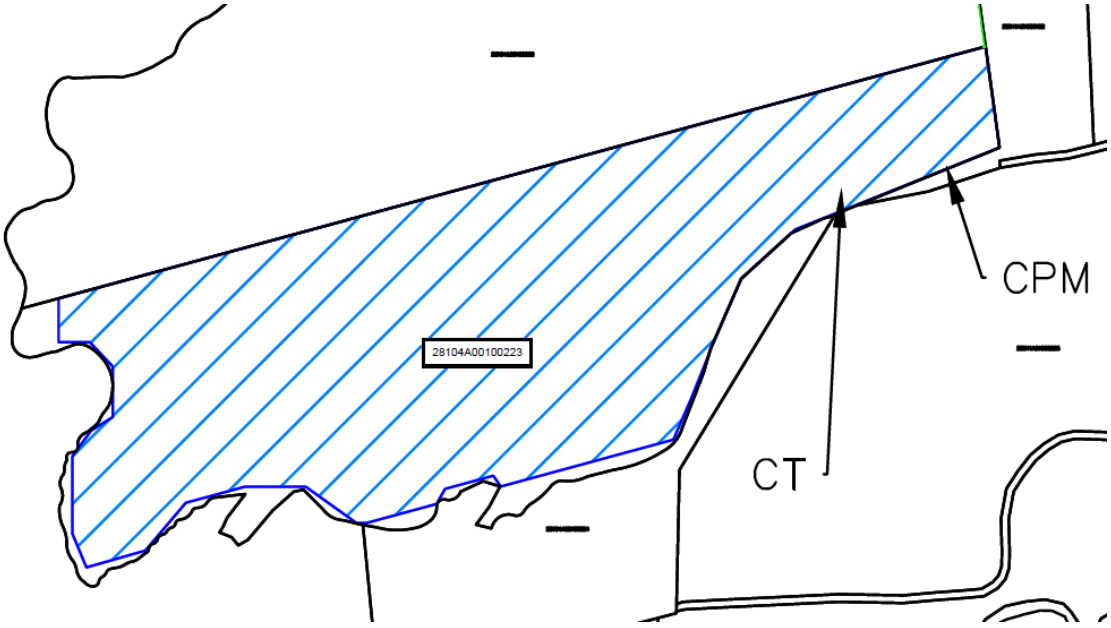


Imagen 2. *Parcelario*

5.2 Línea de evacuación.

Las parcelas catastrales afectadas por el trazado de la línea de evacuación se recogen en el siguiente listado:

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	T.M.	Afección	Long (m).
28104A001002230000UG	1	223	Paracuellos de Jarama	Recinto PFV Belvis	166,6
28104A001002220000UY	1	222	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	159,1
28104A001002210000UB	1	221	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	383,0
28104A001002040000UD	1	204	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	377,1
28134A005090010000XF	5	9001	San Sebastián de los Reyes	CAMINO PÚBLICO AYTO.	271,4
28134A005000900000XZ	5	90	San Sebastián de los Reyes	Parcela Rústica	79,9
28134A005090020000XM	5	9002	San Sebastián de los Reyes	CAMINO PÚBLICO AYTO.	118,4
28104A001002030000UR	1	203	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	150,6
28104A001202030000UT	1	20203	Paracuellos de Jarama	CANAL ISABEL II	13,2
28104A001090290000UF	1	9026	Paracuellos de Jarama	CAMINO PÚBLICO AYTO.	1,5
28104A001102030000UH	1	10203	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	8,1
28104A001095460000UK	1	9546	Paracuellos de Jarama	M-111	21,3
28134A004090100000XU	4	9010	San Sebastián de los Reyes	M-111	1.013,4
28134A006000180000XK	6	18	San Sebastián de los Reyes	Parcela Rústica	24,8
28134A006000170000XO	6	17	San Sebastián de los Reyes	Parcela CS (entrada CS)	5,0

5.3 Área afectada por el Proyecto fotovoltaico.

A continuación, se recoge en un cuadro los datos de superficies ocupadas por las instalaciones principales:

	SUPERFICIES (m²)
Recinto Vallado	80.630,8
Ocupación Paneles FV *	31.212,8
Centro de Transformación	15,0
Centro de Protección y Medida	7,8
Edificio O&M	14,8

(*) Considerada la proyección sobre el suelo del panel en posición horizontal.

La línea poligonal que forma el perímetro de la planta es la que tiene por vértices las siguientes coordenadas UTM:

Coordenadas UTM Huso 30	X	Y
1	453398	4490866
2	453965	4491021
3	453973	4490959
4	453944	4490947
5	453942	4490951
6	453937	4490949
7	453939	4490945
8	453848	4490909
9	453815	4490879
10	453805	4490855
11	453796	4490836
12	453795	4490832
13	453785	4490807
14	453774	4490780
15	453668	4490751
16	453664	4490758
17	453634	4490750
18	453629	4490741
19	453586	4490729
20	453580	4490729
21	453549	4490751
22	453512	4490751
23	453475	4490741
24	453451	4490712
25	453415	4490702
26	453406	4490722
27	453406	4490770
28	453417	4490786
29	453431	4490794
30	453431	4490825
31	453417	4490840
32	453398	4490840

6 AFECCIONES Y CONDICIONADOS.

Se han tenido en cuenta los siguientes condicionados o para el diseño y planteamiento de la planta y la línea de evacuación:

6.1 Planta fotovoltaica:

6.1.1 Retranqueos.

Retranqueo a vías públicas (camino Cobeña). Se ha respetado una distancia de 7 m desde el vallado al eje de la vía pública y de 15 metros hasta la línea límite de las instalaciones.

Para otras parcelas, se ha contemplado la instalación del vallado en el límite de la parcela y 8 metros de retranqueo a la línea límite de instalaciones.

6.2 Línea de evacuación.

A continuación, se describen los cruzamientos y paralelismos de la línea eléctrica subterránea de evacuación de la planta.

6.2.1 Cruzamiento con Canal de Isabel II.

En el trazado de la línea de evacuación, se produce un cruzamiento con tuberías del Canal de Isabel II.

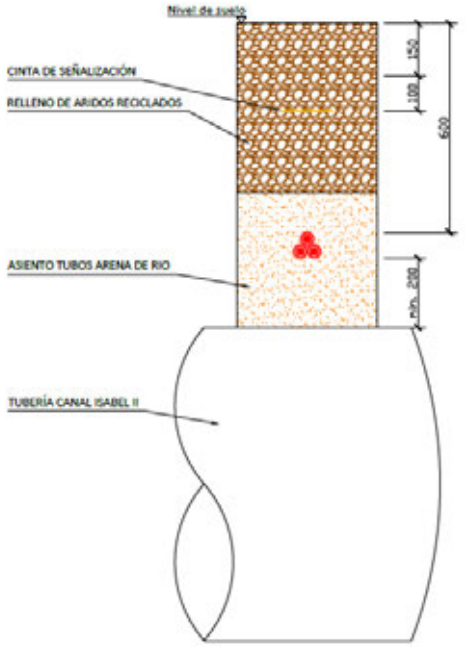
Según la cartografía disponible, el punto de cruzamiento se localiza en las coordenadas que se recogen a continuación:

Cruzamiento nº	Descripción	X	Y
1	Canal Isabel II	452771	4491753

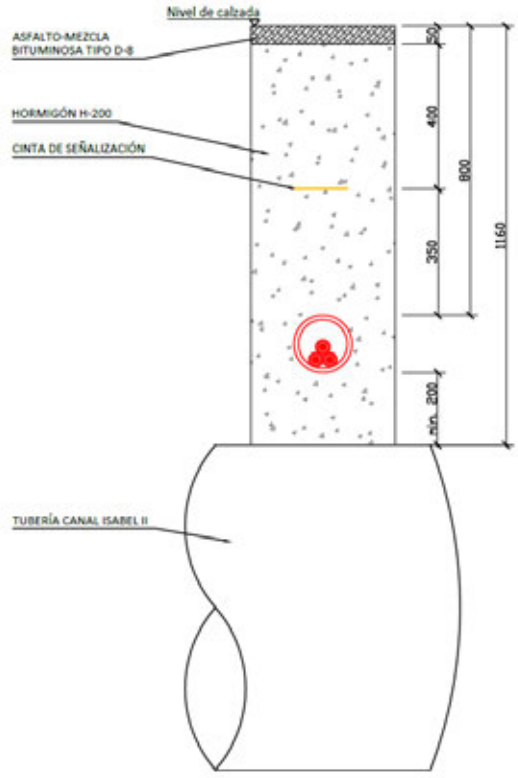
El cruzamiento se realizará de acuerdo con las prescripciones del REAT.

La tipología de zanja empleada variará en función de si el cruzamiento se produce en zona de tierra o bajo calzada.

Zanja tipo cruzamiento bajo tierra.



Zanja tipo cruzamiento bajo calzada.

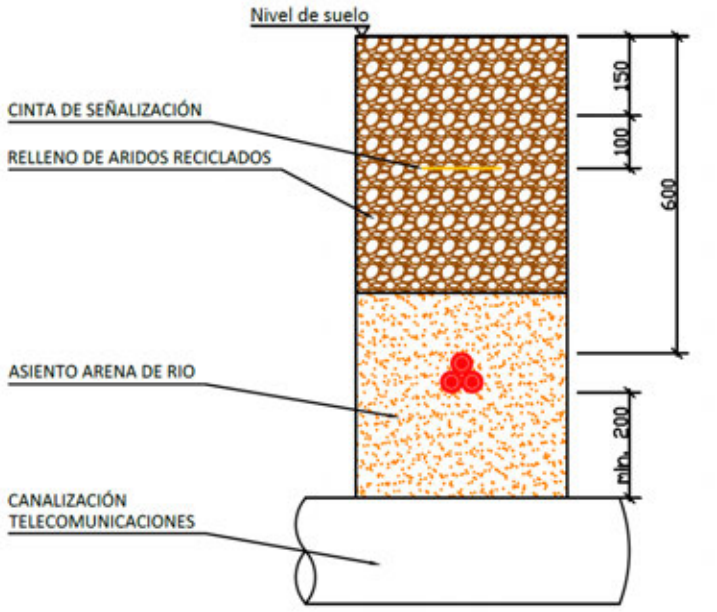


6.2.2 Cruzamiento con línea de telecomunicaciones.

Se produce un cruzamiento con una canalización de telecomunicaciones propiedad de Telefónica de España, S.A.U., en el trazado de la línea de evacuación, en la siguiente coordenada según la cartografía disponible:

Cruzamiento nº	Descripción	X	Y
2	Canalización de instalaciones de telecomunicaciones	452770	4491753

En la imagen siguiente se representa la sección trasversal de la zanja en el punto de cruzamiento.



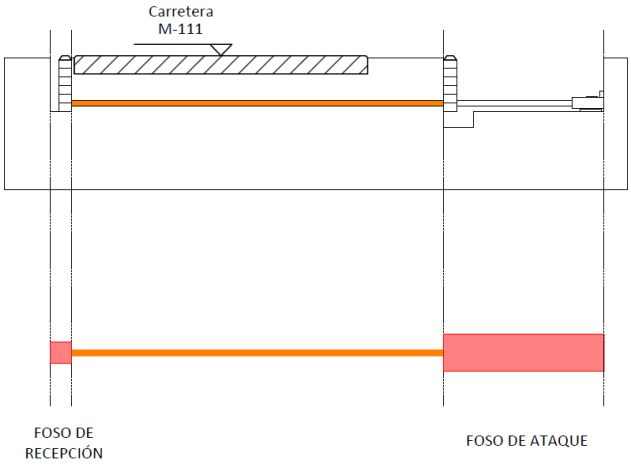
6.2.3 Cruzamiento con carretera M-111.

La línea de evacuación tendrá un cruzamiento con la carretera M-111. En el apartado de planos de este documento, queda recogido el trazado de la línea de evacuación y su cruzamiento con la carretera M-111 así como la tipología de zanja propuesta, que se ajustará al REAT.

Las coordenadas previstas para el cruzamiento son las siguientes:

Cruzamiento nº		X	Y
3	Inicio	452747	4491748
	Fin	452719	4491743

Este cruzamiento se proyecta mediante perforación dirigida, según la siguiente imagen.



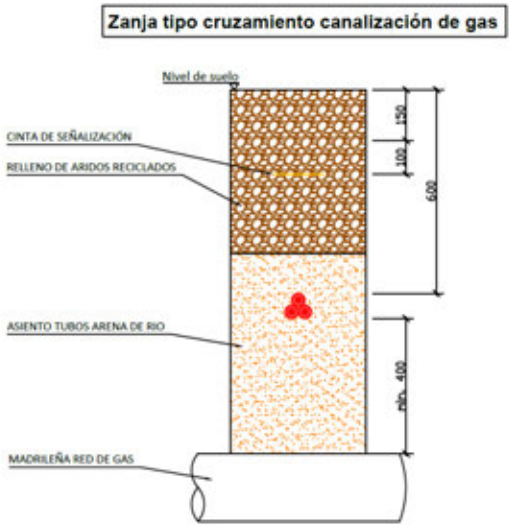
Detalle del cruzamiento en el documento planos.

6.2.1 Cruzamiento con canalización de gas.

Se produce un cruzamiento con una canalización de telecomunicaciones propiedad de Madrileña Red de Gas, S.A.U., en el trazado de la línea de evacuación, en la siguiente coordenada según la cartografía disponible:

Cruzamiento nº	Descripción	X	Y
4	Canalización de Gas	452604	4492732

En la imagen siguiente se representa la sección trasversal de la zanja en el punto de cruzamiento.



6.2.2 Ayuntamiento de Paracuellos de Jarama.

La línea de evacuación, en su trazado por el término municipal de Paracuellos de Jarama, afectará a las siguientes parcelas catastrales.

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	T.M.	Afección	Long (m).
28104A001002230000UG	1	223	Paracuellos de Jarama	Recinto PFV Belvis	166,6
28104A001002220000UY	1	222	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	159,1
28104A001002210000UB	1	221	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	383,0
28104A001002040000UD	1	204	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	377,1
28104A001002030000UR	1	203	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	150,6
28104A001202030000UT	1	20203	Paracuellos de Jarama	CANAL ISABEL II	13,2
28104A001090290000UF	1	9026	Paracuellos de Jarama	CAMINO PÚBLICO AYTO.	1,5

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	T.M.	Afección	Long (m).
28104A001102030000UH	1	10203	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	8,1
28104A001095460000UK	1	9546	Paracuellos de Jarama	M-111	21,3

En el apartado de planos, se describe de forma gráfica la tipología de zanja empleada en ambos tramos.

6.2.3 Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes.

Las afecciones de las instalaciones descritas al Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes consisten en el trazado de la línea de evacuación sobre varias parcelas de su Término Municipal:

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	T.M.	Afección	Long (m).
28134A005090010000XF	5	9001	San Sebastián de los Reyes	CAMINO PÚBLICO AYTO.	271,4
28134A005000900000XZ	5	90	San Sebastián de los Reyes	Parcela Rústica	79,9
28134A005090020000XM	5	9002	San Sebastián de los Reyes	CAMINO PÚBLICO AYTO.	118,4
28134A004090100000XU	4	9010	San Sebastián de los Reyes	M-111	1.013,4
28134A006000180000XK	6	18	San Sebastián de los Reyes	Parcela Rústica	24,8
28134A006000170000XO	6	17	San Sebastián de los Reyes	Parcela CS (entrada CS)	5,0

En el apartado de planos de este documento se recoge una descripción gráfica tanto del trazado, como de las secciones tipo de zanja.

7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La Planta Fotovoltaica Belvis es una instalación de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica que queda incluida dentro del subgrupo b.1.1 del 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.

La potencia instalada será de 5 MW, siendo ésta, en este caso, la suma de las potencias máximas de los inversores que configuran dicha instalación, según art 3 del RD 413/2014. En este caso, el inversor previsto es de una potencia nominal 200 kW, contemplándose un total de 25 inversores, lo que arroja una potencia instalada de 5.000 kW.

La potencia pico será la suma de la potencia unitaria de los paneles fotovoltaicos, siendo de 6,240 MWp.

La capacidad de acceso concedida por I-DE es de 5.000,00 kW. Se establecerán los dispositivos necesarios (PPC) para garantizar que el vertido máximo no supere la capacidad de acceso, estándose en todo caso a lo previsto en la disposición adicional primera del RD 1183/2020.

La instalación fotovoltaica convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se genera en corriente continua, que posteriormente se convierte en energía alterna en baja tensión (800 V) mediante los inversores. La energía alterna en baja tensión es elevada a media tensión (20 kV) mediante el centro de transformación de la planta. Desde el centro de transformación de la planta saldrá de forma soterrada una línea que unirá el anterior con el centro de protección y medida de cliente (CPM). El edificio del CPM de cliente estará colocado en la misma parcela de la instalación, en las proximidades del camino Cobeña, para facilitar el acceso a la Compañía Distribuidora desde camino público.

La configuración planteada para esta planta fotovoltaica es de agrupación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos, dispuestos sobre estructura de seguidores solares a un eje en la dirección norte-sur.

Se incluye a continuación un cuadro resumen con las características principales de la instalación:

Identificación y localización	
Denominación	PFV Belvis
Término Municipal	Paracuellos de Jarama (Madrid)
Referencia Catastral	28104A001002230000UG
Polígono / Parcela	Polígono 1, Parcela 223
Coordenadas de referencia	Coord. X: 453.657 Coord. Y: 4.490.857
Instalación de generación	
Tipo	Instalación fotovoltaica sobre seguidor solar a un eje, dirección N-S 1V x 16/32/64.
Numero de generadores	9.600 módulos fotovoltaicos monocristalinos bifacial de 650 Wp
Potencia pico (Módulos)	6,24 MWp
Nº de inversores y Potencia Nominal	25 inversores de 200 kW
Potencia Instalada (Inversores)	**5 MW**
Capacidad de acceso / Potencia Punto Interconexión (POI)	**5 MW**
Tensión nominal en corriente alterna	800 V_{ca}
Centros de transformación	
Tipo	Exterior prefabricado con envolvente metálica tipo contenedor.
Relación de transformación	800/20.000 V
Número de (CT) centros de transformación	1
Nº y potencia de transformadores por CT	1 x 6500 kVA @40°C
Nº de celdas por CT:	2 celdas de línea y 1 de protección
Potencia total CT	6.500 kVA @40°C

Línea de evacuación – Tramo 1 (CT a CPM)	
Tipo	Subterráneas
Nº de líneas	1
Origen	Celda de línea de CT Belvis
Final	Celda de línea de CPM Belvis
Longitud	76 m
Conductores tipo	AL HEPRZ1, 12/20 kV, 240 mm^2
Centro de Protección y Medida (CPM)	
Denominación	CPM PFV Belvis
Tipo	Prefabricado
Tensión	20 kV
Número de Centros PM	1
Número de celdas por centro	5 (L – M – P – SSAA – L)
Línea de evacuación – Tramo 2 (CPM a CS)	
Tipo	Subterráneas
Nº de líneas	1
Origen	Celda de línea de CPM Belvis
Final	Celda de línea de CS Belvis
Longitud	2.725 m
Conductores tipo	AL HEPRZ1, 12/20 kV, 240 mm^2

8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

8.1 Módulos fotovoltaicos

La planta FV Belvis estará dotada de una potencia de módulos fotovoltaicos (potencia pico) de 6,24 MWp, producida por un conjunto de 9.600 módulos fotovoltaicos de 650 Wp montados sobre seguidor solar a un eje. Dichos módulos serán los provistos por el fabricante Risen o similar, en concreto en el presente Proyecto se ha considerado el modelo RSM132-8-650BMDG, con tecnología bifacial de 132 células mono PERC con las características técnicas que se desglosan a continuación:

Características Eléctricas del Módulo	
Potencia Pico (W_p)	650 Wp
Tensión a Máxima Potencia (V_{mppt})	37,87 V
Corriente a Máxima Potencia (I_{mppt})	17,17 A
Tensión a Circuito Abierto (V_{oc})	45,49 V
Corriente de Cortocircuito (I_{sc})	18,18 A
Eficiencia STC (%)	20,9
Temperatura de Operación (℃)	-40℃~+85℃
Tensión Máxima del Sistema	1500VDC (IEC)
Calibre Máximo de Fusible	35 A
Tolerancia en Potencia	0~+3%
Coeficiente de Temperatura para P_{max}	-0.34%/℃
Coeficiente de Temperatura para V_{oc}	-0.25%/℃
Coeficiente de Temperatura para I_{sc}	0.04%/℃
Temperatura Nominal de Operación	44±2℃

La configuración de estos módulos para la formación de los strings será de 32, es decir, cada string estará formado por 32 módulos en serie, por lo que las tensiones máximas en el punto de máximo rendimiento serán de alrededor de 1.210 Vdc.

Las características físicas del módulo RSM132-8-650BMDG se exponen en la siguiente lista.

Características físicas del módulo	
Tipo de Célula	Monocristalina
Nº de Células	132
Dimensiones	2384x1303x35 mm
Peso	40 kg
Cristal frontal	Alta transmisión, bajo en hierro, cristal templado
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	IP68
Salida de terminales	4.0mm2, longitud 285mm
Conector	Risen Twinsel PV-SY02, IP 68



Imagen 3. *Módulo RSM132-8-650BMDG*

8.2 Inversores DC/AC

Para la conversión de corriente DC a AC, para su posterior inyección de energía al sistema de transporte, la planta FV Belvis será construida con una potencia nominal de 5 MW, siendo dicha potencia la Potencia Instalada de la planta fotovoltaica conforme a la nueva definición de potencia establecida en el artículo 3 del RD 413/2014. La potencia máxima del inversor que se considerará a efectos de determinar la potencia instalada será la potencia nominal (potencia activa), es decir, aquella que es capaz de soportar en un régimen permanente.

El modelo del inversor seleccionado es el SUN2000-215KTL, del fabricante Huawei, o similar. El inversor seleccionado cumple con todas las protecciones establecidas, en especial con las directrices del Real Decreto 413/2014, la directiva 73/23/CEE, la directiva 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética, la directiva 93/68/CEE denominación CE, así como todos los requisitos técnicos establecidos en la Orden TED/749/2020, de 16 de julio por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.

El inversor dispone de microprocesadores de control, así como de un PLC de comunicaciones, además cuenta con un microprocesador encargado de garantizar una curva senoidal con una mínima distorsión. La lógica de control empleada garantiza además de un funcionamiento automático completo, el seguimiento del punto de máxima potencia (MPP) y evitar las posibles pérdidas durante periodos de reposo.

En las siguientes relaciones pueden observarse las características del inversor seleccionado:

Características eléctricas de entrada (DC)	
Max. Tensión de Entrada	1500 V
Min. Tensión de entrada / Arranque	500 V / 550 V
Tensión Nominal de Entrada	1080 V
Rango de Tensión MPPT	500 V – 1500 V
Nº de entradas independientes	18
Nº de MPPT	9
Nº Max. De strings en un mismo MPPT	2
Max. Corriente por MPPT	30 A

Características eléctricas de salida (AC)	
Potencia Nominal de salida	200 kW
Potencia aparente máxima	215 kVA
Max. Corriente AC de salida	155,2 A
Tensión Nominal AC	800 V, 3W + PE
Frecuencia de Red	50 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
Inyección de Corriente DC	< 0,5 % In
F.D.P. Ajustable	0,8 leading – 0,8 lagging

Protecciones	
Desconexión de dispositivos de entrada.	Si
Protección de funcionamiento anti-isla	Si
Protección de sobreintensidad en AC	Si
Protección frente a polaridad inversa DC	Si
Monitorización de faltas en series	Si
Descargador de sobretensiones DC	Tipo II
Descargador de sobretensiones AC	Tipo II
Detección de fallo de aislamiento DC	Si
Unidad de control de corriente residual	Si

Características Generales	
Dimensiones	1035 x 700 x 365 mm
Peso	86 kg
Tipología	Sin transformador
Rango de protección	IP66
Rango de Operación a Temperatura Ambiente	-25 to 60 ℃
Rango de Humedad Relativa Permitida	0 – 100 %
Método de Refrigeración	Smart Air Cooling
Máxima Altura de Operación	4000 m
Conector DC	MC4
Conector AC	Waterproof Connector + OT/DT Terminal



Imagen 4. *Inversor HUAWEI SUN2000-215KTL-H0.*

El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor, será de 25 unidades. De esta forma, la potencia instalada será de 5 MW.

Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

La configuración de conexión al inversor será de 12 string o cadenas de 32 módulos por cada inversor, lo que suma una potencia pico de 249,6 kW por inversor.

Cada inversor cuenta con 9 mppt, con dos entradas cada uno de ellos. De esta forma, habrá 3 mppt en los que se utilizarán las dos entradas, quedando el resto cableados de forma que se ocupe una entrada de cada mppt y la otra quede libre.

La salida AC del inversor se conectará al centro de transformación mediante conductores de aluminio de sección descrita en la memoria de cálculo que irán directamente enterrados en zanja hasta la entrada BT del centro de transformación.

8.3 Estructuras de soporte

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre seguidores solares, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año. Además, disponen de un sistema de control frente a ráfagas de viento superiores a 60 km/h que coloca los paneles fotovoltaicos en posición horizontal para minimizar los esfuerzos debidos al viento excesivo sobre la estructura.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles hincados (directamente hincados o utilizando predriling)
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.
- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retro-seguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna mediante PLC.

El seguidor propuesto es del fabricante Trina Tracker, modelo Vanguard –1P, pudiéndose decidir por tecnologías similares en la ingeniería de detalle. La disposición será de 1 módulo en vertical respecto al eje de seguimiento con una longitud de fila de 16, 32 ó 64 módulos.



Imagen 5. *Seguidor Solar*

Las principales características del seguidor son las indicadas a continuación:

CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA
Eje de giro	Horizontal (N-S)
Nº ejes	1
Nº módulos por estructura	16 / 32 / 64
Longitud del seguidor	21,82 / 43,23 / 86,04 m
Ancho del seguidor	2,384
Ángulo de seguimiento	+60º / -60º
Paso entre filas (pitch)	4,95 m

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable.

Las piezas de fijación de módulos serán siempre de acero inoxidable. El elemento de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles, se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

8.4 Centros de Transformación

El centro de transformación, de la marca Huawei, modelo STS6000-H1, será una solución prefabricada compacta, el conjunto se suministra en un contenedor metálico.



Imagen 6. *Centro de transformación Huawei STS6000H1*

Al centro de transformación llegarán los conductores procedentes de los inversores mediante circuitos trifásicos de aluminio 800 V que entrarán a los cuadros de baja tensión del centro de transformación. La salida se hará desde la celda de media tensión de 20 kV, desde donde partirán los conductores de aluminio que conforman las líneas de la red de media tensión.

El centro de transformación es una solución llave en mano. El montaje y ensayos se realizará en la fábrica y se transportará montado al lugar de su instalación.

Cada módulo de transformador se compone de los siguientes elementos:

- Contenedor. Todo conjunto se distribuye en el interior de un contenedor de 20 pies.
- Cuadro de baja tensión.
- Transformador de potencia BT/MT.
- Celdas de media tensión.
- Armario de comunicaciones.
- Transformador auxiliar.

8.4.1 Contenedor:

El conjunto se distribuye en el interior de un contenedor de 20’ HC, de acero resistente a la intemperie. Las medidas del contenedor son las siguientes.

Descripción	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
20’ HC	6.058	2.438	2.896

El contenedor descansará sobre una fundición de hormigón según se recoge en el apartado de planos de este documento, quedando fijado a la misma por pernos con tacos de expansión. Las características más destacables son las que se señalan a continuación:

- Fabricación, tratamiento y pintura para conseguir una protección grado C4 contra corrosión.
- Certificado para soportar el transporte marino.
- Preparado para soportar desplazamientos de elevación.
- Protección IP 54, tanto de la zona de media tensión como de la zona de baja tensión.
- Espacio reservado para el equipamiento se seguridad, como extintor, guantes de aislamiento, banco de aislamiento, etc.

El suelo del contenedor está fabricado con acero resistente a la intemperie, y está equipado con huecos para la entrada de cables y una escotilla.

El techo del contenedor está fabricado de acero resistente a la intemperie de 1,6 mm de espesor y doble aislamiento para evitar la corrosión.

Todas las puertas del contenedor están aisladas con doble pared de acero resistente a la intemperie. Las puertas se abren hacia afuera y cuentan con un gancho de seguridad que evita el cierre por rachas de viento.

El exterior del contenedor está recubierto con pintura para protección en ambientes C4.

8.4.2 Cuadro de baja tensión.

El modelo STS-6000K-H1 cuenta con dos cuadros de baja tensión (A y B) que irán conectados respectivamente a los dos devanados del transformador. A continuación, se listan los componentes que forman los cuadros de baja tensión y cuyo esquema unifilar se recoge en el apartado de planos de este documento:

Elementos que componen los dos cuadros de BT del STS-6000K-H1:

- 2 interruptor automático ACB (interruptor automático de bastidor abierto) 4000-2500 A, 3P, 800 V, I_{cu}=I_{CS}= 50kA @800 V_{ac}
- 2 descargadores de sobretensiones tipo I+II: I_{imp}=12.5 kA, I_n= ≥ 20 kA, 3+1 U_c= 680 V
- 6 trafos de intensidad para medida 2500/5 800 V, clase 0,2S.
- 34 interruptores MCCB, I_n= 63 A, I_{cu}= 50 kA @800 V_{ac} I_{cs}= 35 aA@800 V_{ac}
- 1 interruptor MCCB, I_n=63 A, I_{cu}= 50 kA @800 V_{ac} I_{cs}= 35 aA@800 V_{ac} para el transformador de servicios auxiliares.
- 1 dispositivo de control y medida para la integración de señales de control, alarma y estado de la central de potencia y medición de voltaje, corriente, frecuencia, energía activa y reactiva de BT.
- 4 trafos de tensión 800/100 V de medida clase 0.2.

8.4.3 Cuadro de distribución auxiliar.

Transformador auxiliar:

Características transformador auxiliar.	
Estándares	IEC60076-11
Tipo	SECO
Tipo de enfriamiento	AN
Potencia	5 kVA
Tensión de entrada	800 V
Tensión de carga	230/ 400 V
Frecuencia/ nº de fases	50 Hz / 3
Impedancia	4%
Tipo horario	Dyn11
Pérdidas en carga	250 W
Pérdidas en vacio	175 W
Tensión soportada	3 kV/ 1 min

Cuadro de distribución auxiliar:

Cada uno de los centros de transformación cuenta en su interior con un cuadro para servicios auxiliares, que además de los circuitos propios requeridos para el suministro auxiliar del centro, se equipa con equipado con:

- 4 interruptores MCB 2 P, 10 A, y protección diferencial 2 P, 16 A tipo A, 300mA.
- 2 interruptores MCB 2 P, 10 A, y protección diferencial 2 P, 16 A tipo A, 300mA que cuenta con enchufe tipo EU.

8.4.4 Transformador de potencia.

Con el fin de elevar la tensión alterna a la salida de los inversores hasta la red de MT de la planta, cada conjunto cuenta con un transformador de 6500 kVA (@ 40 ºC) 0,8/ 20 kV con bobinado doble en el lado de baja tensión.

Los transformadores de potencia serán de tres fases, con regulación en carga (en lado de alta tensión), aislados en baño de aceite y enfriamiento natural.

En la parte exterior del contenedor, habrá instalado un cubeto de retención de dieléctrico cuya capacidad será tal que pueda almacenar toda la cantidad de aceite utilizada. En el

apartado de planos adjunto a este anexo se incluye un plano especifico de detalle del cubeto de retención de aceite para cada tipo de centro de transformación.

Los transformadores serán de baja pérdida eléctrica, especialmente diseñados para instalaciones fotovoltaicas y diseñadas para un funcionamiento continuo a una carga nominal sin exceder los límites de temperatura. Las características principales facilitadas por el fabricante son las que se recogen en la tabla siguiente.

Características del Transformador	
	STS-6000K-H1
Estándar aplicable	IEC 60076, EN 50588-1
Tipo de Transformador	En Aceite
Tipo de refrigeración	ONAN
Rango de Potencia	6500 kVA @ 40 ℃
Horaria	Dy11y11
Tensión LV / MV	0.8 kV / 20 kV
Nivel de aislamiento AT	LI 170 / AC 70 kV
Nivel de aislamiento BT	LI-/AC10 kV
Frecuencia	50 Hz / 3
Tomas en HV	0, ±2 * 2.5 %
Impedancia (HV-LV1, LV2)	5 % (±10 %) @6.500 kVA
Eficiencia	99.574%
Pérdidas en carga	42,6 kW
Pérdidas en vacío	4,5 kW
Tipo de Aceite	Aceite Mineral
Material de Bobinado	Al / Al
Clase de Aislamiento	A
Volumen de aceite	3850 l
Peso	<15 t

Accesorios del transformador:

Accesorios del transformador	
	STS-6000K-H1
Pasatapas BT	6
Pasatapas MT	3
Conectores MT	6
Cambiador de tomas	1
Relé Buchholz	1
Indicador de Tª aceite	1
Válvula de sobrepresión	1
Medidor del nivel de aceite	1
Válvula de deshidratación	1
Válvula de llenado	1
Terminal de tierra	1

Señales del transformador:

Señales del transformador	
	STS-6000K-H1
Alarma de acumulación de gas	1
Alarma de temperatura de aceite	1
Disparo de temperatura de aceite	2
Señal de temperatura de aceite	1
Disparo de la presión de alivio	2
Alarma de nivel bajo de aceite	1
Alarma de nivel alto de aceite	1

Entradas y salidas:

El transformador es ensamblado en fábrica, por lo que las conexiones con el cuadro de baja tensión y con las celdas de media tensión están hechas y testeadas cuando el transformador es trasladado a la planta. El transformador se conecta al cuadro de baja tensión mediante barras de cobre y a las celdas de media tensión mediante conductores de cobre.

8.4.5 Celdas de media tensión:

El conjunto incorpora la aparamenta de media tensión necesaria para la maniobra y protección. Las celdas serán de tipo compacto para disminuir las dimensiones y el peso. Una cuba estanca y aislada de gas SF6 contiene el embarrado y los dispositivos de corte y conexión. El dieléctrico utilizado, actúa como medio de aislamiento y extinción.

La celda compacta está formada por las siguientes unidades:

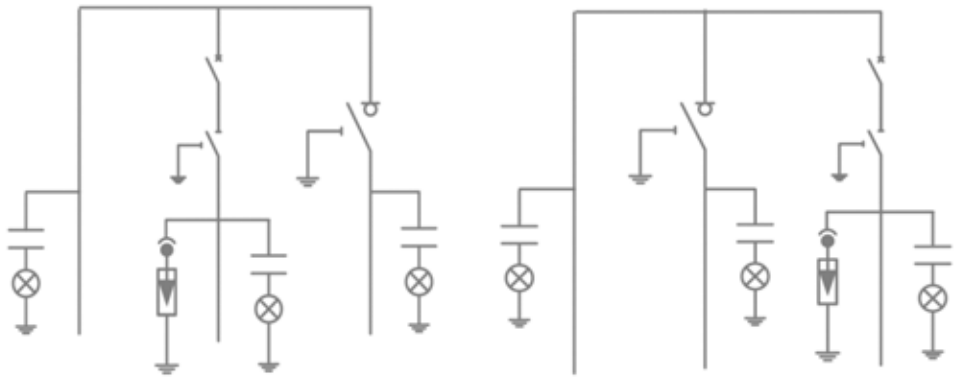


Imagen 7. *Esquema de celda de MT.*

- Posición de transformador, con interruptor automático y seccionador de puesta a tierra.
- Posición de entrada, con seccionador en carga y posición de puesta a tierra.
- Posición de salida, que consiste en una celda de línea sin seccionamiento.

Características generales:

Características del Transformador	
Tipo de aislamiento	SF6
Rango de voltaje	36 kV
Intensidad asignada	630
Prueba de arco interno	20 kA / 1 s
Protección de relé	50/51, 50N/51N

Posiciones de línea:

La celda cuenta con dos posiciones de línea, que estarán constituidas por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento y posición de puesta a tierra de los cables de acometida y una posición de remonte para los cables de salida.

Posición de protección:

La protección del transformador la completa un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables del transformador, y en serie con él, un interruptor automático con protecciones 50/51 y 50N/51N.

Cableado de celdas:

Los terminales empleados para las celdas de media tensión serán EN50181 tipo C. El cableado en el interior del centro de transformación cumplirá con la norma IEC60502. Los terminales serán instalados en fabrica y será completamente aislados y blindados.

8.4.6 Accesorios.

Cableado interior:

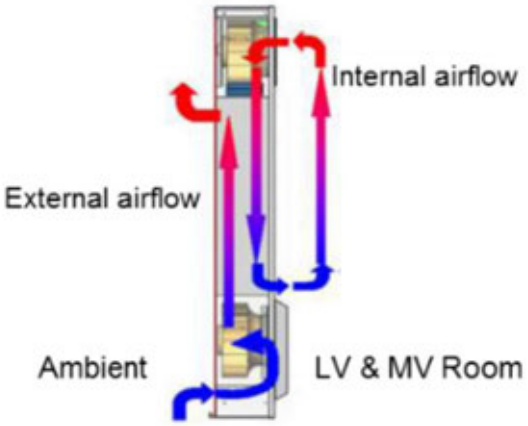
Todo el cableado interior será instalado y ensayado en fábrica, incluidos el embarrado entre la cabina de baja tensión y el transformador, el cableado de media tensión del transformador y las celdas de media tensión, el cable de comunicación y el cable de tierra. No será necesario realizar ningún cableado adicional

Sistema de ventilación:

El sistema de ventilación adoptado es una solución por convección forzada. El aire del interior del centro de transformación será enfriado en un intercambiador de calor con el aire procedente del exterior. De este modo, se evitará la entrada de aire procedente del exterior hacia el interior del centro de transformación. La cabina de baja tensión del

centro de transformación estará equipada con dos intercambiadores, y otro intercambiador de calor para la cabina de MT en ambos casos.

En la imagen siguiente se puede ver el principio de funcionamiento del sistema de ventilación de los centros:



Para reducir las altas temperaturas, se ha previsto una capa de aislamiento térmico en el techo del centro de transformación.

Sistema anti-roedores.

Para la entrada y salida de cables de baja y media tensión se utilizará una masilla cortafuegos para evitar la entrada de roedores, que proporcionará a las salas de media y baja tensión un grado de protección IP54.

Sistema de detección de incendios.

Los centros de transformación contarán con sensores de detección de incendios en las cabinas de MT y BT que generarán una alarma en caso de detección de humo.

9 CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

9.1 Características generales.

El centro de protección y medida se ubicará en un edificio prefabricado, en la misma parcela que la planta, en las proximidades del camino Cobeña, para facilitar el acceso a la Compañía Distribuidora desde camino público. Empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica.

Las acometidas al CPM son subterráneas y la tensión de servicio será de 20 kV a una frecuencia de 50 Hz.

Los tipos de celda a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF6) de la marca Ormazabal (o similar) tipo Cgmcosmos, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

En el centro de protección y medida se instalarán las celdas de línea, protección general y medida, y cuadro de medida.

9.2 Obra civil.

Se utilizará un edificio de la marca Ormazabal (o similar), hormigón monobloque tipo ***PFU-3/20***.

Los Edificios PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero. Tornillería de acero inoxidable.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas.

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el edificio y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Características detalladas:

- Tipo de ventilación: Normal
- Puertas de acceso peatón: 1 puerta
- Dimensiones exteriores

  Longitud: 3280 mm

  Fondo: 2380 mm

  Altura: 3045 mm

  Altura vista: 2585 mm

  Peso: 10545 kg

- Dimensiones interiores

  Longitud: 3100 mm

  Fondo: 2200 mm

  Altura: 2355 mm

- Dimensiones de la excavación

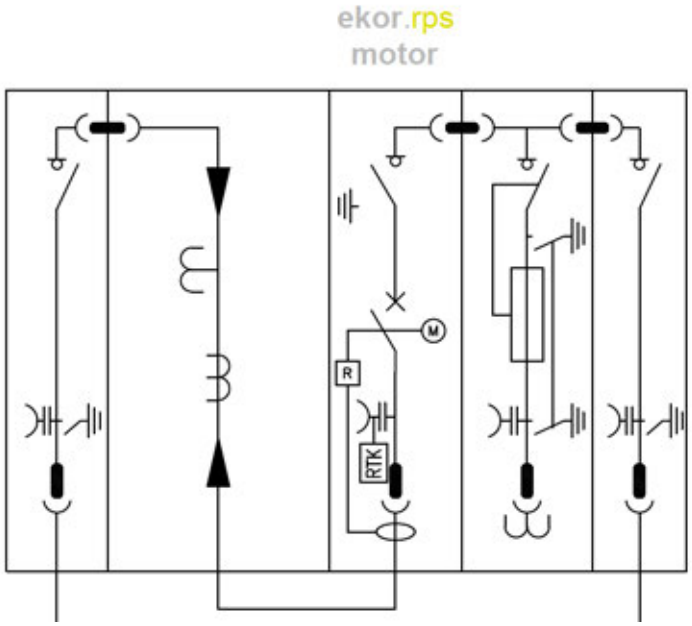
  Longitud: 4080 mm

  Fondo: 3180 mm

  Profundidad: 560 mm

9.3 Instalación eléctrica.

El esquema unifilar del CPM PFV Belvis es el siguiente:



9.3.1 Características de la aparamenta de media tensión.

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

Celdas: ***cgmcosmos.***

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 ºC según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

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

3 divisores capacitivos de 20 kV.

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

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

- Seguridad:

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

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

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

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

Grados de Protección:

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

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

- Enclavamientos

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas cgmcosmos son las siguientes:

Tensión nominal 20 kV

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

9.3.2 Características descriptivas de la aparamenta.

Celda 1: Salida hacia CT planta fotovoltaica: Celda CGMcosmos-L de línea con aislamiento y corte en SF6



Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables procedentes del centro de transformación de la planta con las siguientes características particulares:

Valores eléctricos

- Tensión asignada Ur: 20 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Clase IAC AF/AFL (opcional): 16 kA 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

1 Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Dimensiones y peso

- Ancho: ……..365 mm
- Alto: ……1740 mm
- Fondo: ……735 mm
- Peso: ……100 kg

Celda 2: Medida. Celda CGMcosmos-M de medida.

Celda de Media Tensión modular de medida con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 20 kV
- Intensidad asignada: 400 A

Construcción

Envolvente metálica destinada alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, mediante barras.

Dimensiones y Peso

- Ancho: ……..800 mm
- Alto: ……..1750 mm
- Fondo: ……..…1025 mm
- Peso (vacía): ……165 kg
- Cerradura de enclavamiento de puerta.

Aparamenta de medida

- 1 Ud. Resistencia vitrificada de 25 ohmios y 800 W
- 3 Ud. Transformador de tensión con 2 secundarios, 16500:√3 / 110:√3 - 110: 3 con dispositivo antiexplosivo:
  - Facturación: 10 VA clase 0,5 o mejor
  - Ferrorresonancia: 50 VA clase 3P
- 3 Ud. Transformador de intensidad con doble relación primaria, medida a 4 hilos, relación 200-300/5 A:
  - Facturación: 5 VA clase 0,2S
  - Protección: 10 VA clase 5P20

  Los Ti,s a instalar en primario 200/300 serán conectados a 200.
- 1 Ud. Transformador de Intensidad homopolar, relación 50/1 A, 0,25 VA clase 15% a 0,05 In y a 10 In y 5% a In

Celda 3: cgmcosmos-v. Interruptor automático de vacío.

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-v** de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 20 kV
  - Intensidad asignada: 400 A
  - Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
  - Capacidad de cierre (cresta): 400 A
  - Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA
  - Clasificación IAC: Sin clasificación IAC
- Características físicas:
  - Ancho: 480 mm
  - Fondo: 850 mm
  - Alto: 1740 mm
  - Peso: 218 kg
- Otras características constructivas:
  - Mando interruptor automático: motor RAM
  - Relé de protección: ekor.RPS-DD

Celda 4: Medida tensión en barras. Celda CGMcosmos-P de protección y medida de tensión en barras, con aislamiento y corte en SF_6



Celda de Media Tensión modular de protección con fusibles para protección de transformadores con potencia igual o inferior a 2000 kVA, en función de la tensión de red, con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 20 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Intensidad de corta duración PaT: 1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s
- Clase IAC AF/AFL (opcional): 20 kA 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables y compartimentos portafusible con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra, antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo BR con bobina de disparo a 230 Vca y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible con intensidad de transferencia de 1600 A, según IEC 62271-105. Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del

interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:

- Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC

Compartimentos portafusibles independientes para cada fase aislados en gas situados en posición horizontal para fusibles limitadores de corriente de 20 kV, según IEC 60282-1.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

- 3 Ud. Transformador de tensión, 16500:√3 / 110:√3 con dispositivo antiexplosivo:
  - Protección: 10 VA clase 0,5

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Dimensiones y Peso

- Ancho: ……..470 mm
- Alto: ……1740 mm
- Fondo:……735 mm
- Peso: ……150 kg

Celda 5: Entrada línea de evacuación hacia CS: Celda CGMcosmos-L de línea con aislamiento y corte en SF_6



Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables procedentes del centro de transformación de la planta con las siguientes características particulares:

Valores eléctricos

- Tensión asignada Ur: 20 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Clase IAC AF/AFL (opcional): 16 kA 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

1 Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

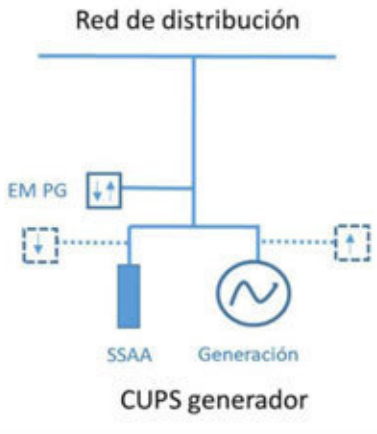
Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Dimensiones y peso

- Ancho: ……..365 mm
- Alto: ……1740 mm
- Fondo: ……735 mm
- Peso: ……100 kg

9.4 Medida de la energía.

Según el MT 3.53.01, El punto de medida se ubicará aguas arriba de las celdas de protección del transformador de servicios auxiliares y de la celda de seccionamiento de la generación, de modo que mida la generación neta, es decir, incluyendo los consumos requeridos por los servicios auxiliares de la planta.



Se deberá disponer de un equipo de medida en la frontera del cliente y de un EM que registre la generación neta.

Con carácter potestativo, se podrá sustituir el EM de energía de generación neta por un equipo que mida la energía bruta generada y otro que mida el consumo de SSAA (equipos representados con trazo discontinuo)

El equipo de medida y de comunicaciones será instalado por el titular de la planta y autorizado por I-DE.

Se cumplirá lo dispuesto en el punto 2 de la MT 2.80.14:

- Todos los elementos de medida estarán sometidos al control metrológico vigente.
- Se remitirá copia de los protocolos de los transformadores de medida al responsable de medida de I-DE de la zona, e incluirán la carga simultanea de todos los devanados de medida y para otros fines. Siendo el responsable del punto de medida (cliente) custodio de los originales.

- Los contadores registradores serán acordes a la ley 32/2014 de Metrología, al RD 1110/2007 y al RD 244/2019 e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios destinados a la medida de los diferentes transformadores serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería. Solo se permitirá la instalación de equipos capacitivos en condiciones técnicas debidamente justificadas, siendo esto una excepción recogida en el punto 5.7 de las ITCs del 19/12/2019 para instalaciones anteriores a 1999.
- En cada transformador de medida se conectará a tierra un punto de su secundario. Si el entronque de la línea de Distribución es por el signo P1 del transformador de medida, se conectará a tierra el punto secundario S2.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 25 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos φ) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del

transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas. Para determinar el diseño de idoneidad de la relación de transformación se tendrá en cuenta el punto 5.3 apartado a-b-c y d descritos en las ITCs del 19/12/2019.

- En instalaciones o configuraciones de medida que requieran más de un equipo de medida, las características y clases de precisión de estos serán las mismas para todos y las correspondientes al tipo más exigente de todos ellos según lo indicado en el punto 3 del artículo 12 del RD 244/2019.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).
- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión serán de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible, de una sección tal que permita

el paso, o sustitución del cableado. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm².

- Siempre que sea posible, porque exista escasa distancia entre los transformadores y el armario de medida, los cables de interconexión de medida serán sin solución de continuidad entre los secundarios de los transformadores de medida y el dispositivo de verificación dispuesto en el armario de medida, y sin cajas intermedias, con tensión de suministro inferior a 45 kV o una distancia entre los trafos de medida y el armario inferior o igual a 40m. En tensiones superiores a 45 kV y distancias superiores a 40 m se instalará una caja de centralización con regleta precintable, en CT lo más cercano a la celda de medida y en las ST intemperie, a pie de los trafos de medida. En el caso de los transformadores de tensión, podrán disponer de interruptores magnetotérmicos en los circuitos secundarios, se dispondrá de los medios necesarios para detectar, en el plazo más breve posible la falta de tensión en cualquiera de las tres fases.
- Los armarios de medida serán los normalizados por Iberdrola de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. En todos los equipos en los que se tenga que realizar verificación, deberán de disponer de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo, de tal manera que el visor del equipo de medida quede entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran.
- Contarán con una toma de corriente de 230 V de corriente alterna con toma de tierra a menos de 10 metros de distancia de los contadores.

- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.
- La medida será siempre accesible y el responsable del punto de medida deberá de garantizar el libre acceso al mismo, según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007.

9.5 Protecciones.

En base a la norma MT 3.53.01 de I-DE en el Centro de Protección y Medida se han tenido en cuenta las protecciones siguientes:

- Interruptor automático en el mismo nivel de tensión que el punto de conexión.
- Protecciones de sincronismo con la red. No se prevé la instalación de protecciones de sincronizador automático y relé de mínima tensión en el centro de protección y medida, ya que estas protecciones se encuentran integradas en el inversor fotovoltaico. El inversor seleccionado cumple con la norma IEC 62116 así como con el código de conexión a red europeo. El inversor fotovoltaico dispone de un relé de conexión que impide la inyección de corriente hasta alcanzar el rango establecido de tensión y frecuencia.

Dada la tecnología de generación de que se trata, en caso de impedir la presencia de tensión en la salida del inversor mediante la apertura del interruptor automático por la ausencia de señal de protecciones de sincronismo con la red y mínima tensión del generador, este no llegaría a arrancar, ya que el propio relé interno de conexión de sincronismo con la red impediría su arranque para garantizar el no funcionamiento en isla.

- Protecciones de sobreintensidades (67N y 50/51) que actuarán sobre el interruptor automático en caso de falla. Los transformadores de protección podrán estar situados tanto aguas arriba como aguas abajo del interruptor automático.
- Protección de mínima tensión (27) que medirá tensión en el lado de la red de distribución y actuará sobre el interruptor automático en caso de salir del rango. Regulable de 0,7 Un a 1,0 Un.
- Protección de máxima tensión (59), regulable de 0,9 Un a 1,3 Un. Temporizado ajustable entre 0 y 2 s. Que actuará sobre el interruptor automático.
- Protección de máxima y mínima frecuencia (81M + 81m), temporizado ajustable entre 0 y 5 s, que actuará sobre el interruptor automático.
- Protección de máxima tensión homopolar (59N) regulable 5 – 40 V. Temporización ajustable entre 0 y 15 segundos

9.5.1 Protecciones en el interruptor de interconexión.

Módulo metálico adosado a las celdas en su parte superior frontal o panel mural conteniendo en su interior debidamente montado y conexionados los siguientes aparatos y materiales:

1. Relé de protección de alimentador y controlador de posición, con las siguientes funciones:

- Protecciones:

Sobreintensidad	3x50/51, 50N/51N
Neutro sensible	50Ns/51Ns
Sobreintensidad direccional	67/67N
Tensión homopolar	59/59N
Mínima/Máxima tensión	27
Frecuencia	81m/M
Desequilibrio	46
Reenganche	79

- Medidas

Intensidad

Tensión

Potencia

Energía

- Control

Estado y mando del interruptor Panel Local

- Registro de sucesos
- Informe de faltas
- Oscilografía
- Cronología
- Autosupervisión
- Carga Fría

- Automatismos

- Comunicaciones

2. Bloques de pruebas de 4 elementos para protección de los secundarios de los transformadores de intensidad y tensión.

Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección del mando.

Interruptor automático magnetotérmico bipolar para protección de los equipos de control del cajón.

1 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) + bobina de disparo para protección del motor.

1 Interruptor automático magnetotérmico bipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección del secundario en triangulo abierto del transformador de tensión.

1 Interruptor automático magnetotérmico IV con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección del secundario del transformador de tensión.

1 Resistencia de ferrorresonancia.

Preparada para comunicación por RS485 y protocolo PROCOME.

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad viene recogida en el protocolo de ensayo realizado B0014-024-IN-ME acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

10 PPC (POWER PLANT CONTROLLER).

El PPC (Power Plant Controller) se instalará en el centro de protección y medida de la planta, siendo la interfaz entre el operador de red y la planta. Es una herramienta de control para regular el funcionamiento de la planta según los parámetros prefijados o requeridos en un momento determinado por el operador de red, del que podrá recibir las consignas de funcionamiento.

El PPC permite gestionar el funcionamiento de los inversores a través de una red de comunicaciones. Requerirá, por tanto, tener la medida de potencia activa, la frecuencia, tensión y potencia reactiva en el punto de conexión. Además, mide la potencia activa y reactiva instantánea de cada inversor y toma los requerimientos del operador de red para establecer varios parámetros como rampas de variación de potencia, reserva de potencia activa, tensión en el punto de conexión, etc.

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. La potencia activa estará en todo caso limitada a **5 MW**, la capacidad de acceso en el punto de interconexión.

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.

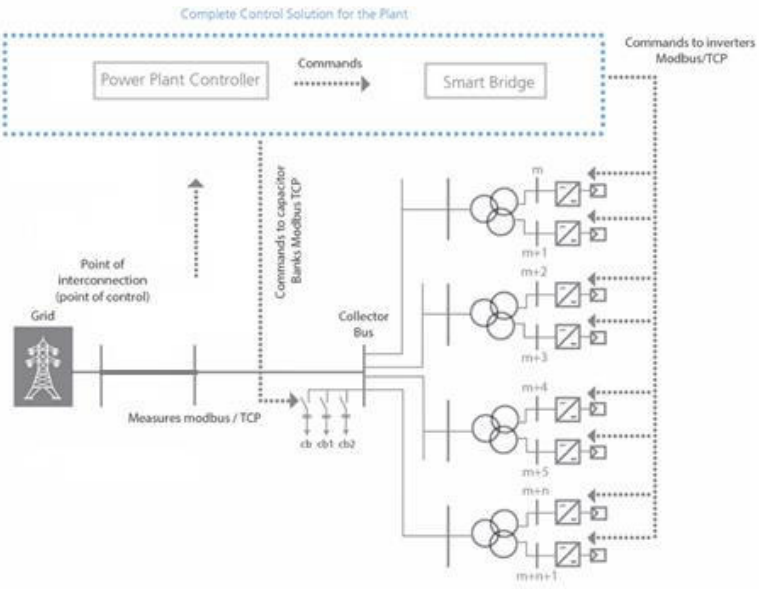
En función de la tensión medida en el punto de interconexión y de la consigna de tensión definida, el PPC comandará a los equipos que componen la planta el valor de potencia reactiva inductiva o capacitiva a inyectar, según se requiera reducir o aumentar el valor de tensión en el punto de interconexión 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.

El PPC funcionará de forma independiente a la monitorización de las instalaciones, sin prejuicio de que exista comunicación entre ambos sistemas.

En la siguiente imagen, se puede ver un esquema tipo del sistema PPC:



11 SISTEMA DE SEGURIDAD.

Se opta por un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión y un sistema de circuito cerrado de televisión-vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas térmicas, con visión nocturna, con foco infrarrojo, y cámaras domos, distribuidas a lo largo del perímetro abarcado por las plantas a una distancia aproximada de 100 metros para cubrir todo el perímetro de la planta.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 63 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación de las cámaras.

Las cámaras irán conectadas, 5 a 5 aproximadamente, realizando un bus de comunicaciones y cada agrupación de 16 cámaras se recogerán en un videograbador situado en los distintos centros de transformación.

La alimentación del sistema de seguridad vendrá desde el cuadro de SSAA de la planta. La transmisión de datos se hará hasta el edificio O&M, donde el proveedor del CCTV montará sus equipos en el mismo armario que el sistema SCADA (Sistema de Monitorización de la Planta Fotovoltaica). La parte de comunicación conectará todos los centros de transformación en anillo mediante un switch y con un servidor para esta planta que será el que emitirá las imágenes del CCTV.

Cada Centro de Transformación debe disponer de una UPS capaz de proveer energía suficiente a las cámaras alimentadas por este al menos durante 30 minutos.

Los báculos irán anclados a un dado de hormigón de 40x40x60 cm, tal y como recomiendan los fabricantes. La altura de los báculos será de 4 metros aproximadamente y podrán ser fijos o abatibles. Se recomienda que una vez que se haya realizado la instalación se realice una prueba de puesta en marcha para comprobar que el perímetro está perfectamente cubierto haciendo saltar las alarmas de todas las cámaras.

12 SISTEMA ELÉCTRICO.

El cableado de la planta se basa en 3 niveles de conductores en BT, cable nivel 0, cable nivel 1, cable nivel 2 y el cable MT. Cada uno de estos tipos de cables se refieren a un nivel diferente de la instalación:

- Cable Nivel 0: Es el cable solar que define los string, es decir, el cable a la salida de las cajas de diodos de los módulos que ejerce la unión entre módulos.
- Cable de Nivel 1: Es el cable solar que une los conectores que quedan libres de los string de módulos con las bornas de entrada de los inversores, donde se producirá la transformación DC/AC.
- Cable Nivel 2: Es el cable que une la salida de cada inversor con la entrada correspondiente del centro de transformación a que pertenece.
- Cable MT: Es el cable que conforma la red de media tensión del parque (AC) hasta el CPM y que une el CPM con el CS de Compañía.

El sistema eléctrico se divide en 3 partes, Sistema de Baja Tensión, Sistema de Media Tensión y Sistema de Tierra.

En el Anejo 2: Cálculos del presente proyecto se visualiza el cálculo eléctrico de cableado, tanto de BT como MT de la planta.

Los módulos fotovoltaicos serán conectados en serie, formando los strings. En este proyecto, las series o string están compuestos por la unión de 32 módulos mediante el cableado integrado en el propio módulo (nivel 0). A continuación, cada serie o string es conectada a una entrada del inversor mediante el cableado de primer nivel (nivel 1). Este tramo de cableado está compuesto por cableado del tipo H1Z2Z2-K. Finalmente, los inversores serán conectados con el cuadro de BT de los Centros de Transformación a través del cableado nivel 2, compuesto por cables de XZ1-Al.

Los Cables de Nivel 0 y 1 serán embridados en la propia estructura soporte de los módulos siempre que sea posible y el cableado de nivel 1 será enterrado bajo tubo en aquellos tramos en que no exista continuidad por las estructuras soporte y sea necesario para llegar hasta el inversor.

Con respecto al cableado de nivel 2 se instalará directamente enterrado para acometer al cuadro de BT del Centro de transformación.

El cableado de media tensión se encarga de la evacuación de la energía de la planta desde el centro de transformación hasta el centro de protección y medida. Los conductores se instalarán en zanjas directamente enterrados hasta llegar a la celda de medida del centro de protección y medida.

Los criterios de cálculo para los circuitos de BT han de seguir lo expuesto en la normativa IEC 60364-5-52 así como a la normativa IEC-60364-7-712 y el REBT.

Los Criterios para los circuitos de MT han de seguir lo expuesto en la normativa IEC 60502-2.

La estructura de los paneles del generador fotovoltaico estará conectada a tierra, independiente del neutro de la empresa distribuidora formando una red de tierras. El cable de dicha red será desnudo de cobre y de sección mínima de 35 mm^2.

Del mismo modo, se dará tierra a todas las cámaras que conforman el sistema de seguridad del parque mediante una pica y sus respectivos rabillos de cable de cobre desnudo de 35 mm^2 a cada una de las cámaras.

Los centros de transformación tendrán su propia red de tierra de cobre desnudo y de sección mínima de 50 mm2.

12.1 Material para la Instalación Eléctrica

Los conductores que se emplearán en la parte de corriente continua de la instalación (cableado nivel 1) serán de cobre, unipolares, tensión asignada no inferior a 1,8 kV y el tipo de cable sería AS (Alta Seguridad), el tipo de cable para esta parte de la instalación es el designado técnicamente como H1Z2Z2-K, en el Anejo 3: características de equipos puede verse las características de este tipo de cableado.



Imagen 8. *Cableado H1Z2Z2-K*

Los conductores que se emplean para la parte de Baja tensión en AC (cableado nivel 2) son de aluminio, unipolares de tensión asignada no inferior a 1,2kV y deberá ser de tipo AS, este tipo de cableado se denomina XZ1-Al y en el en el Anejo 3: características de equipos puede verse las características de este tipo de cableado.



Imagen 9. *Cableado XZ1-Al*

Para los circuitos de media tensión, los conductores deben ser de aluminio, unipolares, cumplir con un aislamiento mínimo de 12/20 kV y contar con una pantalla de cobre de al menos 16 mm^2 de sección eficaz. El tipo de cable para esta parte de la instalación es el designado técnicamente como AL-HEPRZ1, en el Anejo 3: características de equipos puede verse las características de este tipo de cableado.



Imagen 10. *Cableado AL HEPRZ1*

13 LÍNEA DE EVACUACIÓN.

13.1 Longitud y trazado.

La línea de evacuación se divide en dos tramos claramente diferenciados.

- Tramo 1: Comprende desde el centro de transformación, ubicado en el interior de la planta, hasta el centro de protección y medida. Tiene una longitud aproximada de 76 m.
- Tramo 2: Comprende desde el centro de protección y medida hasta el centro de seccionamiento. Tiene una longitud aproximada de conductores de 2.725 m.

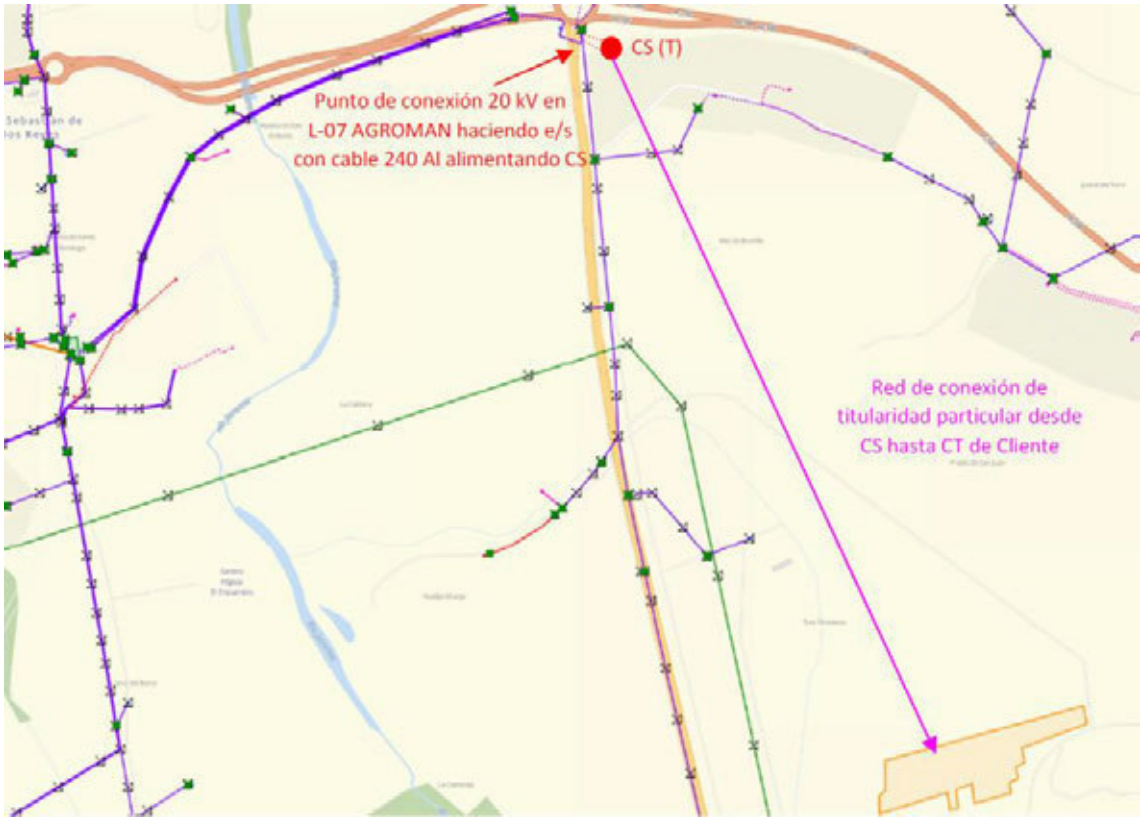
Su trazado ya ha sido descrito en el apartado 5 de este documento.

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	T.M.	Afección	Long (m).
28104A001002230000UG	1	223	Paracuellos de Jarama	Recinto PFV Belvis	166,6
28104A001002220000UY	1	222	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	159,1
28104A001002210000UB	1	221	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	383,0
28104A001002040000UD	1	204	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	377,1
28134A005090010000XF	5	9001	San Sebastián de los Reyes	CAMINO PÚBLICO AYTO.	271,4
28134A005000900000XZ	5	90	San Sebastián de los Reyes	Parcela Rústica	79,9
28134A005090020000XM	5	9002	San Sebastián de los Reyes	CAMINO PÚBLICO AYTO.	118,4
28104A001002030000UR	1	203	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	150,6
28104A001202030000UT	1	20203	Paracuellos de Jarama	CANAL ISABEL II	13,2
28104A001090290000UF	1	9026	Paracuellos de Jarama	CAMINO PÚBLICO AYTO.	1,5
28104A001102030000UH	1	10203	Paracuellos de Jarama	Parcela Rústica	8,1
28104A001095460000UK	1	9546	Paracuellos de Jarama	M-111	21,3

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	T.M.	Afección	Long (m).
28134A004090100000XU	4	9010	San Sebastián de los Reyes	M-111	1.013,4
28134A006000180000XK	6	18	San Sebastián de los Reyes	Parcela Rústica	24,8
28134A006000170000XO	6	17	San Sebastián de los Reyes	Parcela CS (entrada CS)	5,0

13.2 Punto de conexión.

La conexión con la red de distribución de la compañía I-DE se realizará en el tramo de media tensión subterráneo de la línea L07 AGROMAN, entre los seccionadores 7143 y 7145, realizando entrada/salida en instalando en las proximidades del entronque un centro de seccionamiento cuyo desarrollo es objeto de un proyecto específico.



13.3 Cruzamientos y paralelismos.

Han sido descritos en el apartado de afecciones los cruzamientos y paralelismos que se encuentran en el trazado de la línea.

13.4 Características generales.

13.4.1 Conductores.

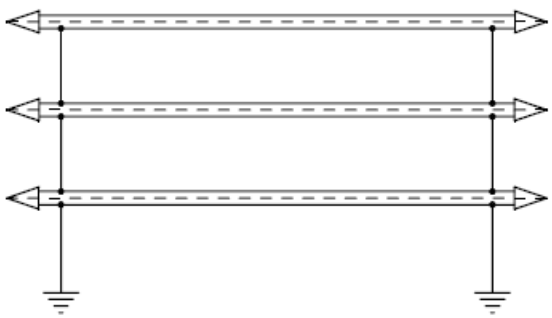
Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por una cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

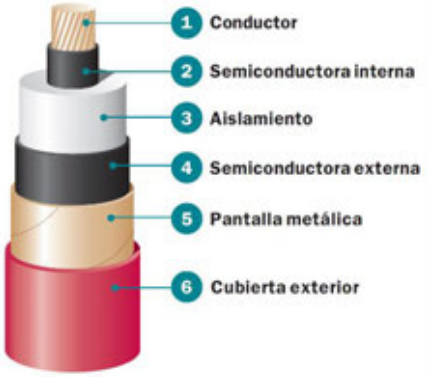
Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea (esquema 1).

Esquema 1





Los cables serán del tipo AL HEPRZ1 de las siguientes características:

- Secciones (f)	1X240mm² de Al
- Aislamiento	polietileno reticulado XLPE
- Nivel	12/20 kV
- Aislamiento cubierta	Poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.
- Tipo constructivo	HEPRZ1
- Sección de la pantalla	16 mm^2
- Resistencia Óhmica máxima (a 20ºC)	0,125 Ohm/Km
- Reactancia (X)	0,102 Ohm/Km
- Capacitancia (C)	0,435 µF /Km
- Radio mínimo de curvatura	540 mm
- $I_{máx.\ admisible}$ enterrado bajo tubo	345 A
- I_{cc} conductor 1 s	22560 A
- I_{cc} pantalla 1 s	3130 A

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales.

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminales: la reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño, el fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes o terminales, así como sus verificaciones y ensayos.

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario. Además, solo se aceptarán estas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características auto soldable y anti-surco.

Los terminales de entrada directa deberán cumplir con la norma CEI 60 859 y el doc. CLC/TC14/WG13 para los terminales de cables de aparamenta y transformadores, respectivamente, donde se especifica las dimensiones del Terminal de cable y de la cámara de aparato de conexión. Cada Terminal se rellenará con aceite de silicona compatible con el aislamiento del cable.

Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. En cables con aislamiento de papel impregnado, depende también de la tensión. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) son de 105 °C en servicio permanente y mayor de 250 °C para un cortocircuito de un tiempo inferior a 5 segundos. En el caso de los conductores de polietileno reticulado (XLPE) son de 90 °C en servicio permanente y de 250 °C en cortocircuito.

Las condiciones del tipo de instalación y disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles. Es por ello que se aplican los factores de corrección para el cálculo de la sección de los conductores.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la Norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente.

Estas densidades de corriente se calculan de acuerdo con las temperaturas especificadas en la tabla 5 del ITC-LAT-06, considerando como temperatura inicial, la máxima asignada al conductor en servicio permanente (105 °C para HEPR y 90 °C para XLPE), y como temperatura final la máxima asignada al conductor para cortocircuitos de duración inferior a 5 segundos (>250 °C para HEPR y 250 °C para XLPE). En el cálculo se considera que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

13.4.2 Protecciones.

Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Protección contra cortocircuitos La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable. Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en las tablas 25 y 26 de la ITC-LAT-06. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.
- 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.

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Protecciones contra sobretensiones.

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las misma así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de oxido metálico, los cuales deberán cumplir la MIE-RAT-12 y la MIERAT-13

Puesta a tierra.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

14 OBRA CIVIL

En el presente capítulo se describe toda la obra civil necesaria para las instalaciones de la planta fotovoltaica.

14.1 Limpieza y Desbroce

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el proyecto. Estos trabajos serán los mínimos posibles para cumplir con lo requerido para una correcta construcción del proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes

- Remoción de los materiales objeto del desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

Se estará, en todo momento, a lo dispuesto a la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y de salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El emplazamiento se mantendrá en todo momento limpio, antes, durante y después de los trabajos a ejecutarse cumpliendo con los requerimientos de calidad.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores a 10 cm serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 75 cm por debajo de la rasante.

14.2 Movimientos de Tierra

Se ejecutarán los movimientos de tierra necesarios para la instalación de las estructuras de soporte y para la ejecución de los viales internos, viales de acceso, drenajes y cimentaciones de centros de transformación y báculos del sistema CCTV.

Dada la orografía del emplazamiento con un perfil topográfico favorable prácticamente llano, la parcela tiene pendientes menores de las máximas permitidas, salvo actuaciones

puntuales. Se minimizará en todo caso los movimientos de tierra, los cuales no se estiman significativos, ni se prevé necesario la eliminación o decapado del terreno vegetal, salvo actuaciones puntuales.

14.3 Viales

Durante la fase de obra se realizarán caminos interiores de 3,5-4 metros de ancho destinado para el tránsito de vehículos de obra. Su sección estará compuesta por una subbase de zahorra natural o material seleccionado de la zona de 0,20 m de espesor debidamente compactada y una capa de rodadura de zahorra con un espesor de 10 cm.

Una vez finalizada la obra se dejarán los caminos recogidos en los planos adjuntos a esta memoria. Los caminos tendrán una anchura de 4 metros, con un desnivel del 2% desde el punto más alto.

El objeto de estos caminos es facilitar el acceso al personal de operación y mantenimiento. Al igual que los caminos provisionales de obra, estos estarán compuestos por una sub-base de zahorra natural o material seleccionado de la obra con un espesor mínimo de 0,20 m, debidamente compactada y una capa de zahorra de, al menos, 10 cm bien regada y compactada.

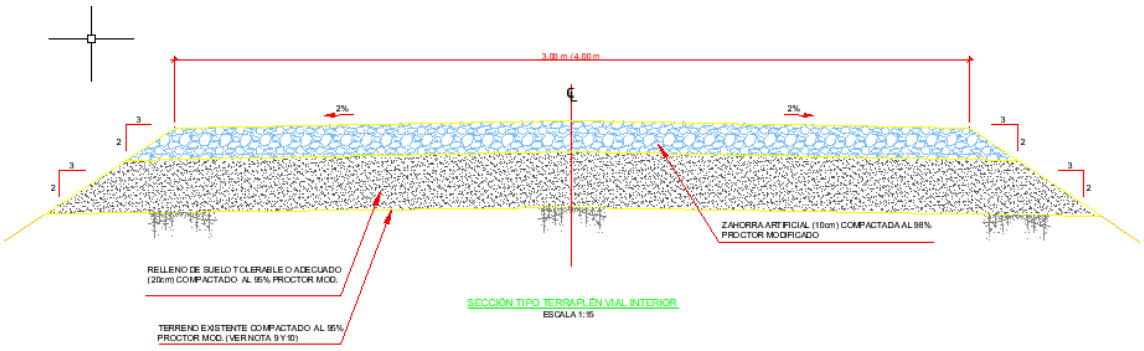


Imagen 11. *Vial Tipo*

14.4 Vallado.

El vallado a instalar será de tipo cinegético, estará compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 40 mm de diámetro. La malla estará compuesta por alambre acero dulce galvanizado 4 mm² de espesor y tendrá 2,00 m de altura desde el terreno. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 48 m aproximadamente, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas. Los componentes serán de colores opacos, no reflectantes e integrados cromáticamente en el entorno.

Se realizará un acceso al recinto mediante cancelas de 6 m de anchura y 2 m de altura en dos hojas.

14.5 Zanjas

Las zanjas seguirán lo dispuesto tanto en el REBT como el RAT. En el apartado de planos de este proyecto quedan recogidas las distintas tipologías de zanjas a utilizar.

Zanjas BT:

Se ejecutarán zanjas de mínimo 40 cm de anchura, quedando la parte superior del conductor más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 60 cm.

Los cables podrán ir directamente enterrados salvo en los tramos de cruce de vial donde se reforzará la zanja con hormigón en cuyo caso los cables irán entubados. De haber cables de comunicaciones, estos irán en tubo de 50 mm.

Cuando lo haya, se tenderá el conductor de tierra en el fondo de la zanja sobre una capa de arena de río de un espesor mínimo de 10 cm. Sobre éste se extenderá una capa del mismo material, obteniéndose un relleno inferior de 50 cm.

Sobre esta capa se tienden los circuitos correspondientes a baja tensión, los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. Esta capa tendrá el espesor necesario según los cables que se vayan a instalar. 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. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. Sobre los cables se extenderá una capa del mismo material con un espesor mínimo de 10 cm.

Encima de esta capa y a una distancia mínima de 20 cm se instalará el circuito de fibra óptica CCTV, y a continuación se colocará la protección mecánica. Esta protección mecánica podrá ser unas losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente.

Se continuará rellenando con arena de excavación hasta al menos 20 cm del nivel de terreno, donde se colocarán las cintas de señalización, y se finalizará el relleno de la zanja con tierra compactada procedente de las excavaciones.

Zanjas cableado MT

Se ejecutarán zanjas de mínimo 60 cm de anchura, quedando la parte superior del conductor de MT más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 80 cm.

Cuando lo haya, se tenderá el conductor de tierra en el fondo de la zanja sobre una capa de arena de río de un espesor mínimo de 10 cm. Sobre éste se extenderá una capa del mismo material, obteniéndose un relleno inferior de 50 cm.

Sobre esta capa se tenderán los circuitos de media tensión correspondientes que se vayan a instalar, los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. 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. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos estarán comprendidas entre 0,2 y 1 mm.

Sobre estos cables de MT, y a una distancia mínima de 25 cm, se tenderán los cables de fibra óptica con su correspondiente protección mecánica o tubo de 50 cm de diámetro.

Encima de este cable se continuará rellenando con arena de río 10 cm y se tenderá la protección mecánica, la cual podrá ser unas losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente.

Se continuará rellenando con arena de río hasta al menos 15 cm, donde se colocarán las cintas de señalización. Después, se terminará de completar la zanja con la misma tierra compactada.

Las zanjas BT y MT que cruzan el vial o transcurren por zonas de tránsito de vehículos se protegerán con una capa de hormigón de 0,10 m de espesor sobre la capa de arena y sus conductores deben estar protegidos bajo tubos.

Cruzamientos BT-MT

Los cruzamientos de cableado de BT se realizarán respetando siempre la misma separación que existe entre los cables en el interior de las zanjas, en el caso de diferencias de distancia siempre se respetará la mayor distancia.

En el caso de cruzamiento de cableado BT y MT, se realizará siempre respetando una separación vertical de al menos 10 cm entre los cables BT y los cables de MT, siendo siempre el cable MT el que quede más profundo.

Toda zanja por la cual circulen tubos de protección ha de ser prevista con arquetas de registro para el buen tendido y mantenimiento del cableado de su interior, cada 40 metros de canalización, evitándose así dificultades a la hora de inspeccionar, reparar o sustituir tramos de cables.

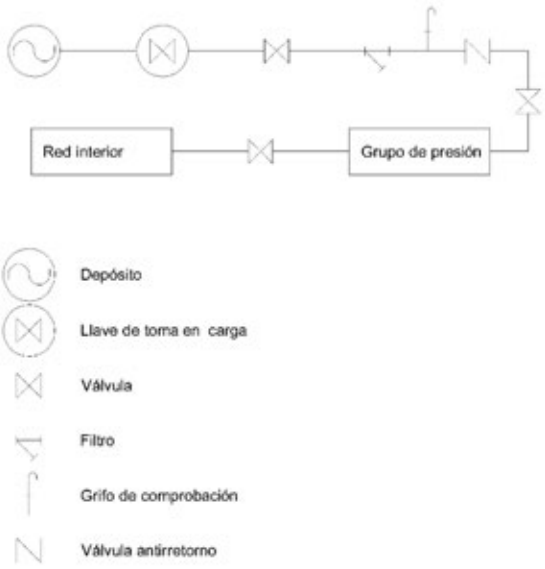
14.6 Edificio de operación y mantenimiento.

Se instalará un edificio prefabricado formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose “in situ” la cimentación y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de potencia y control.

Este edificio constará de una sola planta y se distribuirá en varias salas, que tendrán los usos de almacén de repuestos, taller, sala de control y aseos para el personal de planta.

En la sala de control irán ubicados los equipos correspondientes al control, y monitorización de la planta, y sistema de videovigilancia.

El edificio contará con un aseo para el uso del personal de mantenimiento, compuesto por ducha, aseo con retrete y lavabo. Dado que no existen instalaciones de suministro de agua potable y desagüe próximas, se instalará un depósito de agua potable con un grupo de presión que será periódicamente llenado por cisternas móviles. El esquema de la instalación de suministro de agua será el siguiente:



Las aguas residuales serán recogidas en una fosa séptica estanca para su posterior retirada, dado que no existe alcantarillado público en la zona.

Las salas de almacén y taller tendrán acceso desde el exterior, mediante una puerta de doble hoja, que permita el acceso de bultos de mayor tamaño. Además, disponen de accesos desde el interior del edificio.

Exteriormente el edificio irá rematado con una acera perimetral, y en las zonas de acceso a taller y almacén se facilitará el acceso desde el vial con una rampa de acceso.

15 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y ESTACIONES METEOROLÓGICAS

El objeto del sistema de monitorización en este proyecto es conocer en tiempo real las producciones de los inversores, tensiones de strings, corriente de circuitos, etc.

Para ello, el proveedor colocará en el centro de transformación un armario donde estarán ubicados los equipos de comunicación. Entre el centro de transformación y el edificio de O&M se creará una red de comunicaciones que finalizará en un servidor al cual la propiedad de la planta podrá acceder para tener acceso a los datos.

Al igual que para el sistema de seguridad y sistema de vigilancia, la alimentación de estos equipos será desde el cuadro de Servicios auxiliares del centro de transformación.

Se instalará una estación meteorológica en un sitio estratégico para poder recoger el mayor espectro de datos climáticos posibles. La estación meteorológica, tiene el objetivo de comprobar el rendimiento de la planta y cruzarlo con el estudio de rendimiento.

Los elementos de los cuales se debe componer una estación meteorológica son los siguientes:

- 1 sensor de temperatura ambiente.
- 2 piranómetros.
- 1 estación solar formada por un módulo de 50 Wp.
- 1 router 4G.
- 1 mástil de 3 metros de altura.

Para la medición, la normativa obliga a la toma de medidas a 6 metros de altura, por lo que los datos obtenidos se extrapolarán mediante el algoritmo pertinente para la altura deseada.

16 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

En documento Anejo II se adjunta el cálculo de producción energética realizado con el software PVSYTS.

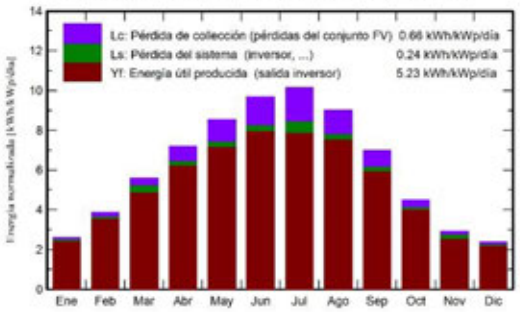
A continuación, se reflejan los resultados obtenidos:

Resultados principales

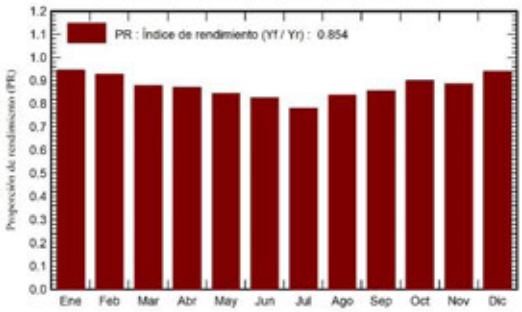
Producción del sistema

Energía producida	11920 MWh/año	Producción especifica	1910 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	85.41 %

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	62.0	28.07	5.15	80.4	75.4	489	474	0.945
Febrero	83.4	33.97	6.25	107.7	101.1	645	624	0.929
Marzo	134.7	54.53	9.85	173.3	162.9	1018	950	0.878
Abril	167.5	56.60	12.51	215.8	203.8	1214	1173	0.871
Mayo	204.5	71.86	17.26	264.9	250.1	1444	1394	0.843
Junio	224.4	65.50	23.08	290.8	275.1	1552	1498	0.825
Julio	239.9	53.07	26.69	314.3	298.2	1642	1530	0.780
Agosto	211.1	54.16	26.10	279.8	265.3	1518	1463	0.838
Septiembre	156.5	40.84	20.78	209.4	197.8	1160	1119	0.856
Octubre	107.4	41.20	15.25	139.0	130.6	806	780	0.899
Noviembre	67.9	30.75	8.80	87.6	82.0	523	484	0.886
Diciembre	56.5	24.30	5.62	73.7	69.0	447	432	0.940
Año	1715.7	554.87	14.83	2236.6	2111.3	12457	11920	0.854

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		

17 PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Las obras que comprende este proyecto se realizarán en un plazo de unos 6 meses. Las obras comenzarán a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas pertinentes, siendo el programa de construcción y puesta en marcha el que se muestra en el siguiente cronograma:

	Duración	Comienzo	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Capítulo I: Ingeniería	6 sem	sem 1	sem 6																											
1. Ingeniería de detalle	6 sem	sem 1	sem 6																											
Capítulo II: Compras	10 sem	sem 2	sem 11																											
2. Compras civiles y mecánicas.	8 sem	sem 2	sem 9																											
Principales subcontratas civiles	8 sem	sem 2	sem 9																											
Edificios de obras	1 sem	sem 3	sem 3																											
Vallado perimetral	1 sem	sem 2	sem 2																											
Principales subcontratas mecánicas	2 sem	sem 4	sem 5																											
Perforación y señalización de pilotes	2 sem	sem 4	sem 5																											
Estructuras (hincas +seguidor)	2 sem	sem 4	sem 5																											
3. Compras eléctricas	3 sem	sem 6	sem 8																											
Módulos fotovolticos.	1 sem	sem 7	sem 7																											
Estaciones de potencia	1 sem	sem 6	sem 6																											
Cable MT	1 sem	sem 8	sem 8																											
Cable BT y tierra	1 sem	sem 8	sem 8																											
Principales subcontratas eléctricas	2 sem	sem 7	sem 8																											
4. Compras de comunicación y control	3 sem	sem 9	sem 11																											
Cable de fibra óptica	1 sem	sem 9	sem 9																											
Sistema de seguridad	1 sem	sem 11	sem 11																											
Estaciones meteorológicas	1 sem	sem 11	sem 11																											
Capitulo III: Construcción y comisionado	24 sem	sem 10	sem 24																											
1. Llegada de suministros	19 sem	sem 6	sem 21																											
2. Construcción campo solar	24 sem	sem 1	sem 24																											
Civil	6 sem	sem 1	sem 6																											
Trabajos de topografía	2 sem	sem 1	sem 2																											
Trabajos de pull out, geotécnico	1 sem	sem 1	sem 1																											
Carreteras internas / perimetrales	3 sem	sem 4	sem 6																											
Vallado perimetral	2 sem	sem 2	sem 3																											
Desbroce y eliminación de capa vegetal	1 sem	sem 2	sem 2																											
Movimiento de tierras	4 sem	sem 3	sem 6																											
Instalación de fundiciones para CT	2 sem	sem 4	sem 5																											
Mecánico	9 sem	sem 7	sem 15																											
Hincado	4 sem	sem 7	sem 10																											
Instalación de estructura	4 sem	sem 10	sem 14																											
Instalación de módulos	4 sem	sem 12	sem 15																											
Estaciones de potencia - emplazamiento	2 sem	sem 9	sem 10																											
Eléctrico	12 sem	sem 11	sem 22																											

	Duración	Comienzo	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Zanja MT	8 sem	sem 11	sem 18																											
Zanjas BT	8 sem	sem 11	sem 18																											
Tendido de cable de tierra	6 sem	sem 12	sem 17																											
BT tendido zanja / MT tendido zanja	6 sem	sem 12	sem 17																											
Inversor string - instalación	7 sem	sem 13	sem 19																											
Conexionado de tierras	6 sem	sem 14	sem 19																											
Conexionado de inversores con CT	3 sem	sem 16	sem 18																											
Conexiones de tierra en estructuras	4 sem	sem 16	sem 19																											
Conexionado series de paneles	9 sem	sem 14	sem 22																											
Conexionado CT línea MT	1 sem	sem 18	sem 18																											
Comunicación y control	10 sem	sem 15	sem 24																											
Tendido cáble de fibra óptica	4 sem	sem 15	sem 18																											
SCADA - trabajos en estaciones de potencia	6 sem	sem 19	sem 24																											
Estaciones meteorológicas - instalación	5 sem	sem 19	sem 23																											
Fusionado	3 sem	sem 18	sem 20																											
3. Comisiónado	6 sem	sem 21	sem 27																											

18 CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritas las instalaciones para las que se pretende el objeto que se describe en el apartad[redacted]

Murcia, septiembre de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.

[redacted]

José Manuel Zambudio Bravo
Ingeniero Industrial
COIIRM. Colegiado nº 1.074
SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

synergia
Energy Solutions

PRESUPUESTO

REV. 2. SEP. 2024

ÍNDICE

PRESUPUESTO DETALLADO. 4

1.1 EQUIPOS PRINCIPALES..... 4

1.2 OBRA CIVIL. 7

1.3 SUMINISTRO DE CABLEADO. 10

1.4 MONTAJE MECÁNICO. 13

1.5 MONTAJE INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... 14

1.6 MONITORIZACIÓN. 15

1.7 SEGURIDAD..... 16

1.8 SEGURIDAD Y SALUD. 17

1.9 GESTIÓN DE RESIDUOS..... 17

2. RESUMEN 18

PRESUPUESTO DETALLADO.

A continuación, se adjunta el presupuesto detallado de la planta fotovoltaica Belvis:

1.1 Equipos principales.

1	EQUIPOS PRINCIPALES				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
01.01	**MÓDULOS FOTOVOLTAICOS** Módulo fotovoltaico monocristalino bifacial, Risen RM132-8-650BMDG, tensión máxima de 1500V, la potencia de salida (condiciones STC) 650 Wp	unidades	9600	135,66 €	1.302.355,20 €
01.02	**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN STS-6000K** Incluye 1 transformador de 6,5 MVA con una relación de transformación 0,8/30 kV, celdas de MT 2L + 1P, caja de BT, cables de CA entre el cuadro de BT y el transformador de potencia.	unidades	1	86.798,51 €	86.798,51 €
01.03	**SEGUIDOR FV** Seguidor FV TrinaTracker Vanguard 1P con ángulo máximo de seguimiento de ±60° para soporte 16 módulos fotovoltaicos. Autoalimentado. Con comunicación Wire-less.	unidades	30	945,84 €	28.375,34 €
01.04	**SEGUIDOR FV** Seguidor FV TrinaTracker Vanguard 1P con ángulo máximo de seguimiento de ±60° para soporte 32 módulos fotovoltaicos. Autoalimentado. Con comunicación Wire-less.	unidades	77	1.883,77 €	145.050,63 €
01.05	**SEGUIDOR FV** Seguidor FV TrinaTracker Vanguard 1P con ángulo máximo de seguimiento de ±60° para soporte 64 módulos fotovoltaicos. Autoalimentado. Con comunicación Wire-less.	unidades	104	3.767,55 €	391.825,09 €
01.06	**INVERSOR SOLAR HUAWEI SUN2000-210KTL** Inversor solar de potencia activa nominal 200 kW, 9 entradas mppt con 2 conectores para cada entrada.	unidades	25	3.874,48 €	96.861,97 €
01.07	**CPM** Edificio de protección y medida, con envolvente monobloque de hormigón tipo PFU-3, 24 kV con la siguiente aparamenta. Celda modular de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. Con mando manual. Incluye indicador presencia	unidades	1 1 1	56.992,07 €	56.992,07 €

tensión.

Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. Incluye indicador presencia tensión, fusibles limitadores y 3 T.Tensión enchufables adosados a la base de la celda.	1
Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V, aislamiento integral en SF6, Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. equipada con: interruptor automático de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Con mando motor e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Incluye: indicador presencia tensión, Relé de protección y control comunicable ekorRP (50/51+50N/51N+27+59+81M/m+anti-isla) con Sensores de intensidad y reconectador automático.	1
Configuración, carga de parámetros y pruebas de puesta en marcha del relé ekorRP. Incluido el "Certificado del cumplimiento de la instalación de acuerdo a las normativas que le aplican" por OCA Homologada.	1
Unidad Compacta de Baterías ekorUCB, parametrizable y comunicable, incluyendo equipo cargador-batería 230 Vca-48 Vcc de 17 Ah, transformador de aislamiento de hasta 10 kV en la entrada de alimentación externa y pequeño material.	1
Celda modular de medida CGMCOSMOS-M. Vn=24 kV. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas, 3 transformadores de tensión y 3 de intensidad verificados.	1
Celda modular de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. Con mando manual. Incluye indicador presencia tensión.	1
Módulo para tarificador tipo 3, con regleta de verificación y cableado (sin tarificador).	1

	Instalación Interior en edificio de hormigón. Incluye: - Instalación de alumbrado interior C.T. - Instalación de red de tierras interiores. - Elementos de seguridad (carteles, guantes, sujeción de elementos y banquillo). - Instalación de circuito disparo por temperatura trafo. - Instalación de los TTs y TIs dentro de la celda de medida e interconexión entre los trafos y armario de contadores. - 1 Instalación interconexión M.T. entre trafo y celda. - 1 Instalación interconexión B.T. entre trafo y cuadro de baja tensión. Cable 0,6/1 kV Al (2x3+1)x240 mm².	1	
	Conector atornillable Simétrico en T s/24 kV - 630 A, Euromold tipo K400TB para cable ≤ 240 mm² Al.	6	
	TOTAL		**2.108.258,82 €**

1.2 Obra civil.

2	OBRA CIVIL				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
02.01	**DESPEJE Y DESBROCE** Parte proporcional de la reparación de la capa superior del suelo con las siguientes actividades: - Retirada de masa de roca situadas en la zona (en caso existente) - Eliminación de cualquier árbol u objeto no deseado que pueda obstruir la construcción - Cortar, retirar y disponer de matorrales y arbustos situados en la zona - Compactación del suelo en zona útil o aprovechable	Ha	8,1	467,80 €	3.789,18 €
02.02	**CAMPAMENTO INSTALACIONES PROVISIONALES y OPERACIÓN** Parte proporcional del campamento, faenas para instalaciones provisionales de obra que se utilizarán por el cliente y los contratistas durante la fase de ejecución de la obra y edificio de prefabricado para operación y mantenimiento de 182m2 . Debe incluir el montaje y desmontaje de todas las instalaciones provisionales necesarias según la normativa chilena: oficinas, vestuarios, lavabos, WC, comedor, instalaciones de agua, talleres, contenedores de residuos, etc. (Nota: el número y tamaño de las diferentes instalaciones provisionales necesarias deben ser calculadas en proyecto dedicado)	ud	1	11.227,20 €	11.227,20 €
02.03	**CAMINOS INTERNOS 4 m** Parte proporcional de caminos internos, consistente en la construcción de un camino de acceso de 4 m de ancho con capa de grava + sub-base de 17,5 cm de espesor con material de excavación o depósito de almacenamiento, incluyendo excavación, selección básica, transporte, extensión y riego. Compactado al 97% de la densidad máxima AASHTO. Incluye test final y pruebas necesarias para asegurar el cumplimiento de las tolerancias marcadas por el cliente.	m	870	23,39 €	20.349,30 €
02.04	**CERCA PERIMETRAL** Parte proporcional de la cerca perimetral. El vallado perimetral se realizará siempre respetando los condicionantes ambientales presentes en la DIA y según descripción recogida en la memoria de este documento.	m	1544	11,23 €	17.334,80 €
2.05	**PUERTA DE ACCESO VEHICULOS** Parte proporcional del suministro y colocación de puerta de acceso de vehículos.	unidades	1	1.403,40 €	1.403,40 €

02.06	**ARQUETA BT** Suministro e instalación de arqueta eléctrica de 600x600x700 mm terminada con agujeros para los tubos de entrada.	unidades	60	88,88 €	5.332,92 €
02.07	**ZANJA BT** Zanja para baja tensión de excavación mecánica con dimensiones de hasta 90 cm de ancho por 85 cm de profundidad en suelo duro. Incluyen los costes indirectos de carga y transporte del mecanizado a un lugar adecuado para su uso posterior o su eliminación. Se utilizará para la instalación es de hasta un máximo de 8 circuitos de cable CC Al, dos tubos uno de 63mm y otro de 38mm y tierra. Relleno y compactación mediante capas: de arena de río, con una capa de arena tamizada y una capa limpia de excavación de suelo natural, la compactación se realizará por medios mecánicos 90-95% Proctor natural. Incluye la protección mecánica y una cinta de advertencia.	m	748	4,68 €	3.499,14 €
02.08	**ZANJA PERIMETRAL** Zanja para CCTV de excavación mecánica con dimensiones de hasta 40 cm de ancho por 80 cm de profundidad en suelo duro. Incluyen los costes indirectos de carga y transporte del mecanizado a un lugar adecuado para su uso posterior o su eliminación. Se utilizará para la instalación es de hasta un máximo de 1 circuitos de cable AC 0.6/1kV para alimentación de CCTV, cable de fibra óptica CCTV y tierra. Relleno y compactación mediante capas: de arena de río, con una capa de arena tamizada y una capa limpia de excavación de suelo natural, la compactación se realizará por medios mecánicos 90-95% Proctor natural. Incluye la protección mecánica y una cinta de advertencia.	m	1544	11,23 €	17.334,80 €
02.09	**ZANJA MT** Zanja para tierra de excavación mecánica con dimensiones de hasta 40 cm de ancho por hasta 120 cm de profundidad en suelo duro. Incluyen los costes indirectos de carga y transporte del mecanizado a un lugar adecuado para su uso posterior o su eliminación. Se utilizará para la instalación es del cable de la red de tierra. Relleno y compactación mediante capas: de arena de río, con una capa de arena tamizada y una capa limpia de excavación de suelo natural, la compactación se realizará por medios mecánicos 90-95% Proctor natural. Incluye una cinta de advertencia.	m	2801	23,39 €	65.515,39 €
02.10	**CIMENTACIÓN CENTRO TRANSFORMACIÓN** Cimentación de los centros de transformación	unidades	1	1.122,72 €	1.122,72 €

	Incluyendo la excavación necesaria y refuerzo metálico de doble rejilla de 20x20 cm mm Φ8. El suministro incluye foso de recogida de aceite y cubeta de derrame (Nota: la cimentación definitiva debe ser calculada en proyecto dedicado)				
02.11	**FOSO PARA CPM** Preparación de foso para recepción del CPM consistente en la excavación según medidas propuestas por el fabricante, tendido de una capa de arena de nivelación y construcción de la acera perimetral del centro.	unidades	1	842,04 €	842,04 €
02.12	**CIMENTACIÓN PARA CÁMARA SEGURIDAD** Suministro e instalación de zapatas de hormigón para soporte de postes para las cámaras de seguridad: dado de hormigón que cumpla las siguientes características: - Tipo de hormigón: HA-25/P/40/lb - Dimensiones: 400mm x 400mm x 600mm profundidad. Las dimensiones se comprobarán en un proyecto específico.	unidades	16	140,34 €	2.245,44 €
02.13	**EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO** Instalación de edificio prefabricado para uso de operación y mantenimiento.	unidades	1	11.227,20 €	11227,2
	TOTAL				**161.223,53 €**

1.3 Suministro de cableado.

3	SUMINISTRO CABLEADO				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
03.01	**CABLE SOLAR CC - PV1500DC -F Cu 1x (1x6) mm2** Suministro de cable CC PV1500DC -F Cu, 1x6 mm2, cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento HEPR/EM8 resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 º, temperatura de cortocircuito 200 ºC, 30 años de durabilidad a la temperatura de servicio de 90 º, para la conexión de los strings de la instalación fotovoltaica a los inversores.	m	3382	0,70 €	2.373,15 €
03.02	**CABLE SOLAR CC - PV1500DC -F Cu 1x (1x10) mm2** Suministro de cable CC PV1500DC -F Cu, 1x10 mm2, cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento HEPR/EM8 resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 º, temperatura de cortocircuito 200 ºC, 30 años de durabilidad a la temperatura de servicio de 90 º, para la conexión de los strings de la instalación fotovoltaica a los inversores.	m	6966	0,86 €	5.990,76 €
03.03	**CABLE SOLAR CC - PV1500DC -F Cu 1x (1x16) mm2** Suministro de cable CC PV1500DC -F Cu, 1x16 mm2, cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento HEPR/EM8 resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 º, temperatura de cortocircuito 200 ºC, 30 años de durabilidad a la temperatura de servicio de 90 º, para la conexión de los strings de la instalación fotovoltaica a los inversores.	m	22922	1,72 €	39.425,84 €
03.04	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x400) mm2** Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x400 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.	m	6858	2,67 €	18.286,58 €
03.05	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x300) mm2** Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x300 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.	m	15081	2,46 €	37.108,73 €
03.06	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x240) mm2**	m	2784	2,38 €	6.615,96 €

	Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x240 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.				
03.07	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x185) mm2** Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x185 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.	m	1116	2,06 €	2.297,09 €
03.08	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x150) mm2** Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x150 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.	m	915	1,77 €	1.617,98 €
03.09	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x120) mm2** Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x120 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.	m	675	1,38 €	934,66 €
03.10	**CABLE AC 1 kV Al 1x (1x70) mm2** Suministro de cable de AC, XLPE 1.5KV Al, 1x70 mm2 cero halógenos, retardante de llama, retardante de fuego, humo de baja toxicidad, aislamiento XLPE/PVC resistente a la abrasión, rango de trabajo desde - 40 a 120 °C.	m	195	0,87 €	169,67 €
03.11	**CABLE MT 12/20 kV Al 1x (1x240) mm2** Suministro de cable XLPE Al de media tensión 12/20KV 1X (1X240) mm2 de un solo núcleo, incluyendo uniones y terminales.	m	8403	5,43 €	45.598,71 €
03.12	**CABLE PUESTA A TIERRA - 35 mm2 (ESTRUCTURA)** Suministro de cable de Cu de 35 mm2 aislado para el sistema de puesta a tierra. El cable se utilizará para conectar eléctricamente todas las estructuras	m	500	2,43 €	1.216,28 €
03.13	**CABLE PUESTA A TIERRA - 35 mm2** Suministro de cable de Cu de 35 mm2 para el sistema de puesta a tierra. El cable se colocará en zanjas BT, MT, perimetral y resto de la red de tierra enterrada, estructuras y vallado.	m	2464	2,43 €	5.993,83 €
03.14	**CABLE PUESTA A TIERRA - 50 mm2** Suministro de cable de puesta a tierra para el centro de transformación y CPM que consiste en un anillo de Cu de 50 mm2 con 8 picas de cobre de 2 m de longitud conectados al cable de puesta a tierra por medio de soldadura exotérmicas de aluminio.	m	40	3,48 €	139,22 €
03.15	**PICAS DE PUESTA A TIERRA**	unidades	36	15,66 €	563,83 €

	Suministro de picas de puesta a tierra de 2 m de cobre para el sistema de puesta a tierra.				
03.16	**CABLE SERVICIOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL** Suministro de cable de 1x5x6 mm2 Cu, 0,6 / 1 KV para los servicios auxiliares perimetrales: cámaras establecidas sobre el vallado perimetral. Se incluyen los terminales de conexión necesarios	m	1544	0,87 €	1.343,45 €
03.17	**FIBRA ÓPTICA - SISTEMA DE SEGURIDAD** Suministro de fibra óptica mono modal 9/125 µm con 8 fibras para sistema de seguridad. El suministro debe incluir los terminales y material necesario para su conexionado.	m	1544	0,31 €	476,71 €
03.18	**FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN** Suministro de fibra óptica multimodo 62,5 / 125 µm con 24 fibras para sistema de monitoreo. El suministro debe incluir los terminales y material necesario para su conexionado.	m	310	0,38 €	118,91 €
03.19	**CABLE RS485** Suministro de Cable RS485 para conectar los inversores en el sistema de monitorización. El suministro debe incluir los terminales y material necesario para su conexionado.	m	550	0,22 €	118,35 €
03.20	**TUBO 63mm** Suministro de Electroducto Corrugado Flexible, fabricado en PEAD, color negro, sección circular, impermeable, resistente a altas temperaturas, resistencia a compresión y agentes químicos, para instalación enterrada, para colocación de los cables de cadena CC de hasta las stringboxes en secciones enterradas.	m	4500	0,75 €	3.368,16 €
03.21	**TUBO 160 mm** Suministro de Electroducto Corrugado Flexible, fabricado en PEAD, color negro, sección circular, impermeable, resistente a altas temperaturas, resistencia a compresión y agentes químicos, para instalación enterrada, para colocación de los cables de comunicacion RS485 entre las stringboxes y hasta la estacion de potencia.	m	1500	3,27 €	4.911,90 €
03.22	**CONECTORES DC MACHO** Suministro de conector multicontact macho para la conexión de los strings de los módulos fotovoltaicos.	unidades	600	0,44 €	263,84 €
03.23	**CONECTORES DC HEMBRA** Suministro de conector multicontact hembra para la conexión de los strings de los módulos fotovoltaicos.	unidades	600	0,44 €	263,84 €
	TOTAL				**179.197,45 €**

1.4 Montaje mecánico.

4	MONTAJE MECANICO				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
04.01	**MONTAJE SEGUIDOR FV** Montaje seguidor FV 1V 1/2 string, con ángulo máximo de seguimiento de ±60º para soporte módulos fotovoltaicos. Se debe cumplir con las normas IEC de fabricación de estructuras.	unidad	30	159,05 €	4.771,56 €
04.01	**MONTAJE SEGUIDOR FV** Montaje seguidor FV 1V 1 string, con ángulo máximo de seguimiento de ±60º para soporte módulos fotovoltaicos. Se debe cumplir con las normas IEC de fabricación de estructuras.	unidad	77	280,68 €	21.612,36 €
04.02	**MONTAJE SEGUIDOR FV** Montaje seguidor FV 1V, 2 string con ángulo máximo de seguimiento de ±60º para soporte módulos fotovoltaicos. Se debe cumplir con las normas IEC de fabricación de estructuras.	unidad	104	467,80 €	48.651,20 €
04.03	**MONTAJE MODULOS FV** Instalación de los módulos fotovoltaicos (600 Wp) sobre la estructura. NOTA: La conexión eléctrica no está incluida.	unidad	9600	2,71 €	26.047,10 €
04.04	**HINCADO PARA ESTRUCTURA FV** Hincado directo para fijación estructura FV hasta la profundidad requerida, de 2 a 4 metros, con 0,32 m de diámetro. Incluye desplazamiento de maquinaria necesaria para el hincado NOTA: La solución de fijación de la estructura FV al suelo debe ser confirmada con el fabricante de la estructura y el estudio geotécnico	unidades	1833	4,91 €	9.003,51 €
	TOTAL				**110.085,74 €**

1.5 Montaje instalación eléctrica.

5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
05.01	CABLE SOLAR CC - PV1500DC ZZ-F Cu 1x (1x6) mm2	m	3382	0,23 €	791,05 €
05.02	CABLE SOLAR CC - PV1500DC ZZ-F Cu 1x (1x10) mm2	m	6966	0,23 €	1.629,35 €
05.03	CABLE SOLAR CC - PV1500DC ZZ-F Cu 1x (1x16) mm2	m	22922	0,11 €	2.573,50 €
05.04	CABLE AC RZ1-K 3x (1x70) mm2	m	195	0,30 €	58,38 €
05.05	CABLE AC RZ1-K 3x (1x120) mm2	m	675	0,37 €	252,61 €
05.06	CABLE AC RZ1-K 3x (1x150) mm2	m	915	0,37 €	342,43 €
05.07	CABLE AC RZ1-K 3x (1x185) mm2	m	1116	0,37 €	417,65 €
05.08	CABLE AC RZ1-K 3x (1x240) mm2	m	2784	0,47 €	1.302,36 €
05.09	CABLE AC RZ1-K 3x (1x300) mm2	m	15081	0,47 €	7.054,89 €
05.10	CABLE AC RZ1-K 3x (1x400) mm2	m	6858	0,47 €	3.208,17 €
05.11	CABLE AC MT 3x (1X240) mm2	m	8403	0,47 €	3.930,92 €
05.12	CABLE PUESTA A TIERRA - 35 mm2 (ESTRUCTURA)	m	500	0,28 €	140,34 €
05.13	CABLE PUESTA A TIERRA - 35 mm2	m	2464	0,28 €	691,60 €
05.14	CABLE PUESTA A TIERRA - 50 mm2	m	40	0,28 €	11,23 €
05.15	PICAS DE PUESTA A TIERRA - CT	ud	36	14,03 €	505,22 €
05.16	CABLE SERVICIOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL	m	1544	0,33 €	505,60 €
05.17	FIBRA ÓPTICA - SISTEMA DE SEGURIDAD	m	1544	0,33 €	505,60 €
05.18	FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN	m	310	0,33 €	101,51 €
05.19	CABLE RS485	m	550	0,33 €	180,10 €
05.20	INVERSOR STRING	ud	25	140,34 €	3.508,50 €
05.21	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	ud	1	1.122,72 €	1.122,72 €
05.22	CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	ud	1	1.216,28 €	1.216,28 €
	TOTAL				30.050,01 €

1.6 Monitorización.

6	MONOTIRIZACION				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
06.01	**ESTACIÓN METEOROLÓGICA** Suministro e instalación de estación meteorológica para la recogida de los datos meteorológicos de la instalación fotovoltaica. Estará equipada, al menos, con los siguientes componentes.: - Estructura de soporte tubular con brazos y complementos para la fijación completa de todos los elementos. - 1 piranómetro horizontal "Secondary standard" calibrado en origen. - 1 piranómetro "Secondary standard" en el mismo plano que los paneles FV. - Sensores de Temperatura ambiente y humedad relativa. - Pluviómetro - Anemómetro y veleta - 2 células monocristalinas calibradas en el mismo plano que los paneles FV. - 1 sensor de temperatura para medir la temperatura de los módulos fotovoltaicos en su lámina posterior. - Un sistema de suministro de alimentación eléctrica basado en baterías, paneles solares y regulador. - Registrador de datos para recoger todas las señales producidas, con sistema de comunicaciones GSM / GPRS.	unidad	1	11.718,39 €	11.718,39 €
06.02	**SISTEMA DE MONITORIZACIÓN SCADA Y PPC**	unidad	1	24.209,59 €	24.209,59 €
	TOTAL				35.927,98 €

1.7 Seguridad.

7	SEGURIDAD				
COD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
07.01	**UNIDAD DE CONTROL** Suministro e instalación de la unidad de control de alarma de intrusión para ser instalado en la sala de control de la instalación fotovoltaica.	unidad	1	11.695,00 €	11.695,00 €
07.02	**EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO** Equipo informático necesario para que el sistema CCTV instalado en el perímetro del recinto para ser monitoreado in situ en el puesto donde se centralizan mediante la instalación de un monitor de visualización orientado a su uso de videovigilancia durante las 24h, así como el almacenaje de las grabaciones en el PC ubicación. El suministro incluye SAI / UPS, videograbadora digital, armario de bastidor, módulo de comunicación GSM / GPRS, baterías, sirena acústica y teclado.	unidad	1	1.122,72 €	1.122,72 €
07.03	**CÁMARA DE VÍDEO TIPO DOMO** Suministro e instalación de cámara de vídeo, tipo domo de 1/4, "Color / B & W de alta velocidad con zoom 34x, 24 VCA, 480, incluyendo la fuente de alimentación 230 V / 24 V CA-5A, IP66 y el adaptador para el montaje en postes (50 -140mm).	unidad	1	374,24 €	374,24 €
07.04	**CAMARA DE SEGURIDAD TÉRMICA** Suministro e instalación de cámara de vídeo, térmica IP con óptica 35 mm o superior, visor 13º(H)x10º(V), resolución 320x240 píxeles, permite detetar instrusos y otras amenazas para la seguridad en total oscuridad y bajo malas condiciones meteorológicas, incluyendo la fuente de alimentación 230 V / 24 V CA-5A, IP66 y el adaptador para el montaje en postes (50 - 140mm). Control IP: integrar en cualquier red TCP / IP. Todos los equipos deben ser de protección IP66, y las imágenes de actualización de 25 Hz	unidad	15	140,34 €	2.105,10 €

07.05	**BACULO 5 METROS** Báculo de fundición de 5 m de altura para soporte de camara DOMO o camara térmica con fijación a zapata de hormigón. Incluye armario de alimentación y comunicaciones con soporte en báculo (debe contener conversor de video, conversor de comunicaciones y fuente de alimentación). NOTA: La cimentación será realizada por el contratista de obra civil.	unidad	16	608,14 €	9.730,24 €
	TOTAL				**25.027,30 €**

1.8 Seguridad y salud.

8	**SEGURIDAD Y SALUD**				
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDADES**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIDAD**	**PRECIO TOTAL**
08.01	Seguridad y salud en obra	p.a.	1	10.602,20 €	10.602,20 €
	TOTAL				**10.602,20 €**

1.9 Gestión de residuos.

9	**GESTION DE RESIDUOS**				
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDADES**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIDAD**	**PRECIO TOTAL**
09.01	Gestión de Residuos	p.a.	1	4.746,00 €	4.746,00 €
	TOTAL				**4.746,00 €**

2. RESUMEN

TOTAL PRESUPUESTO PLANTA

Capítulo	Descripción	
01	Equipos principales.	2.108.258,82 €
02	Obra civil.	161.223,53 €
03	Suministro de cableado.	179.197,45 €
04	Montaje mecánico.	110.085,74 €
05	Montaje eléctrico.	30.050,01 €
06	Monitorización.	35.927,98 €
07	Seguridad.	25.027,30 €
08	Seguridad y salud.	10.602,20 €
09	Gestión de residuos.	4.746,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**2.665.119,03 €**
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (OBRA CIVIL Y MONTAJE)	**301.359,28 €**

El PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL del proyecto, incluido el suministro de equipos, asciende a la cantidad de dos millones seiscientos sesenta y cinco mil ciento diecinueve euros con tres céntimos (2.665.119,03 €)

Murcia, septiembre de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.



José Manuel Zambudio Bravo

Ingeniero Industrial

COIIRM. Colegiado nº 1.074

SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

synergia
Energy Solutions

PLANOS

REV 2. SEP.-24

PLANO	DENOMINACIÓN	Nº
1	Localización.	2
2	Acceso a planta.	1
3	Catastro.	1
4	Planta general.	4
5	Cerramiento perimetral.	2
6	Límites constructivos. Retranqueos.	1
7	Esquemas unifilares.	2
8	Planta general. Cableado AC 800 V	1
9	Red de MT 20 kV.	1
10	Red de tierras.	3
11	Zanjas.	2
12	Centro de transformación.	4
13	Edificio y esquema unifilar desarrollado del centro de protección y medida.	2
14	Edificio de operación y mantenimiento.	1
15	Seguidor solar.	2
16	Sección tipo viales internos.	1
17	Trazado de línea subterránea de evacuación. Cruzamientos y Paralelismos.	4
18	Secciones tipo de zanja de evacuación. Cruzamientos y paralelismos.	1
19	Detalles de cruzamiento carretera M-111.	1


PLANTA FOTOVOLTAICA
BELVIS
AEROPUERTO DE
MADRID - BARAJAS
Belvis de Jarama
Urbanización
Prado Norte
Urbanización
Fuente del Fresno
Vega de Belvis
Valdilecha
Altos del Jarama
Las Viñas
Las Guindaleras
Las Perdigueras
El Contadero
Cuatro Rayas
El Esparto
La Teja
La Veguilla
La Lobera
Encina del Águila
Robliza Baja
Finca la Valeria
Finca Cotini
Las Zorreras
Hoya Rasa
Las Ánimas
Cerro Colorado
Cerro de la Cabaña
Cerro de la Paz
Cerro Carrascosa
Las Praderejas
Prado de Galápagos
Descansadero de la Dehesilla del Retamar
Descansadero de la Ribera
Vado de San Sebastián
Cerro del Águila
Cerro de los Toriles
Cerro de la Mesilla
Peña del Cuervo
El Picón
Cerro del Castillo
Matarrubias
Cerro Pajero
Cuesta Redonda
Dehesa del Duque de Alburquerque
Prado de San Juan
Llano del Moral
El Calvario
Alto de los Molinos
Las Biznagas
El Ejido
Huerta de Santa María
Los Llanos
La Garza
La Torrecilla
Finca de las Carmelas
Villanueva
El Portillo
Casa de Valdealcalá
Urbanización Fuente del Fresno
Poblado del RACE
Casas del Soto de Mezanaque
Venta de la Pesadilla
El Dorado
Los Girasoles
Soto Alto
P. I. Los Maratones
Valderrey
Escritores
P. I. El Nogal
P. I. Los Nogales
P. I. Río de Janeiro
Colegio Padre Coloma
Hacienda Campohermoso
Club Jarama
Centro de Educación Especial
Los Alcatones
Yeguada
Alto de las Ventas
Tres Términos
El Mirador de Cobeña
P. I. Campo Nuevo
P. I. Cobeña Sur
Cerro del Águila
Cerro de los Toriles
Cerro de la Cabaña
Cerro Colorado
Las Ánimas
Est. Depuradora Arroyo de la Vega
Mangranillo
662
Miz-Río
743
Cerro de la Mesilla
Cerro de Valdelamasa
Cerro de la Reverta
Cerro Pajero
Altos de los Molinos
Cerro de la Reverta
Cerro de la Cabaña
Cerro Colorado
Las Ánimas
Las Praderejas
Prado de Galápagos
Descansadero de la Ribera
Descansadero de la Dehesilla del Retamar
Vado de San Sebastián
Cerro del Águila
Cerro de los Toriles
Cerro de la Mesilla
Peña del Cuervo
El Picón

450000 452000 454000 456000

4492000

4490000



José Manuel Zambudio Bravo						A3	ESCALA 1/25.000
[redacted]							
Colegiado Nº 1.074 COIIRM	02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	synergia Energy Solutions
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

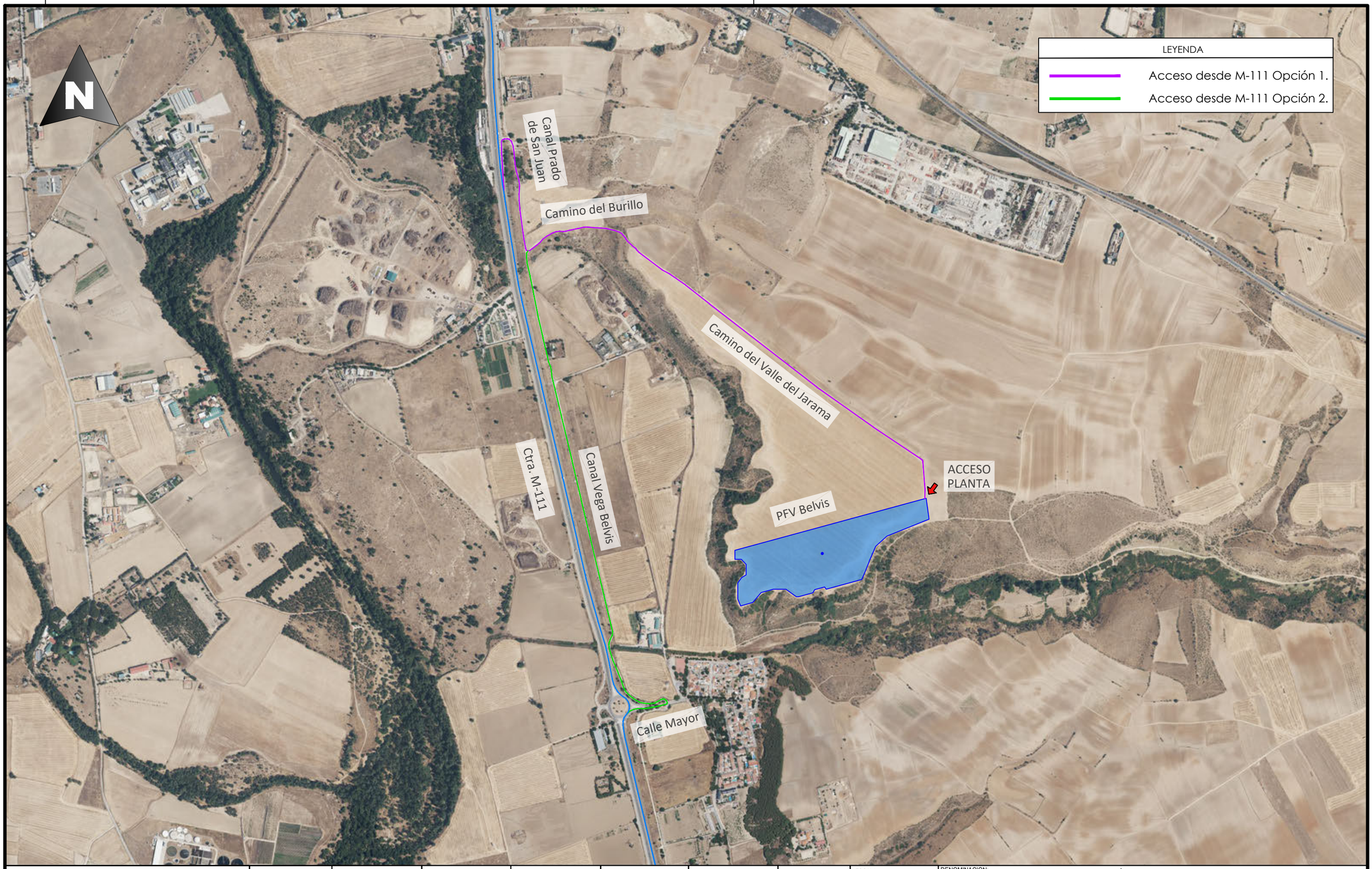
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: LOCALIZACIÓN

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 2

PLANO N. 01



José Manuel Zambudio Bravo [redacted] Colegiado Nº 1.074 COIIRM						A3	ESCALA 1/10.000
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	synergia Energy Solutions	
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		

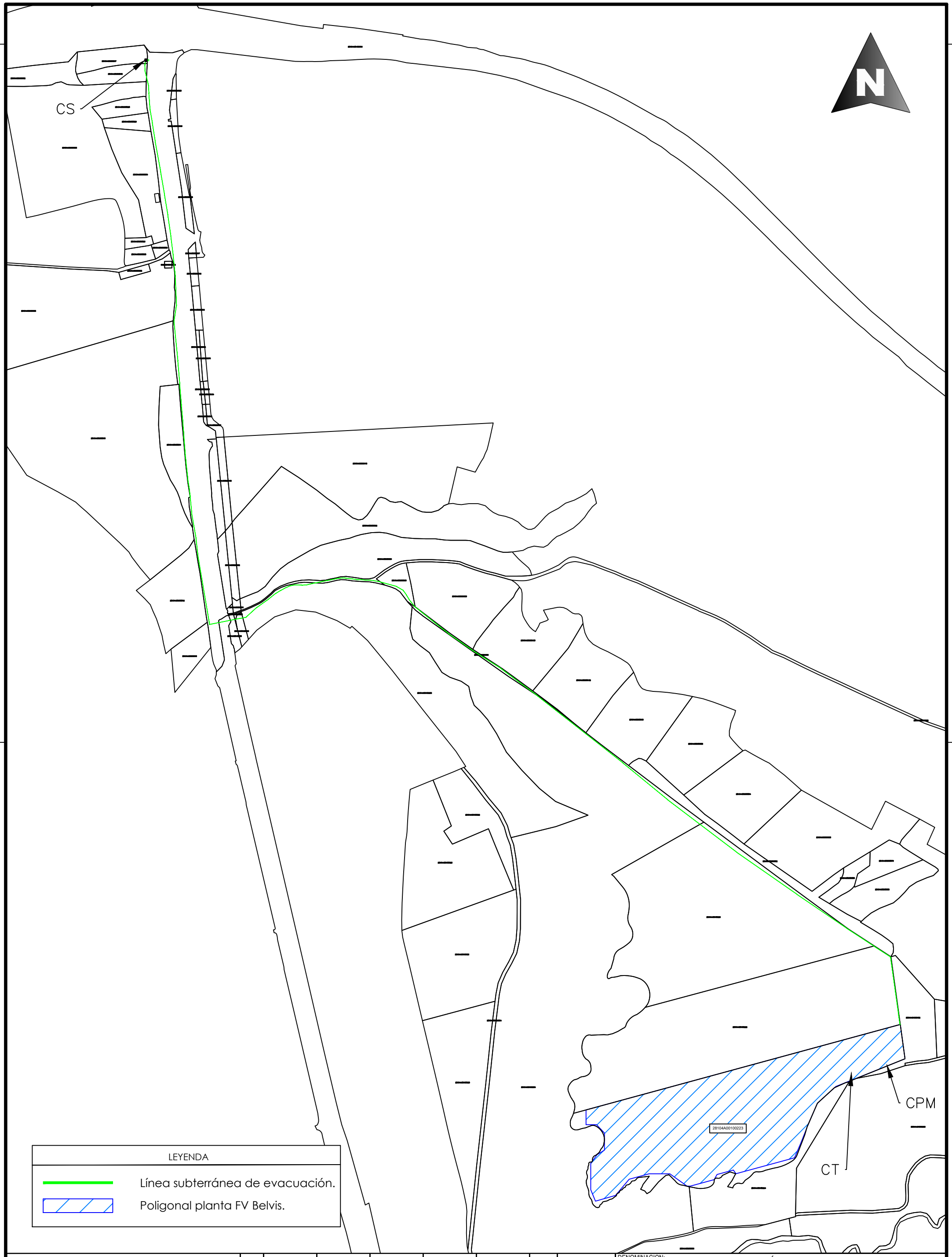
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: ACCESO A PLANTA.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 02



LEYENDA

Línea subterránea de evacuación.

Poligonal planta FV Belvis.

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/6.000

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 03

N

CS

Línea subterránea
de evacuación

Ctra.
M–111

Acceso al recinto
de la planta
fotovoltaica

CPM

CT

Edificio
O&M

LEYENDA

- Vallado perimetral.
- Límites catastrales.
- Tracker 64 Módulos FV.
- Tracker 32 Módulos FV.
- Tracker 16 Módulos FV.

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/6.000

synergia Energy Solutions

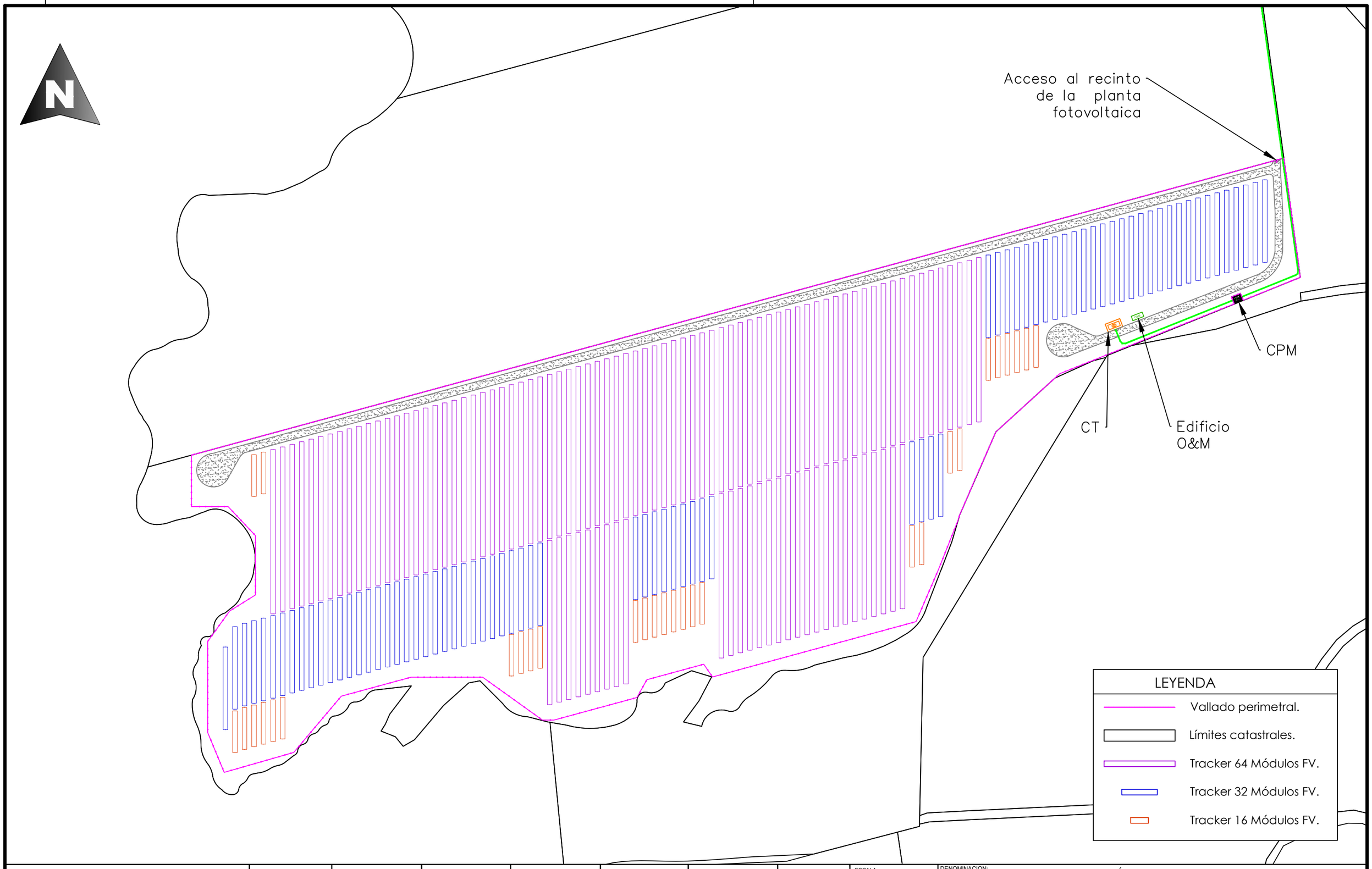
DENOMINACION: PROYECTO EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 4

PLANO N. 04



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/1.750

synergia Energy Solutions

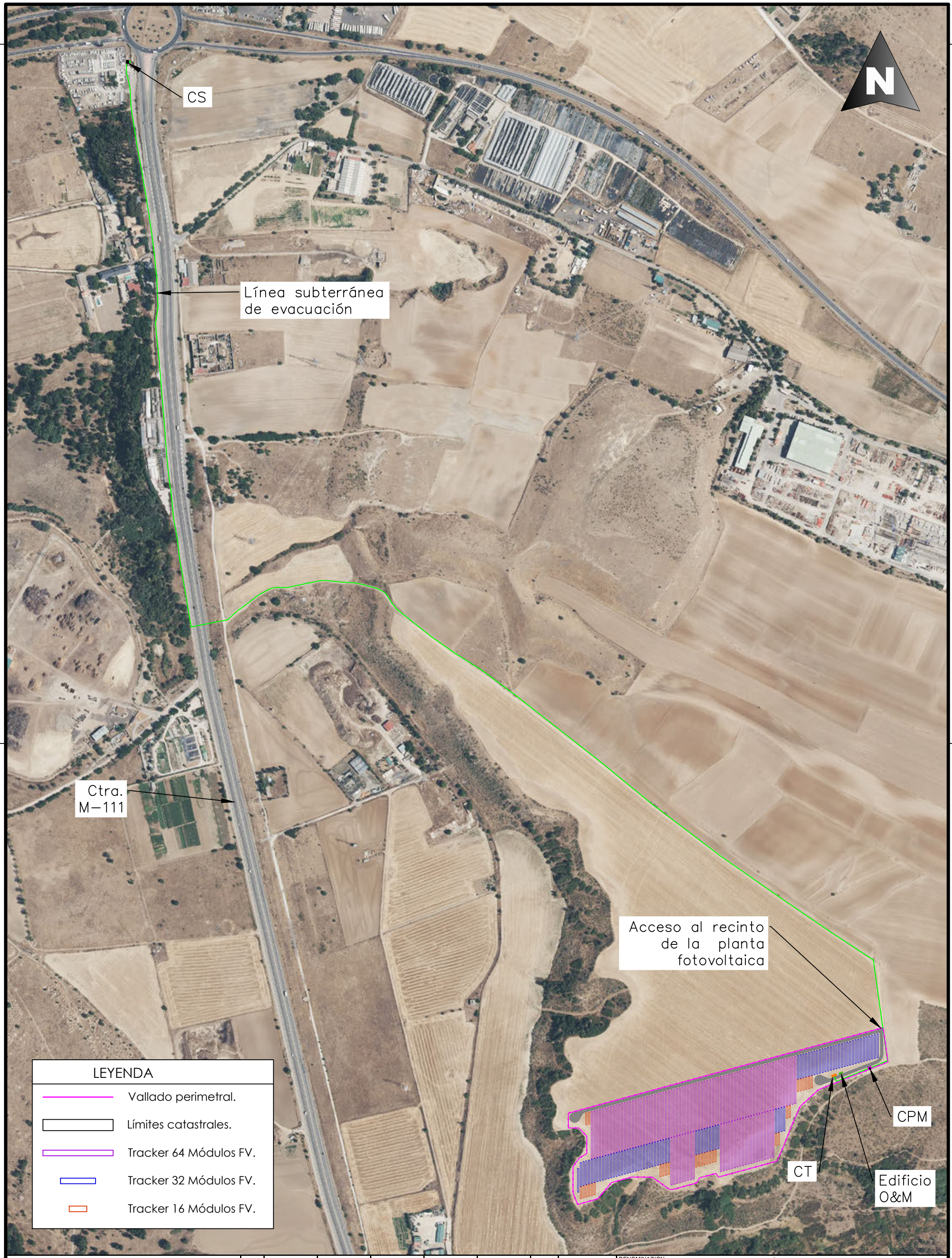
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL. DETALLE PLANTA.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 4

PLANO N. 04



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/6.000

synergia Energy Solutions

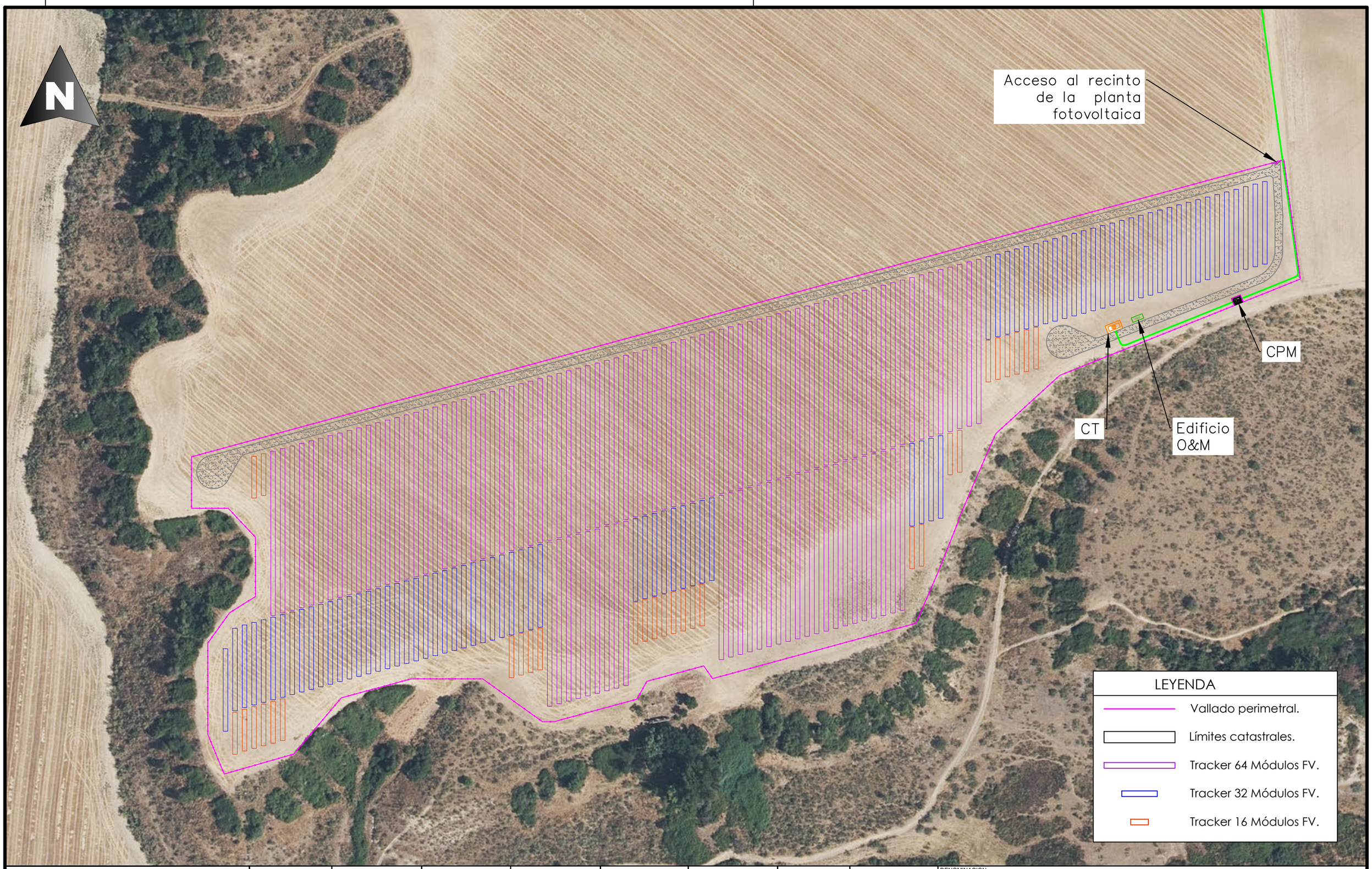
DENOMINACION: PROYECTO EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 3 DE 4

PLANO N. 04



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/1.750

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL. DETALLE PLANTA.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 4 DE 4

PLANO N. 04

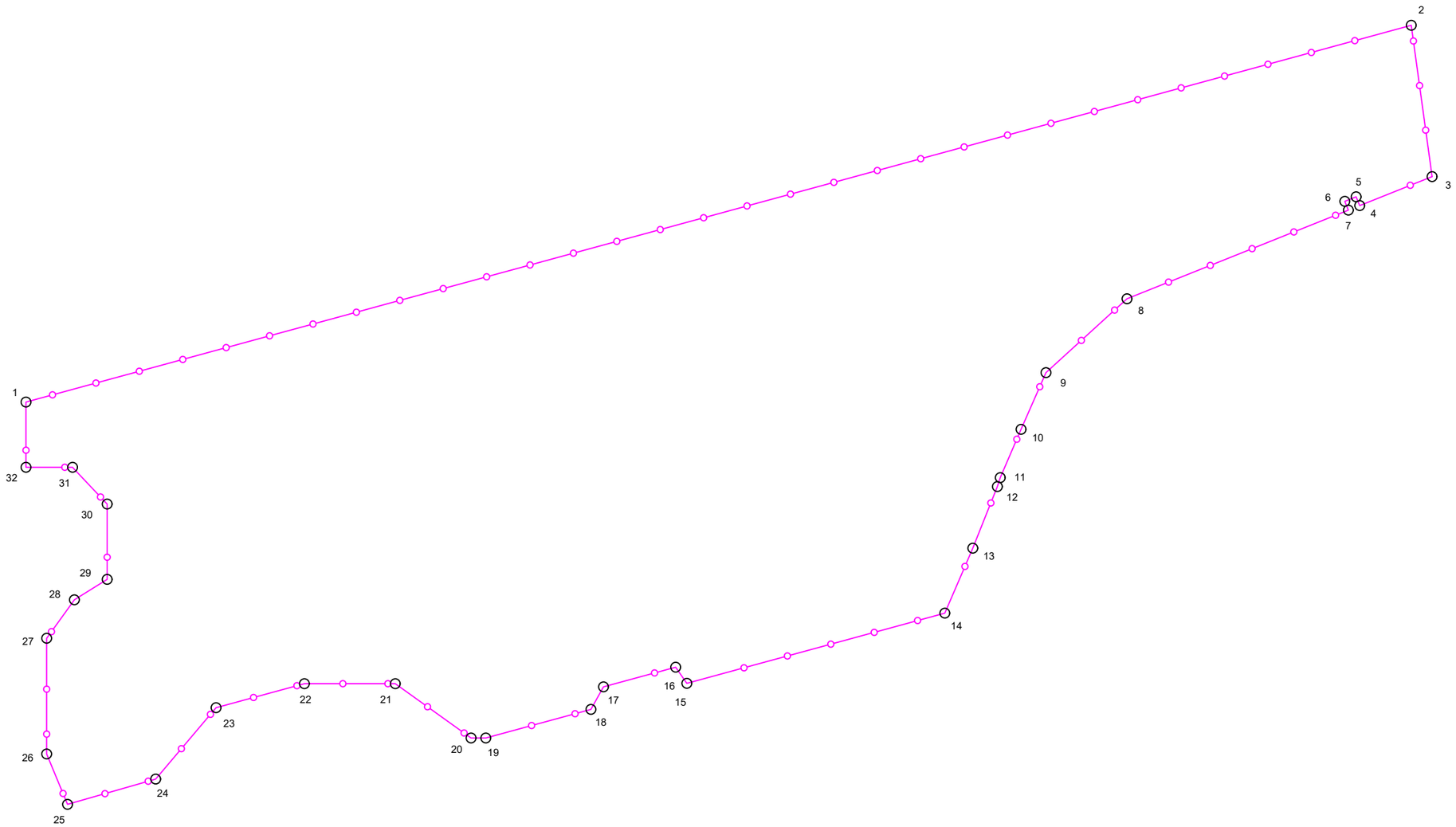


TABLA DE COORDENADAS

Punto	X	Y
1	453398	4490866
2	453965	4491021
3	453973	4490959
4	453944	4490947
5	453942	4490951
6	453937	4490949
7	453939	4490945
8	453848	4490909
9	453815	4490879
10	453805	4490855
11	453796	4490836
12	453795	4490832
13	453785	4490807
14	453774	4490780
15	453668	4490751
16	453664	4490758
17	453634	4490750
18	453629	4490741
19	453586	4490729
20	453580	4490729
21	453549	4490751
22	453512	4490751
23	453475	4490741
24	453451	4490712
25	453415	4490702
26	453406	4490722
27	453406	4490770
28	453417	4490786
29	453431	4490794
30	453431	4490825
31	453417	4490840
32	453398	4490840

LEYENDA

Vallado perimetral.

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/2.000

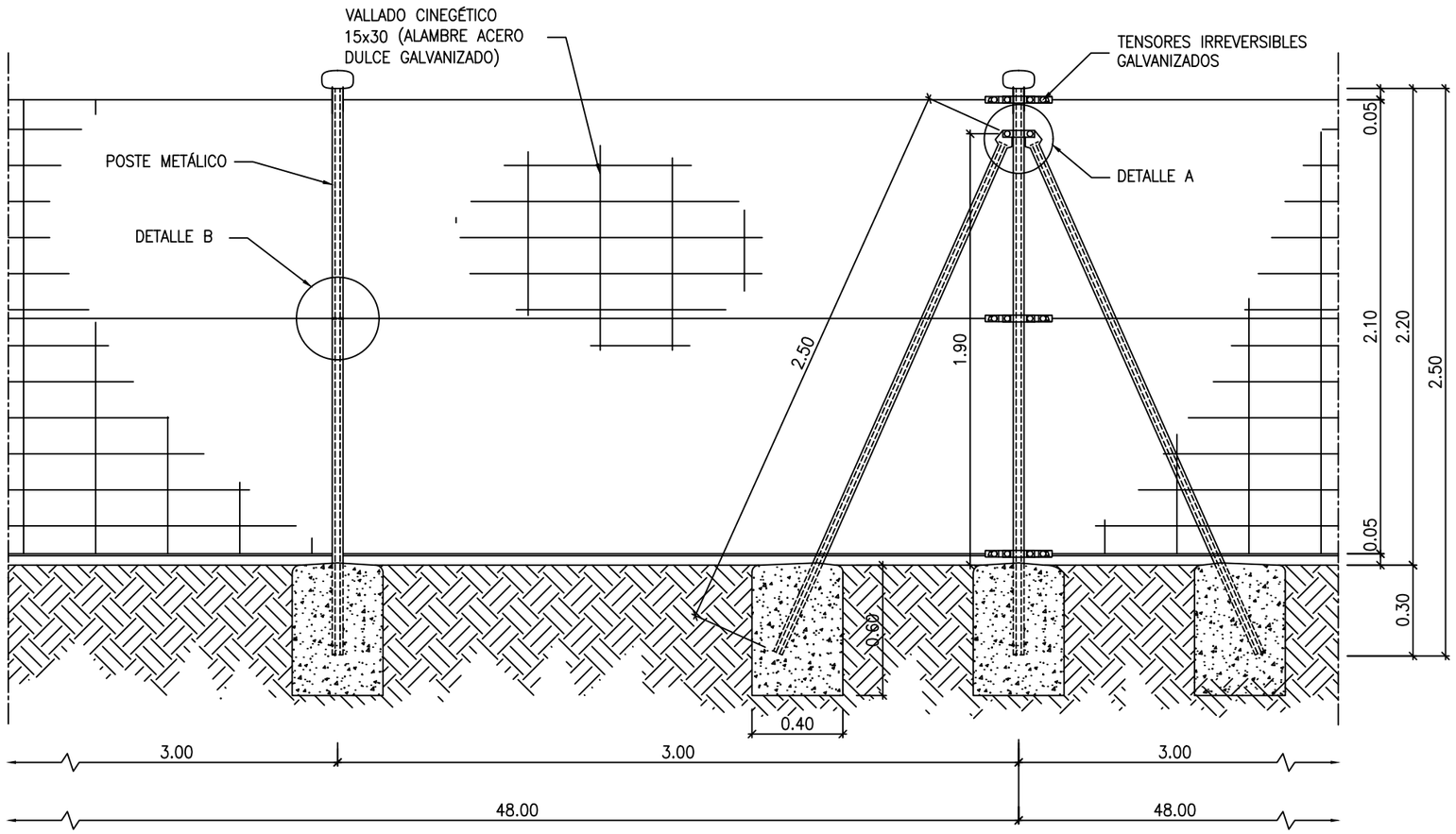
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: CERRAMIENTO PERIMETRAL. COORDENADAS DE VÉRTICES.

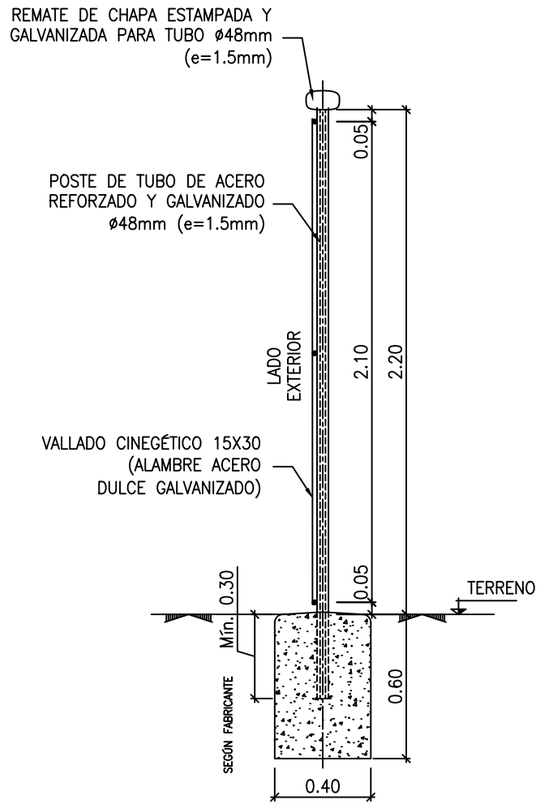
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 2

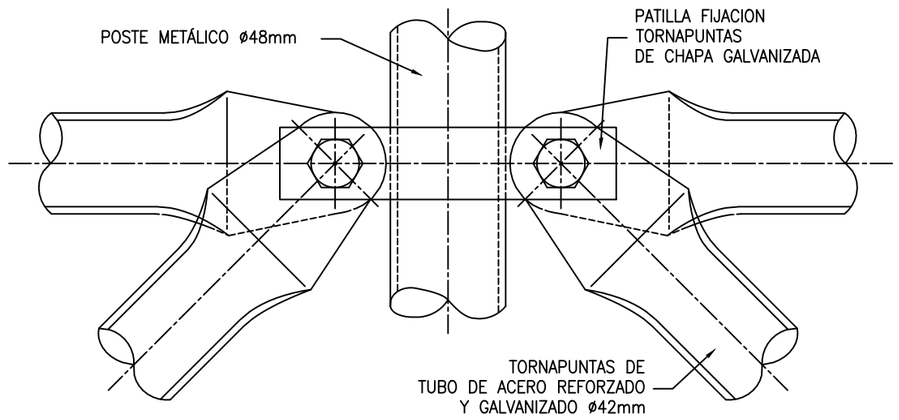
PLANO N. 05



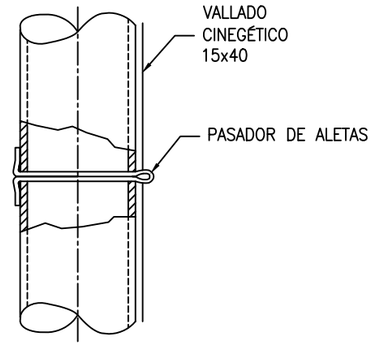
ALZADO TIPO VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA



PERFIL TIPO PFV



DETALLE A



DETALLE B

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3 | ESCALA S/E

synergia Energy Solutions

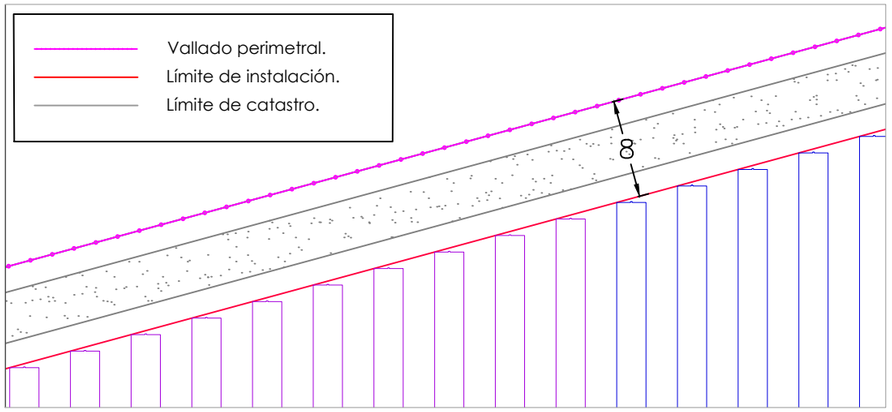
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: VALLADO PERIMETRAL. DETALLES.

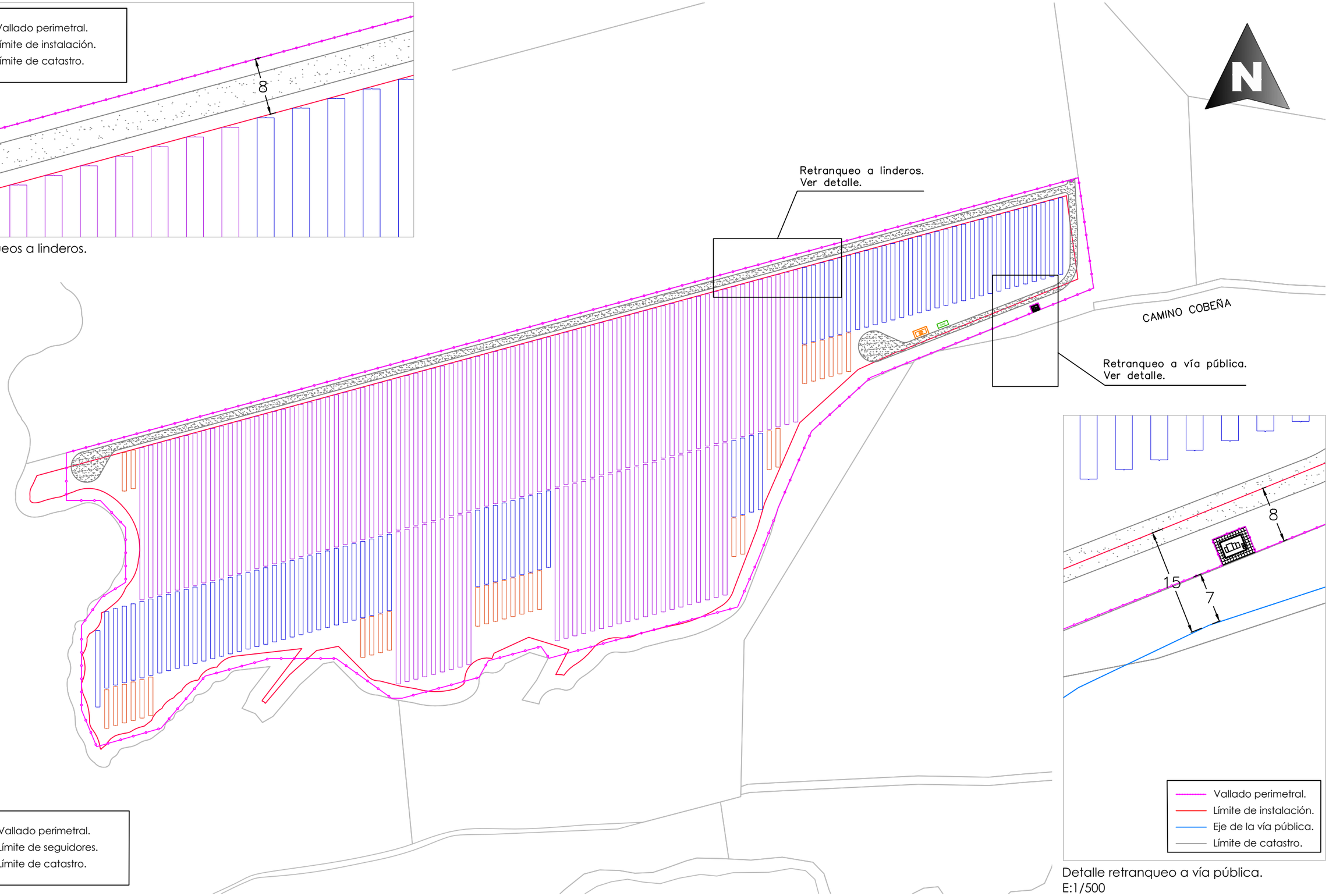
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 2

PLANO N. 05



Detalle retranqueos a linderos.
E:1/500



Detalle retranqueo a vía pública.
E:1/500

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3 | ESCALA 1/2.000

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: AFECCIONES PLANTA FOTOVOLTAICA.

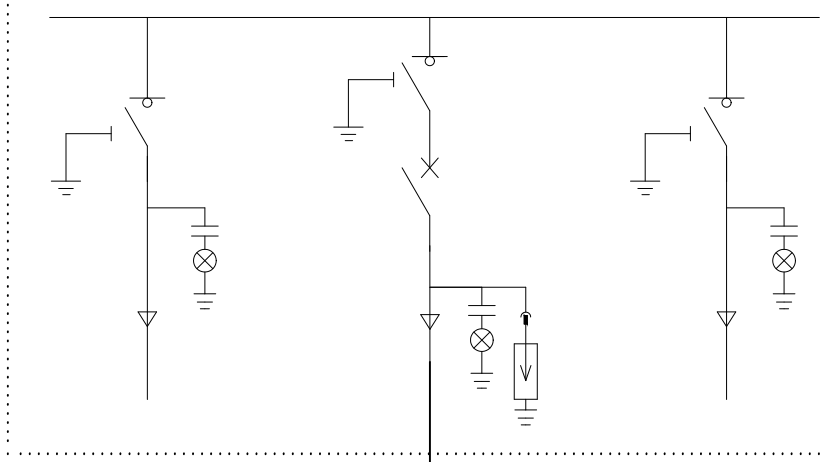
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 06

CT PFV BELVIS

SF6 Switchgear CVC 36kV 600A



TRANSFORMER

6500kVA@40ºC
20/0.8-0.8
Dy11-y11
±2*2.5%

LV PANEL B

2900 A / 800 V / 3P

18 entradas

01 02 03 14 15 16

250 A, 3P

S. I. - 01.01 S. I. - 01.02 S. I. - 01.13 S. I. - 01.14 S. I. - 01.15

SUN2000-215KTL

MPPT 1 MPPT 2 MPPT 3 MPPT 4 MPPT 5 MPPT 6 MPPT 7 MPPT 8 MPPT 9

String 1 String 2 String 3 String 4 String 5 String 6 String 7 String 8 String 9 String 10 String 11 String 12

LV PANEL A

2900 A / 800 V / 3P

63 A / 800 V / 3P

18 entradas

01 02 03 9 10 11

250 A, 3P

5 kVA

SSAA

S. I. - 01.16 S. I. - 01.17 S. I. - 01.23 S. I. - 01.24 S. I. - 01.25

SUN2000-215KTL

MPPT 1 MPPT 2 MPPT 3 MPPT 4 MPPT 5 MPPT 6 MPPT 7 MPPT 8 MPPT 9

String 1 String 2 String 3 String 4 String 5 String 6 String 7 String 8 String 9 String 10 String 11 String 12

Módulo Risen RSM-120-8-600BMDG

02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

A3

ESCALA S/E

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES DE GENERACIÓN.

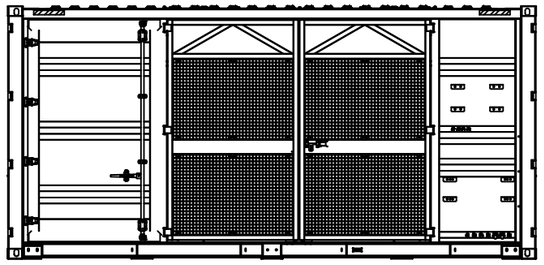
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 2

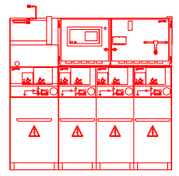
PLANO N. 07

OBJETO DEL PROYECTO
PLANTA FOTOVOLTAICA "BELVIS"

OBJETO DEL PROYECTO
CENTRO DE SECCIONAMIENTO E
INSTALACIONES DE INTERCONEXIÓN







CENTRO DE TRANSFORMACION

CENTRO DE PROTECCIÓN,
MEDIDA Y CONTROL

CENTRO DE
SECCIONAMIENTO

CAMPO FOTOVOLTAICO

215KTL-H0

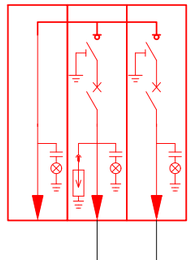
G
FV

CBTA y CBTB 800V, instalación interior compuesto por:
1 x ACB ACB4000-2900A, 3P 800V
1 x MCCB para trafo de SSAA In 63A 800V
16 x MCCB para inversores In 250A 800V
1 x Descargador de sobretension

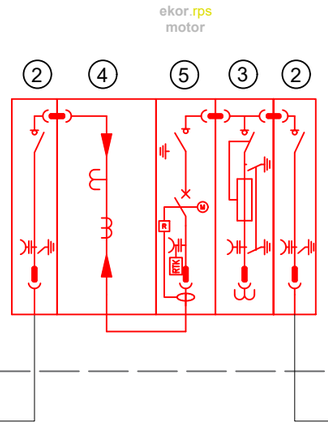
CBTA

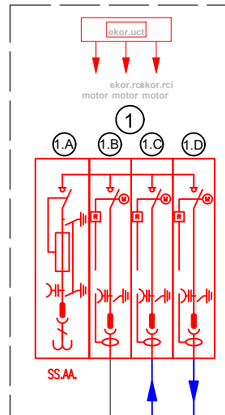
CBTB

Conjunto de celdas MT, compuesto por:
1 x Unidad para transformador con 3 posiciones
1 x Unidad de entrada
1 x Unidad de salida



Trafo Generacion
6500kVA
20/0,8 kV





Punto de conexión
LMT 20 kV
Línea L07 AGROMAN
STR Venteros.

A SECCIONADOR
7143

A SECCIONADOR
7145

HEPRZ1 12/20kV AL
3X240 mm²
L= 76 m

HEPRZ1 12/20kV AL
3X240 mm²
L= 2.725 m

HEPRZ1 12/20kV AL
3X240 mm²

HEPRZ1 12/20kV AL
3X240 mm²

(1) Celda compacta 3L1P para Telemando, 3 funciones de línea, 1 de protección con ruptofusible, con trafo de SSAA, modelo CGMCOSMOS-3L1P, corte y aislamiento íntegro en SF6. Conteniendo:
- 3L - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A /Icc=16kA. Con mando motor. 2 posiciones relé ekorRCI+ con 3xTI. Incluye indicador presencia tensión.
-1P - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual tipo BR, con bobina de disparo. Incluye indicador presencia tensión, cartuchos fusibles y contactos auxiliares. Incluye 1 TT de SS.AA.

(2) Celda modular de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.

(3) Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores.

(4) Celda modular de medida CGMCOSMOS-M. Vn=24kV In=400A / Icc=16kA. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad (verificados).

(5) Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V, aislamiento integral en SF6, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. equipada con: interruptor automatico de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Con mando motor, e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Con mando manual. Incluye: Relé de protección comunicable ekorRPS, indicador presencia tensión y sensores de intensidad.

(1.A) Celda para Servicios Auxiliares
(1.B) Celda a Centro de Trasnformacion Particular
(1.C) Entrada desde red
(1.D) Salida a red

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA S/E

synergia Energy Solutions

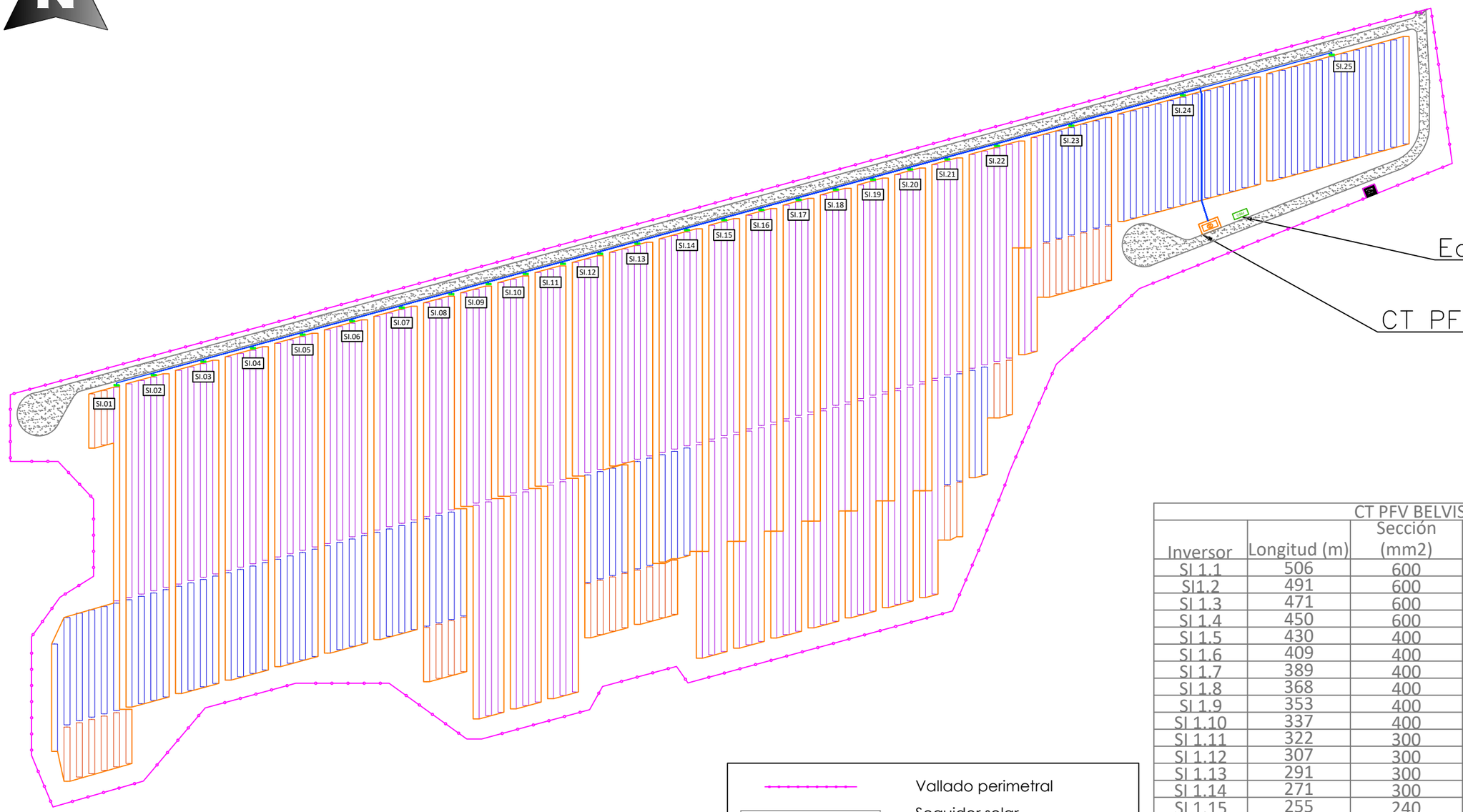
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES DE EVACUACIÓN.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 2

PLANO N. 07



CT PFV BELVIS				
Inversor	Longitud (m)	Sección (mm2)	Pmax (kVA)	e(%)
SI 1.1	506	600	215	0,65
SI1.2	491	600	215	0,63
SI 1.3	471	600	215	0,60
SI 1.4	450	600	215	0,58
SI 1.5	430	400	215	0,83
SI 1.6	409	400	215	0,79
SI 1.7	389	400	215	0,75
SI 1.8	368	400	215	0,71
SI 1.9	353	400	215	0,68
SI 1.10	337	400	215	0,65
SI 1.11	322	300	215	0,82
SI 1.12	307	300	215	0,79
SI 1.13	291	300	215	0,74
SI 1.14	271	300	215	0,69
SI 1.15	255	240	215	0,82
SI 1.16	240	240	215	0,77
SI 1.17	224	240	215	0,72
SI 1.18	209	240	215	0,67
SI 1.19	194	185	215	0,81
SI 1.20	178	185	215	0,74
SI 1.21	163	150	215	0,83
SI 1.22	142	150	215	0,73
SI 1.23	112	120	215	0,72
SI 1.24	65	70	215	0,71
SI 1.25	113	120	215	0,72

Vallado perimetral
Seguidor solar
Centro de transformación
Vial interior
SI–XX Inversor string
Línea AC 800 V
Agrupaciones por inversor

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/1.750

synergia Energy Solutions

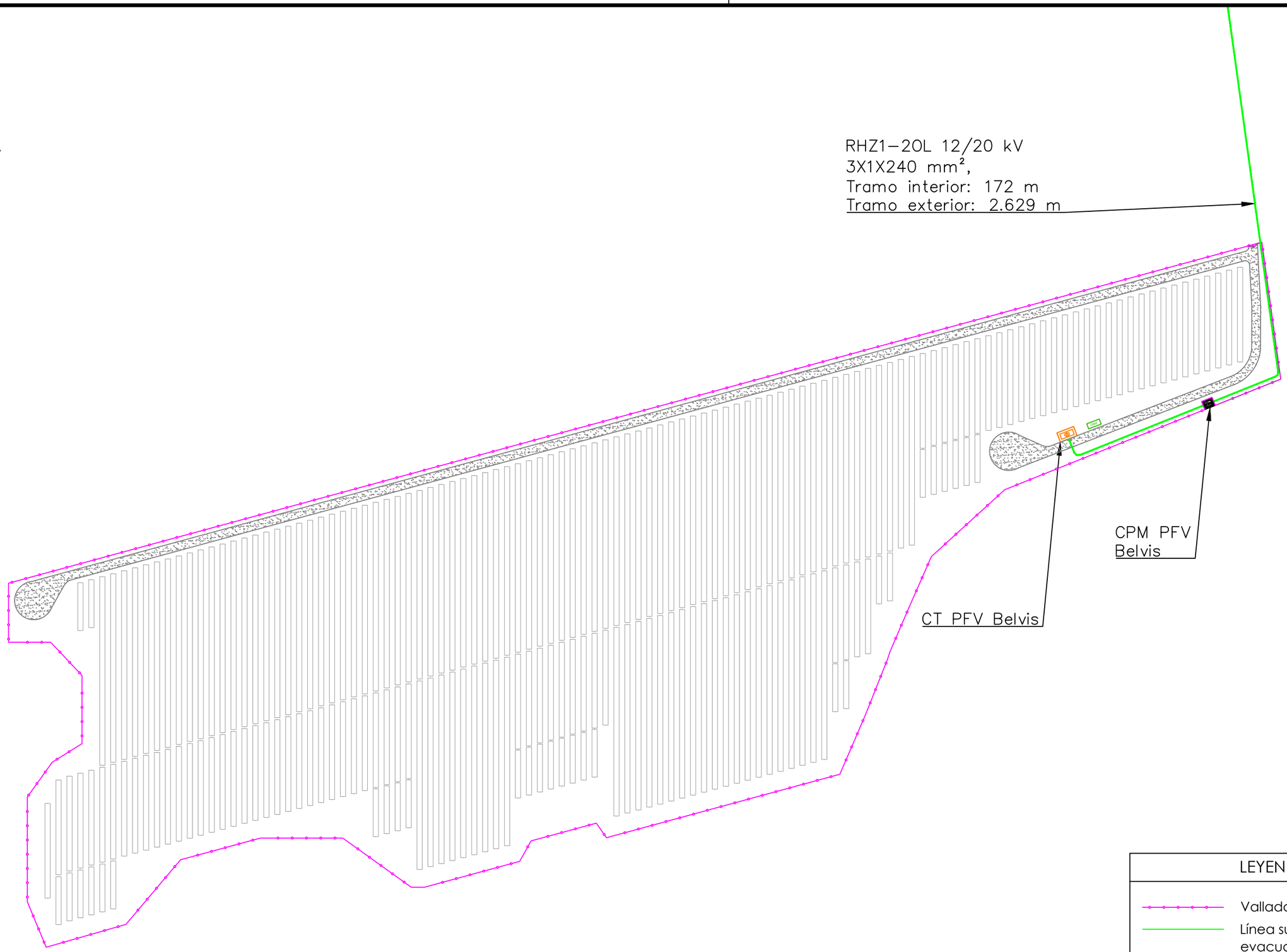
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL. CABLEADO AC 800 V.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 08



LEYENDA	
	Vallado perimetral.
	Línea subterranea de evacuación 20 kV

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3 | ESCALA 1/1.750

synergia Energy Solutions

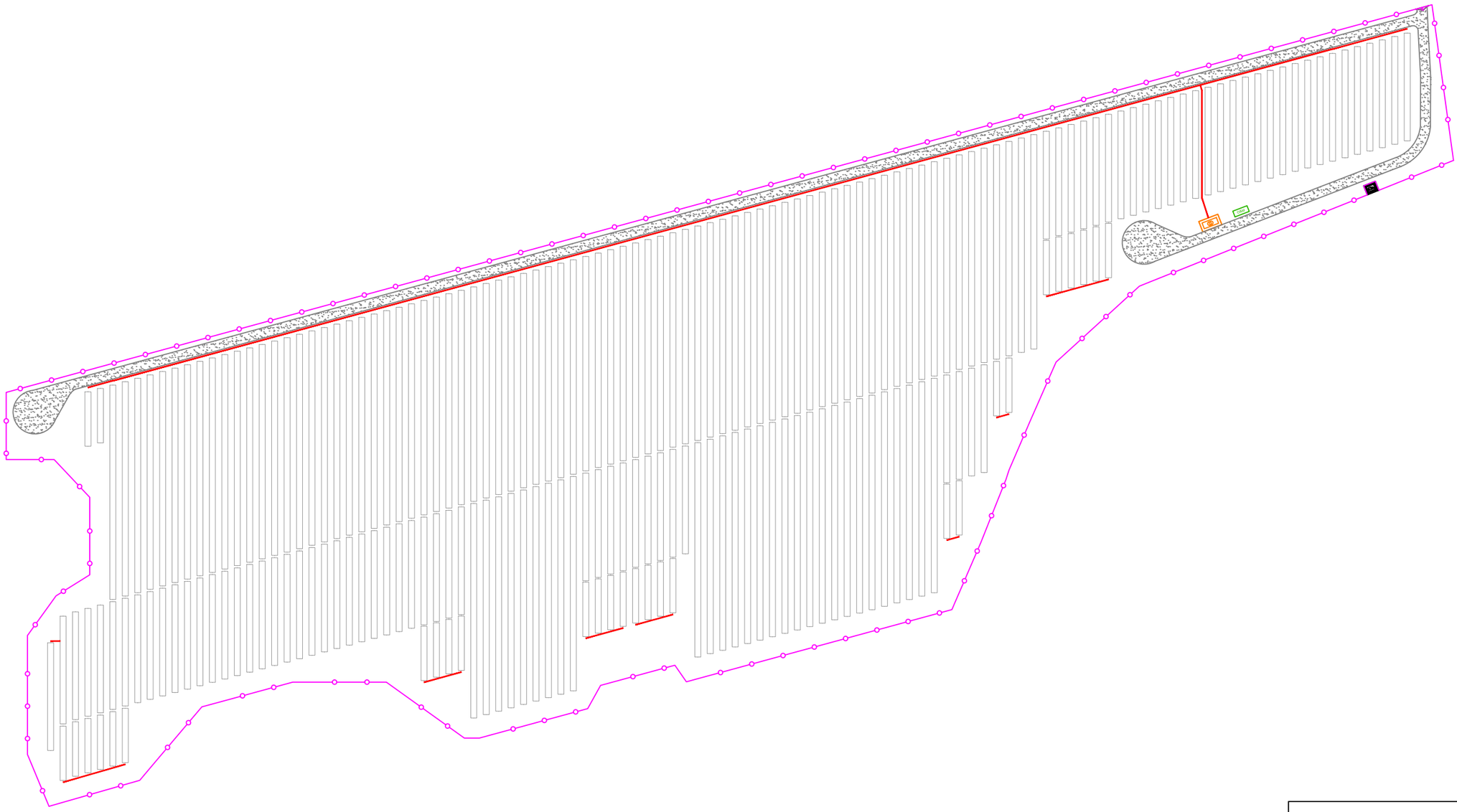
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: RED DE MEDIA TENSIÓN 20 kV

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 09



Vallado perimetral.

Red de tierras.

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/2.000

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

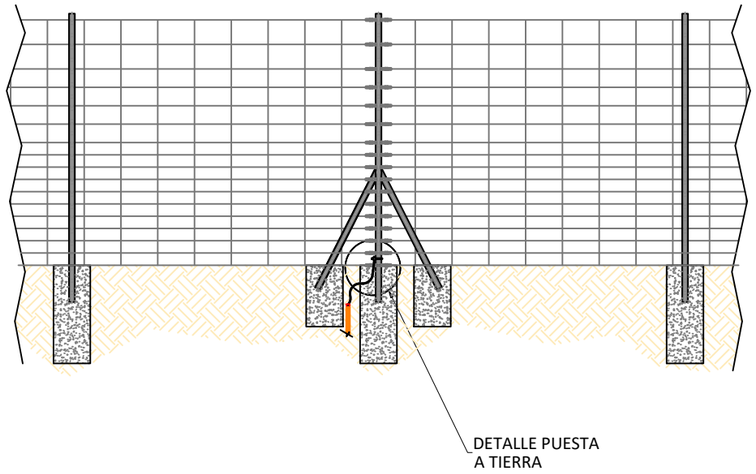
TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

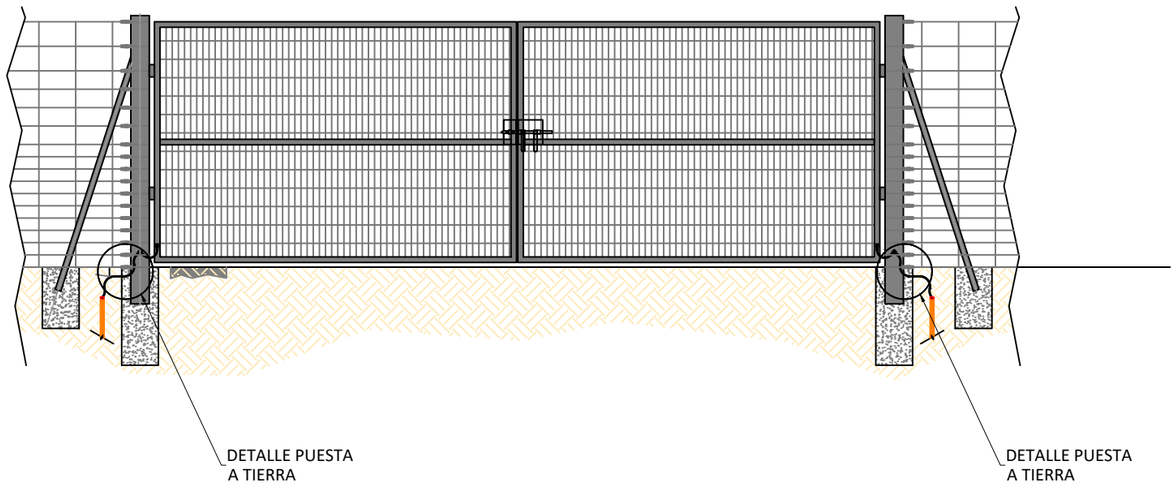
Nº: 1 DE 3

PLANO N. 10

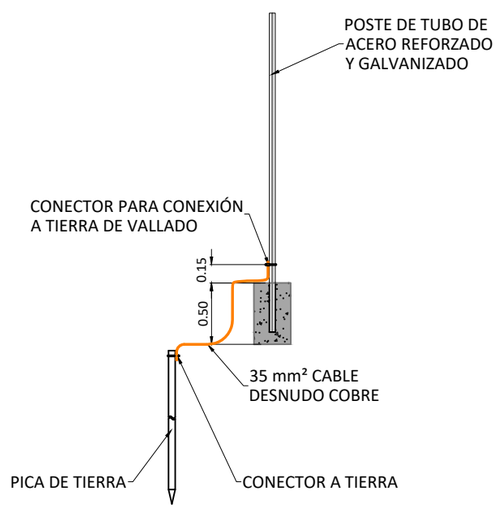
DETALLE DE PUESTA A TIERRA POSTE VALLADO



DETALLE PUESTA A TIERRA PUERTA ACCESO



DETALLE DE PUESTA A TIERRA
(CONEXIÓN A TIERRA DE POSTE DE VALLADO PERIMETRAL)



José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/50

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

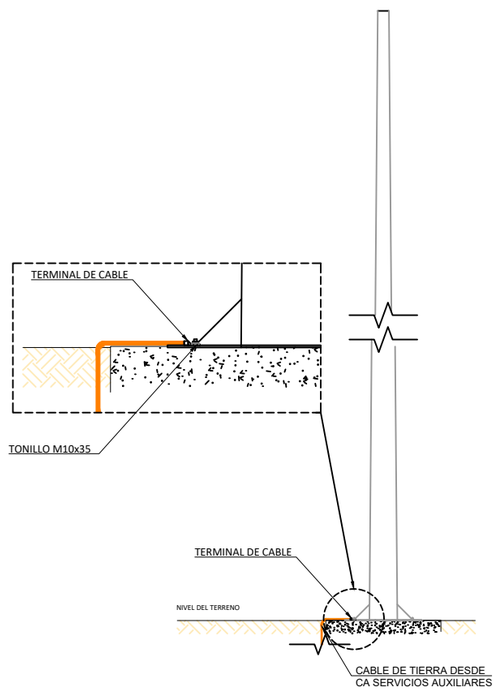
TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.

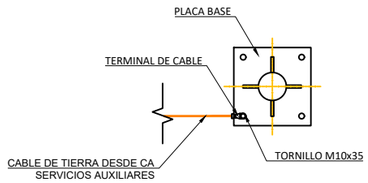
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 3

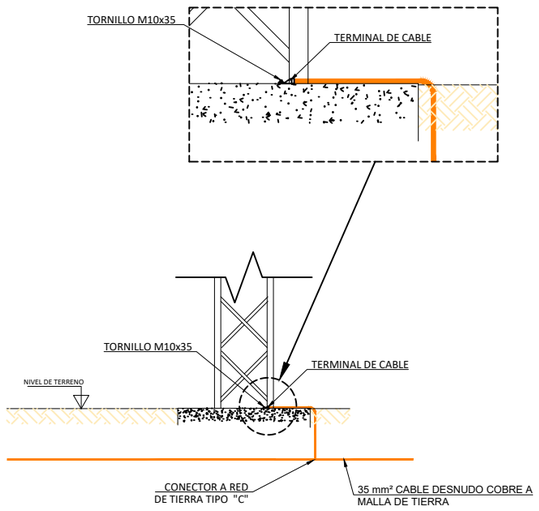
PLANO N. 10

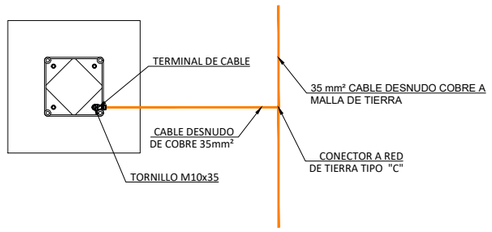
DETALLE PUESTA A TIERRA POSTE CCTV



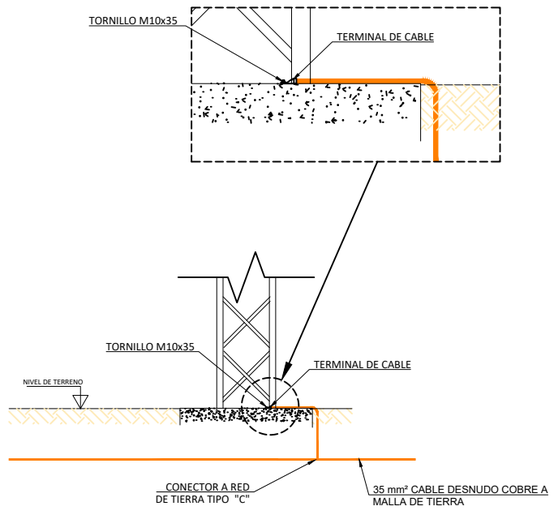


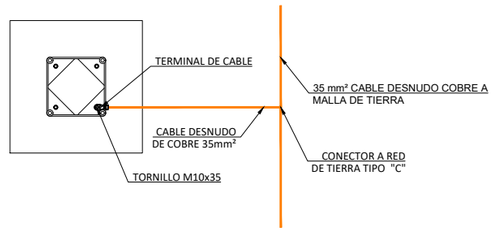
DETALLE PUESTA A TIERRA ESTACIÓN METEOROLÓGICA





DETALLE PUESTA A TIERRA PVH SYSTEMS





José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/50

synergia Energy Solutions

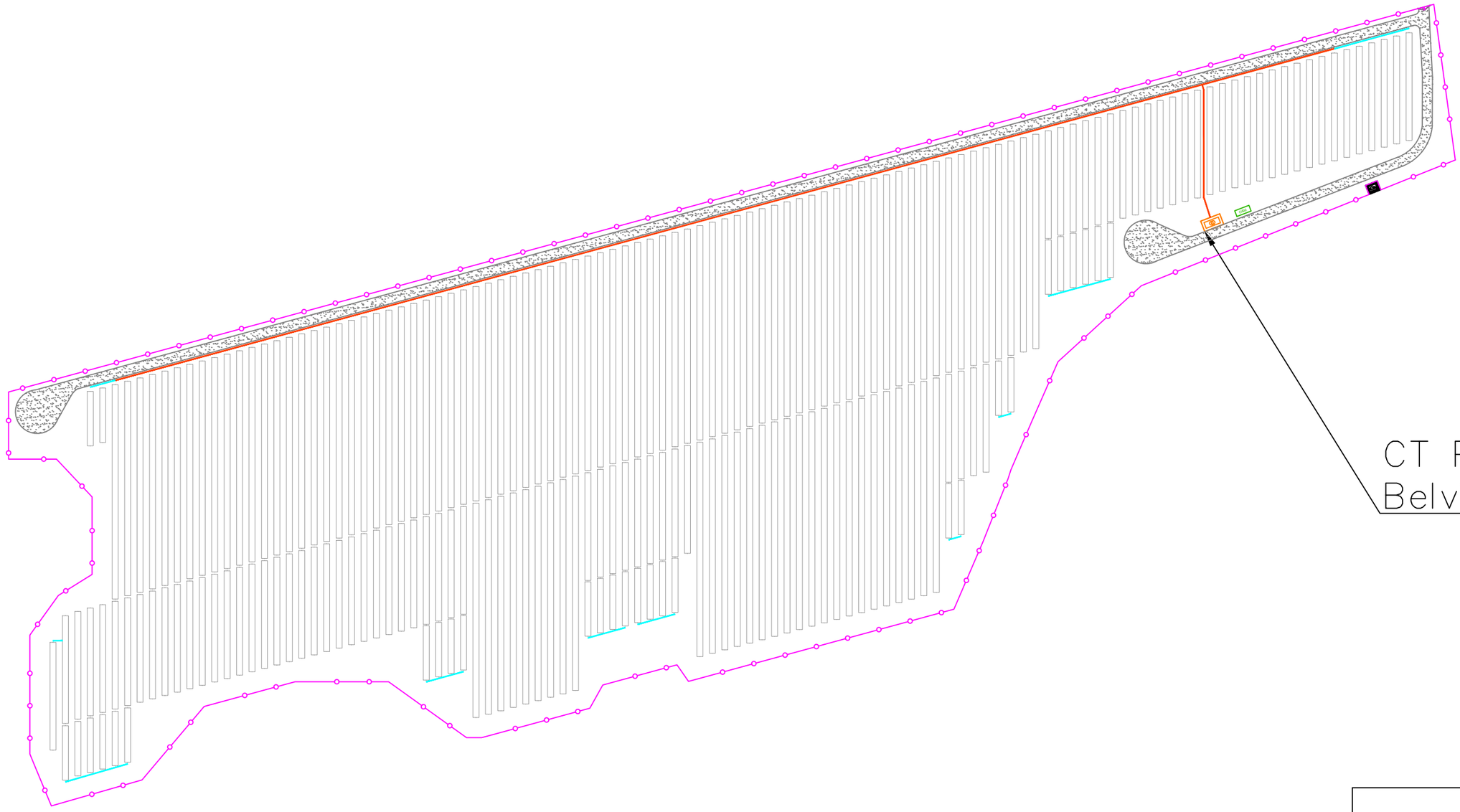
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 3 DE 3

PLANO N. 10



Vallado perimetral.

Zanja BT CA 800 V

Zanja BT CC 1500V

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/4.000

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

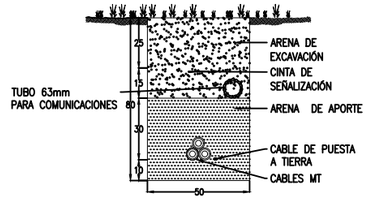
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

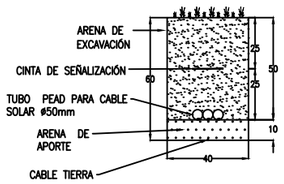
Nº: 1 DE 2

PLANO N. 11

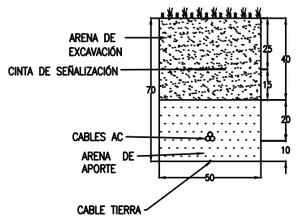
MT-01



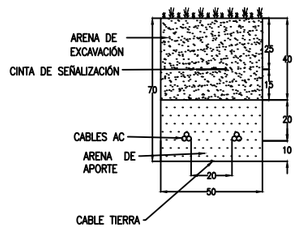
BT-0



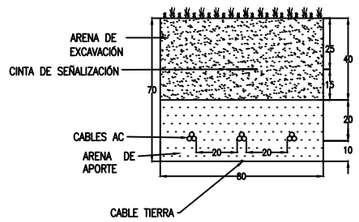
BT-01



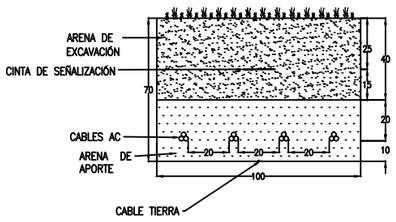
BT-02



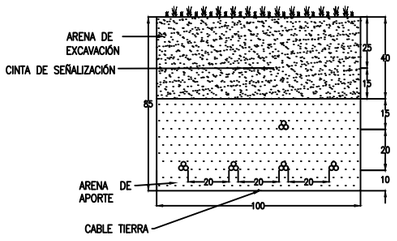
BT-03



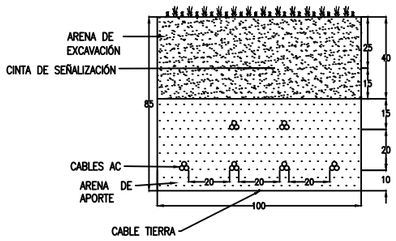
BT-04



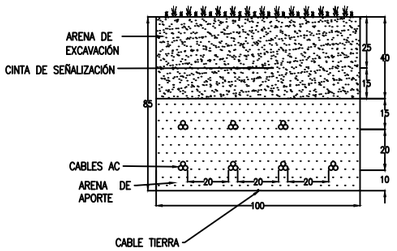
BT-05



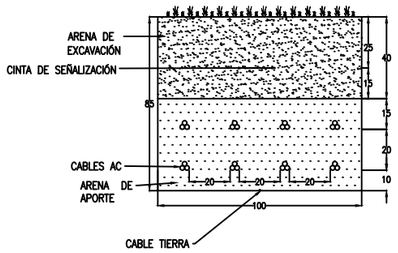
BT-06



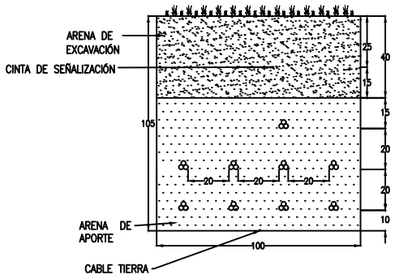
BT-07



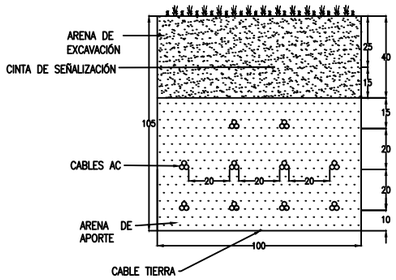
BT-08



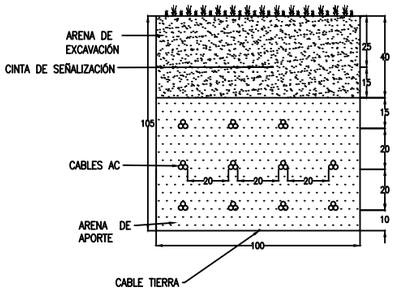
BT-09



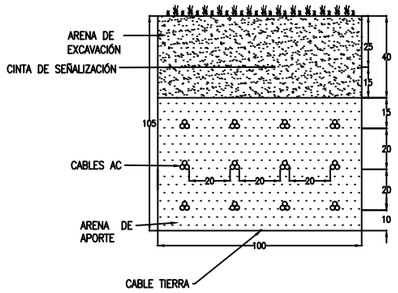
BT-10



BT-11



BT-12



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/30

synergia Energy Solutions

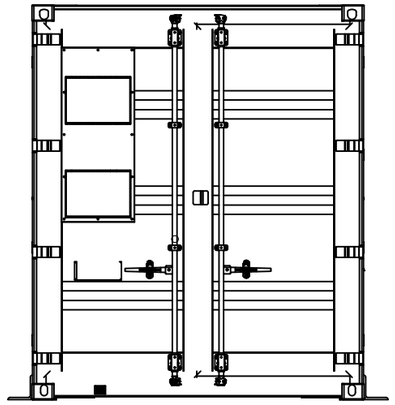
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

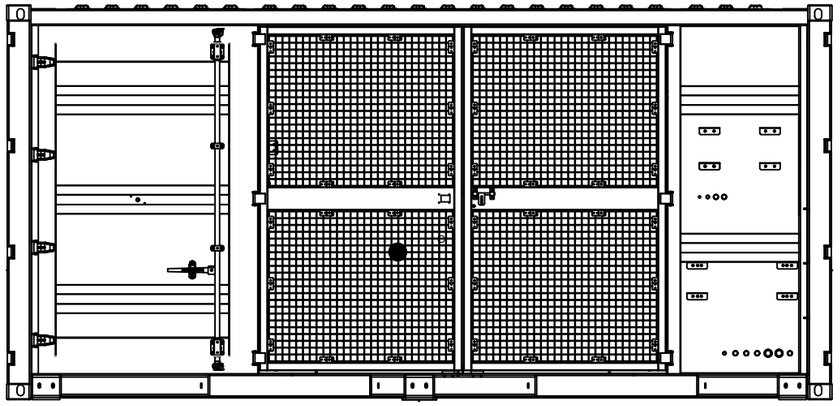
TÍTULO DEL PLANO: SECCIONES DE ZANJAS INTERIORES.

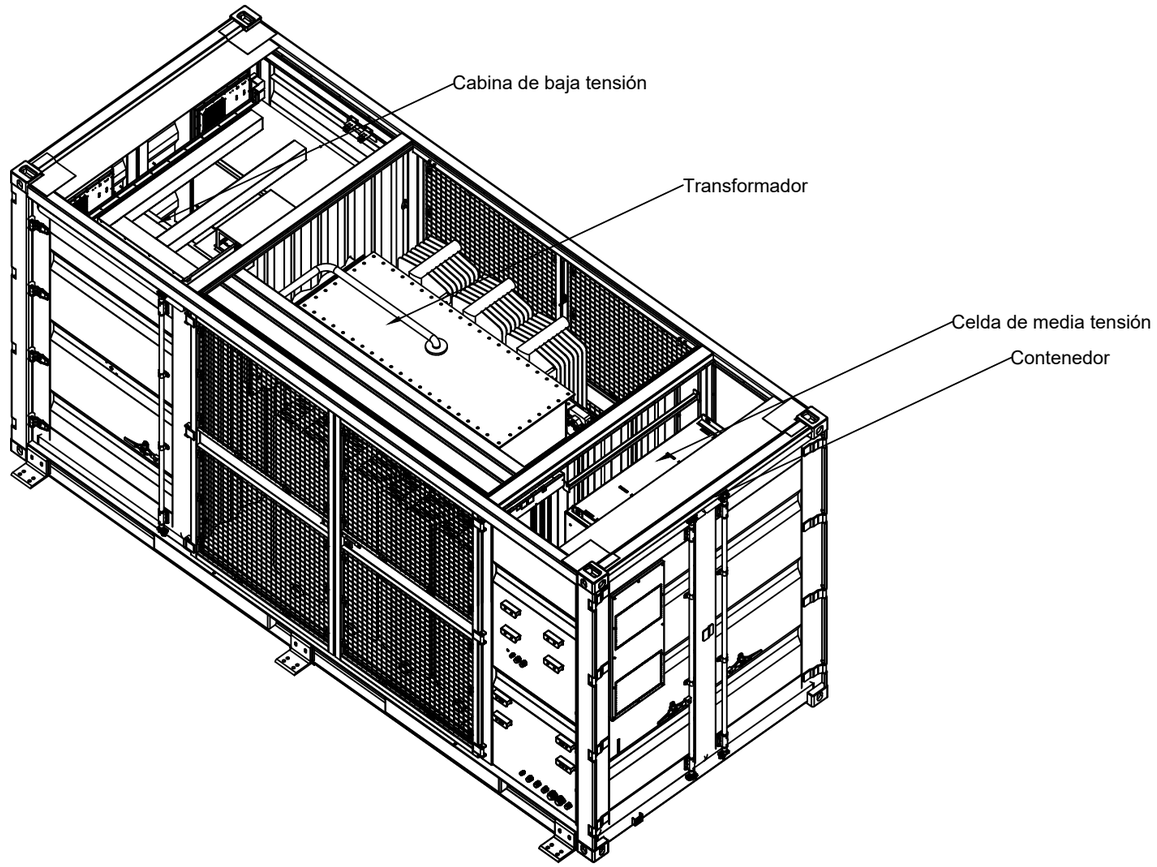
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 2

PLANO N. 11







José Manuel Zambudio Bravo [redacted] Colegiado Nº 1.074 COIIRM							A3	ESCALA S/E
	02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.		
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		

synergia Energy Solutions

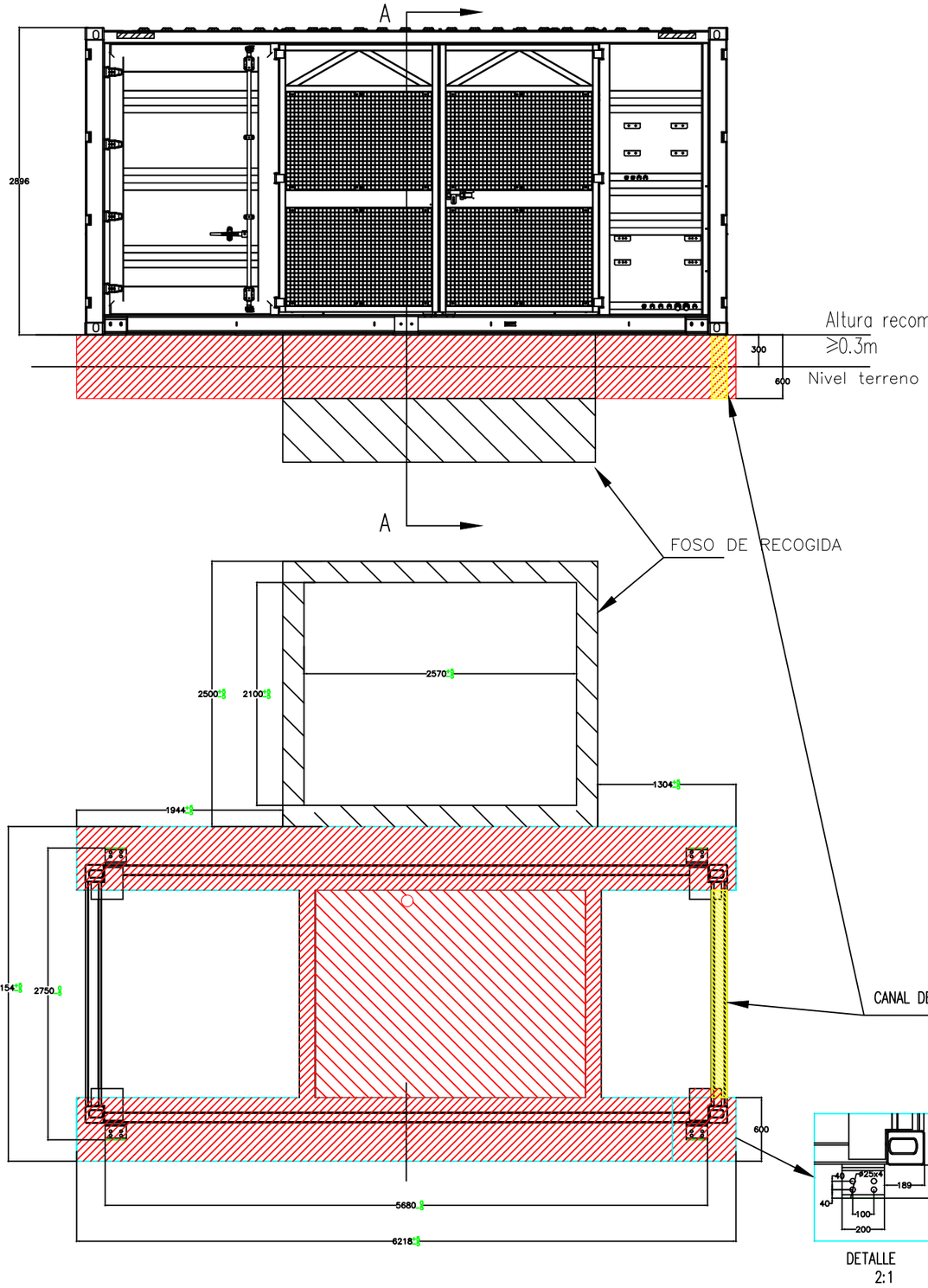
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: DETALLES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. HUAWEI STS-6000-K.

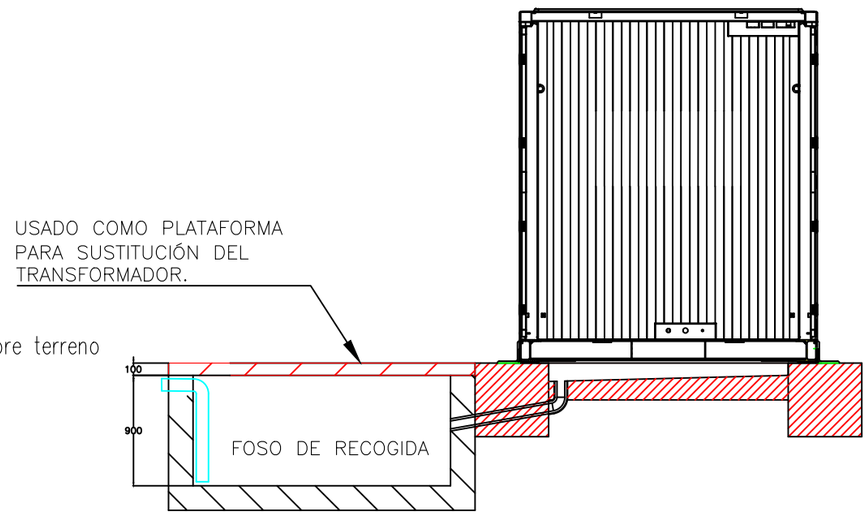
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 4

PLANO N.: 12



DETALLE
2:1



Requerimientos técnicos:

1. Los zunchos de hormigón no tendrán unas dimensiones inferioires a 6218x600mm, y el contenedor se emplazará centrado en la fundición. El espesor del zuncho se determinará de acuerdo al emplazamiento.
2. Las medidas exteriores del centro de transformación son: 6058mm*2438mm.
3. La escalera no deberá bloquear la entrada y salida de cables de baja y media tensión. Se recomienda colocar una escalera aislada frente a la puerta cuando sea necesario realizar el mantenimiento.
4. El peso del centro de transformación STS-6000K-H1 es inferior a 22 t y el transformador es de aceite mieral. El volumen de aceite del transformador es de 3850L (alrededor de 3.4t).

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA S/E

synergia Energy Solutions

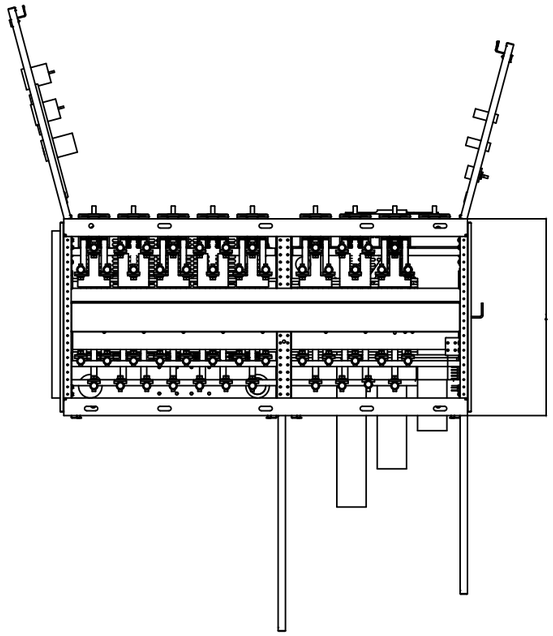
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

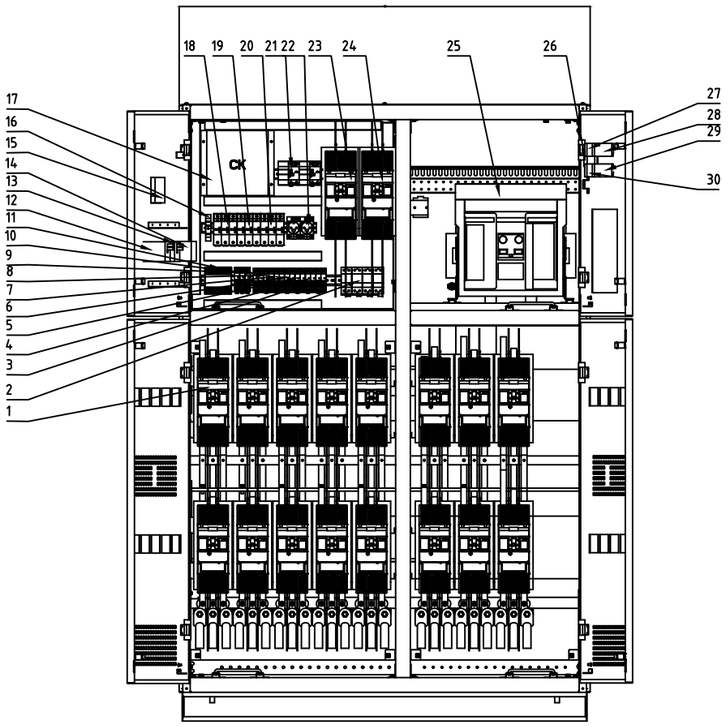
TÍTULO DEL PLANO: FUNDICIONES Y TANQUE DE RECOGIDA DE DIELÉCTRICO.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

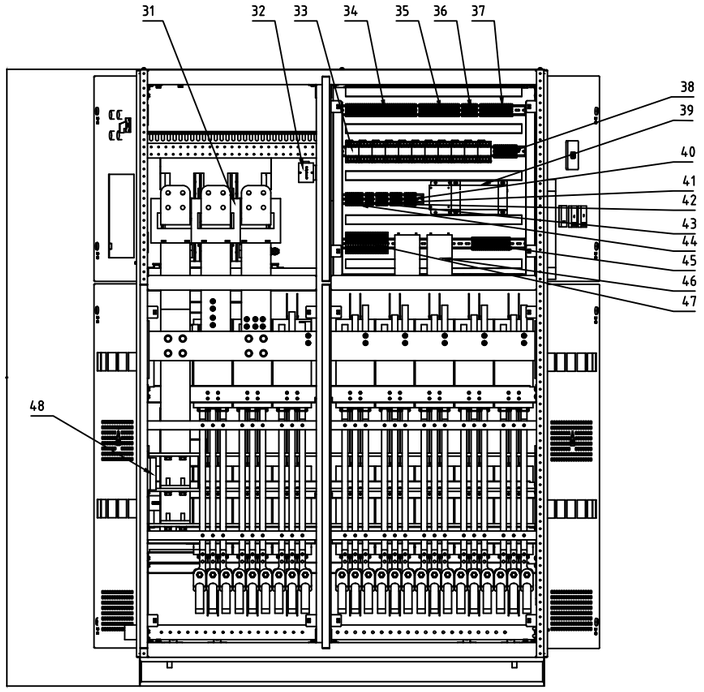
Nº: 2 DE 4

PLANO N. 12





FRONT



BACK

NO.	DEVICE TAG	ITEM	Q.TY.	Remark
48	1EB	Heater	1	
47	1XA1	Terminal Block	/	
46	1TVa,c	PT	2	
45	1XT1	Terminal Block	/	
44	1X4	Terminal Block	/	
43	1X5	Terminal Block	/	
42	1X6	Terminal Block	/	
41	1XDY1	Terminal Block	/	
40	1XUPS1	Terminal Block	/	
39	1TB1	48VDC Power Supply	1	
38	1XV1	Terminal Block	/	
37	1X3	Terminal Block	/	
36	1X2	Terminal Block	/	
35	1X1	Terminal Block	/	
34	1XX1	Terminal Block	/	
33	1R1-12	CONTROL RELAY (OPTIONAL)	11	
32	1PG1	Sensor for Temperature and Humidity	1	
31	1TAa-c	CT	3	
30	1SF2	Push-button for Closing	1	
29	1SF1	Push-button for Opening	1	
28	1PGR	"ON" indication	1	
27	1PGG	"OFF" indication	1	
26	1SAC	Remote / Local Selection Swtich	1	
25	1QA	ACB	1	
24	1QA19	MCCB (for SPD)	1	
23	3QA	MCCB (for Input of Aux. Transformer)	1	
22	1XD1-2	10A Socket	2	
21	1QR	RCBO (for Maintenance Socket)	2	
20	1FA	Fuse-disconnector (for SACU PLC/PID)	1	
19	3FA	Fuse-disconnector (for PT)	1	
18	5FA	Fuse-disconnector (for IMD)	1	
17	CK	Intelligent Monitoring Device	1	Controller
16	1TB2	24VDC POWER SUPPLY (for IMD)	1	
15	CK	Screen Of Intelligent Monitoring Device	1	Screen
14	1PG1	Temperature and Humidity Controller	1	
13	1PV	Digital Voltmeter	1	
12	1PA	Digital Ammeter	1	
11	1IMD	IMD	1	
10	1FB5	MCB(for PT)	1	
9	1FB8	MCB (for RELAY)	1	
8	1FB7	MCB (for CK)	1	
7	1FB6	MCB (for TRANSFORMER BREATHER)	1	
6	1FB4	MCB (for HEAT EXCHANGER)	1	
5	1FB3	MCB (for AUX DEVICES)	1	
4	1FB2	MCB (for NSTRUMENTS)	1	
3	1FB1	MCB(For FOR ACB)	1	
2	1FC	SPD	1	
1	1QA1-18	MCCB (for PV Input)	18	

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA S/E

synergia Energy Solutions

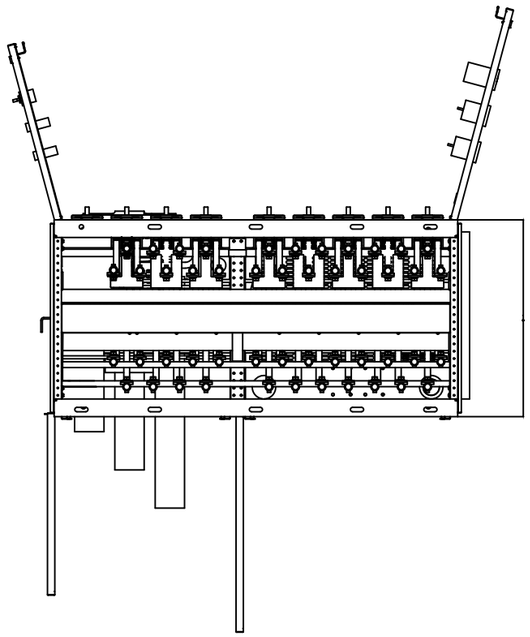
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

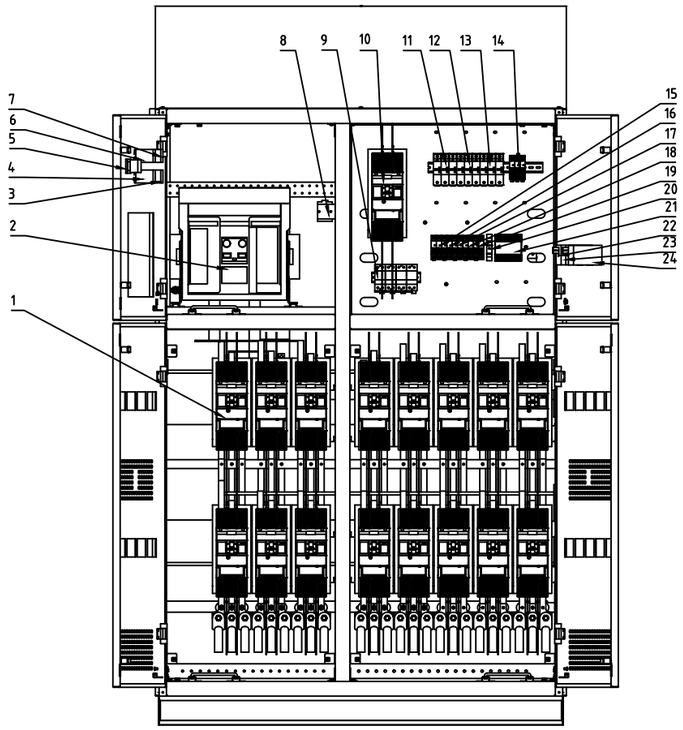
TÍTULO DEL PLANO: DETALLES CUADRO BT PANEL 1 STS-6000-K.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

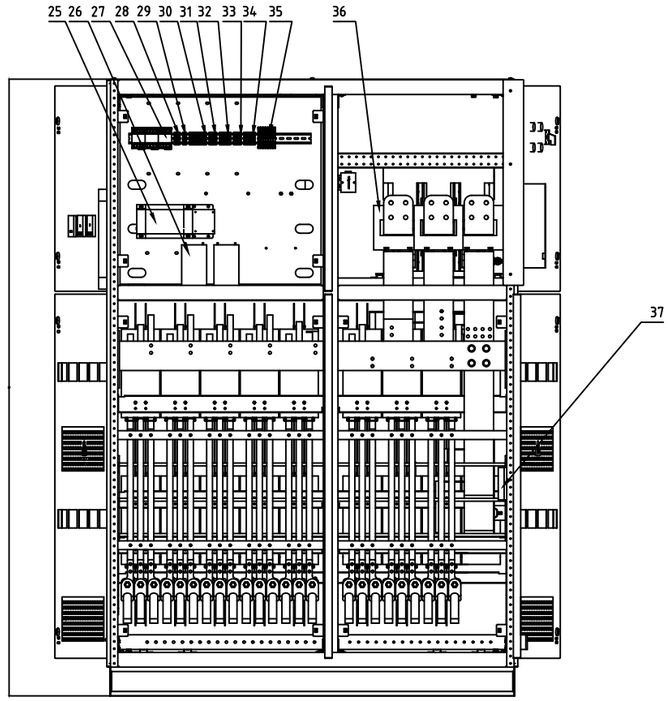
Nº: 3 DE 4

PLANO N. 12





FRONT



BACK

NO.	DEVICE TAG	ITEM	QTY.	Remark
37	2EB	Heater	1	
36	2TAa-c	CT	3	
35	2XA1	Terminal Block	/	
34	2XV1	Terminal Block	/	
33	2XUPS1	Terminal Block	/	
32	2XDY1	Terminal Block	/	
31	2X5	Terminal Block	/	
30	2X3	Terminal Block	/	
29	2X2	Terminal Block	/	
28	2X1	Terminal Block	/	
27	2R1-3	CONTROL RELAY	3	
26	2TVa,c	PT	2	
25	2TB1	48VDC Power Supply	1	
24	2PG1	Temperature and Humidity Controller	1	Controller
23	2PA	Digital Ammeter	1	
22	2PV	Digital Voltmeter	1	
21	2IMD	IMD	1	
20	2TB2	24VDC POWER SUPPLY (for IMD)	1	
19	2FB6	MCB(For FOR RELAY)	1	
18	2FB4	MCB(For FOR PT)	1	
17	2FB3	MCB(For HEAT EXCHANGER)	1	
16	2FB2	MCB(For INSTRUMENTS)	1	
15	2FB1	MCB(For FOR ACB)	1	
14	2FB5	MCB(For FOR IMD)	1	
13	2FA	Fuse-disconnector (for SACU PLC/PID)	1	
12	4FA	Fuse-disconnector (for PT)	1	
11	6FA	Fuse-disconnector (for IMD)	1	
10	2QA19	MCCB (for SPD)	1	
9	2FC	SPD	1	
8	2PG1	Sensor for Temperature and Humidity	1	Sensor
7	2PGR	"ON" indication	1	
6	2PGG	"OFF" indication	1	
5	2SAC	Remote / Local Selection Swtich	1	
4	2SF2	Push-button for Closing	1	
3	2SF1	Push-button for Opening	1	
2	2QA	ACB	1	
1	2QA1-18	MCCB (for PV Input)	18	

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA S/E

synergia Energy Solutions

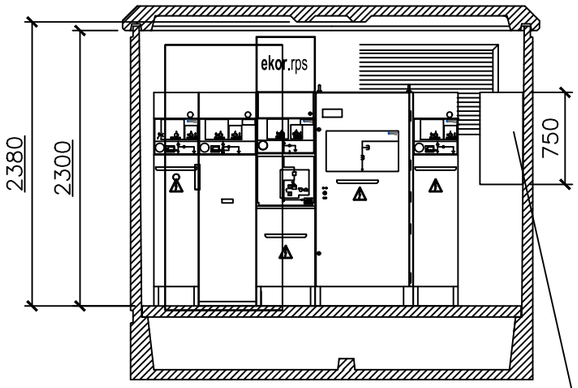
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: DETALLES CUADRO BT PANEL 2 STS-6000-K.

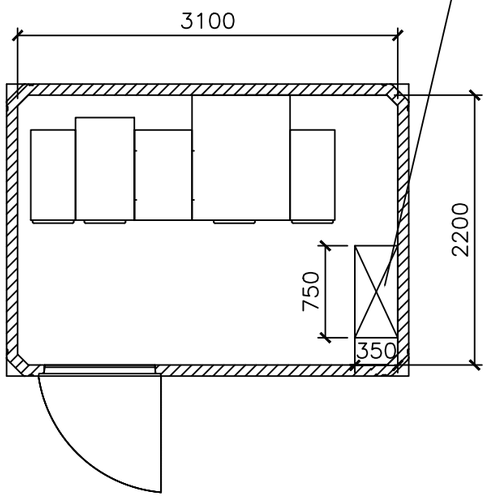
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

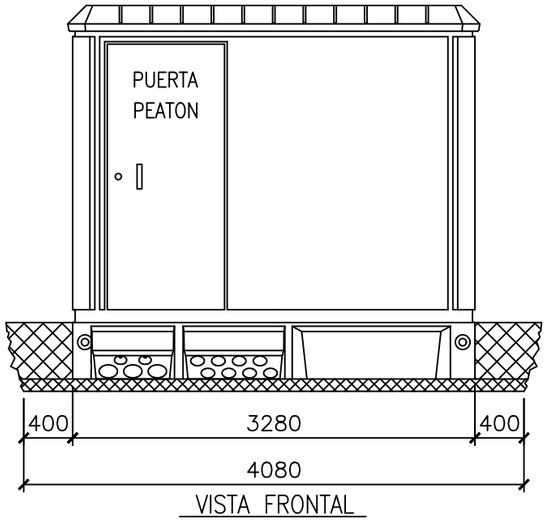
Nº: 4 DE 4

PLANO N. 12

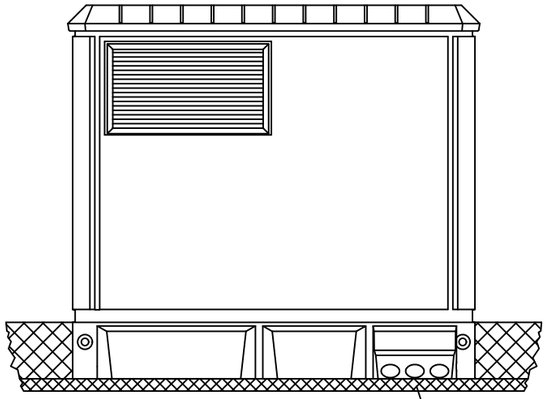


MÓDULO TARIFICADOR TIPO 3



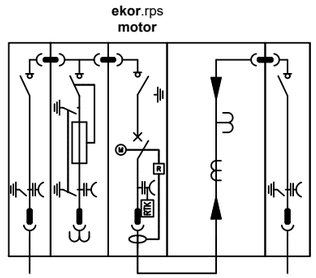


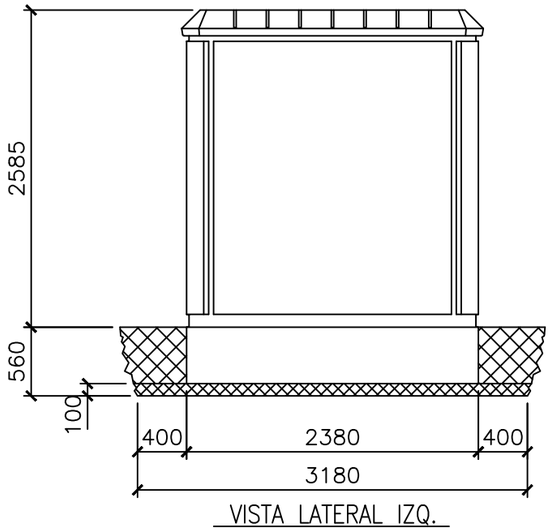
VISTA FRONTAL



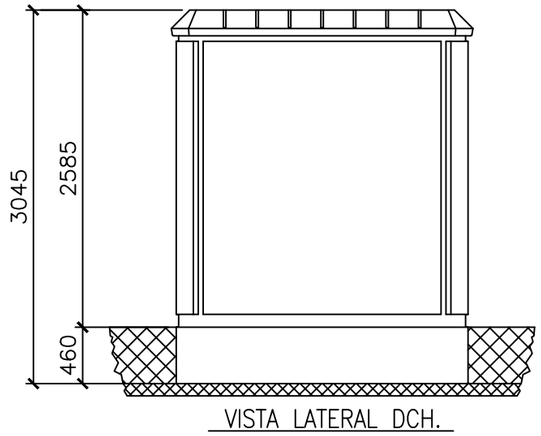
VISTA POSTERIOR

Arena de nivelación





VISTA LATERAL IZQ.



VISTA LATERAL DCH.

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
4.08 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3 | ESCALA 1/50

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: EDIFICIO DE CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 2

PLANO N. 13

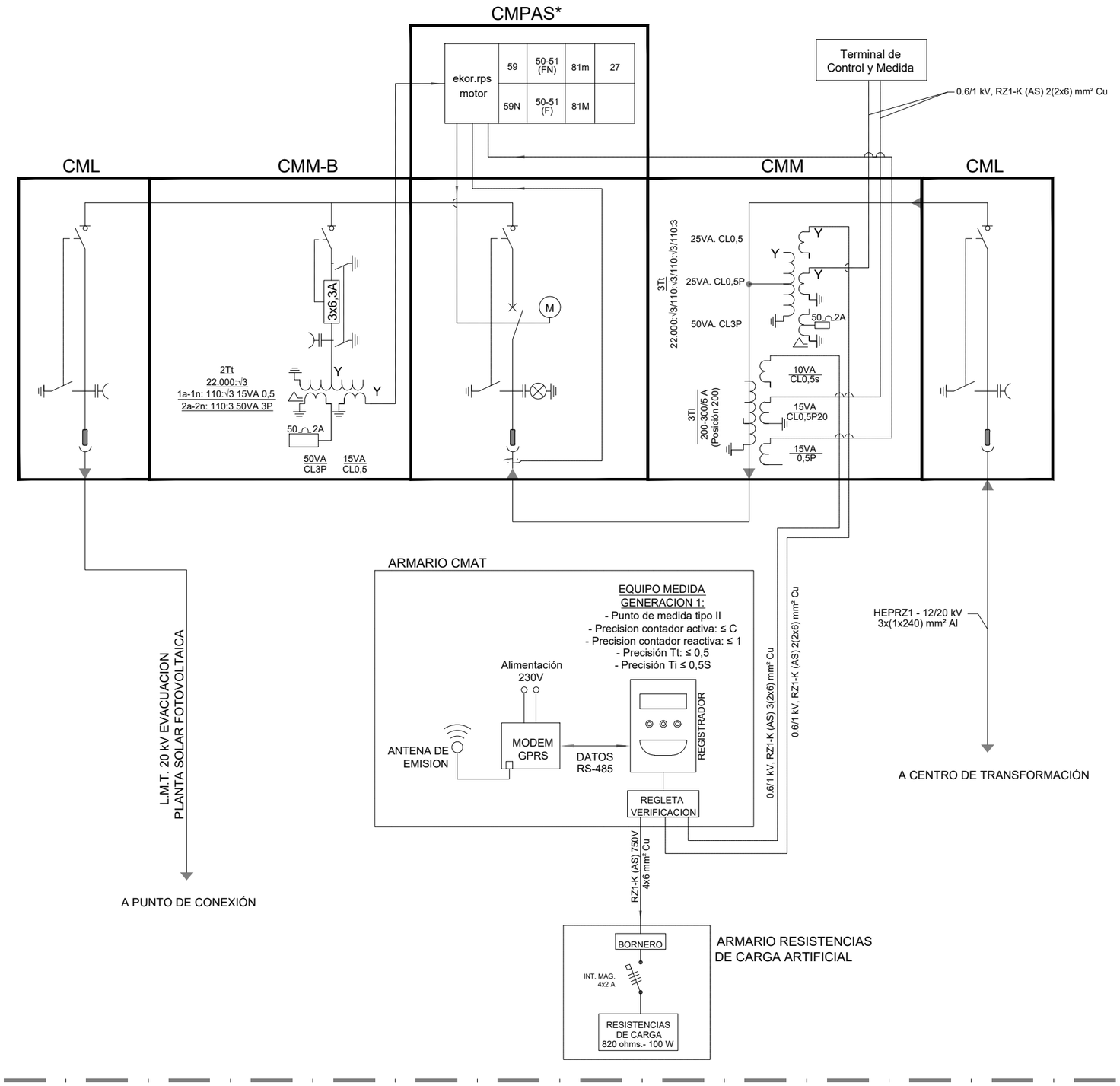
CML
CELDA MODULAR DE LINEA (SF6)
24KV; 630A; Interruptor III + P.T.

CMPAS*
CELDA MODULAR DE DISYUNTOR
Corte en vacío; con mando motorizado a 48V.c.c.

CMM
CELDA MODULAR DE MEDIDA (SF6)
3 T.I 300-600/5A-5A-5A/10VA-15VA-15VA/CL0,5S/CL0,5P20/O,5P
3 T.T 22.000:√3 / 110:√3 / 110:√3 / 110:3
400 A; Resistencia contra ferroresonancia

CMM-B
CELDA MODULAR DE MEDIDA DE TENSIÓN EN BARRAS (SF6)
2 T.T 22.000:√3 / 110:√3 / 110:3
400 A; 3 FUS. 24 kV 2,5 A

CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA



José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3 | ESCALA S / E

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

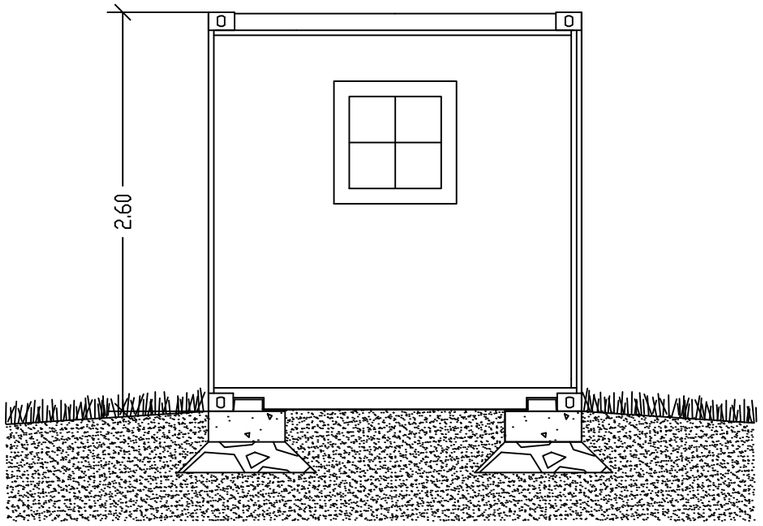
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO DE CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

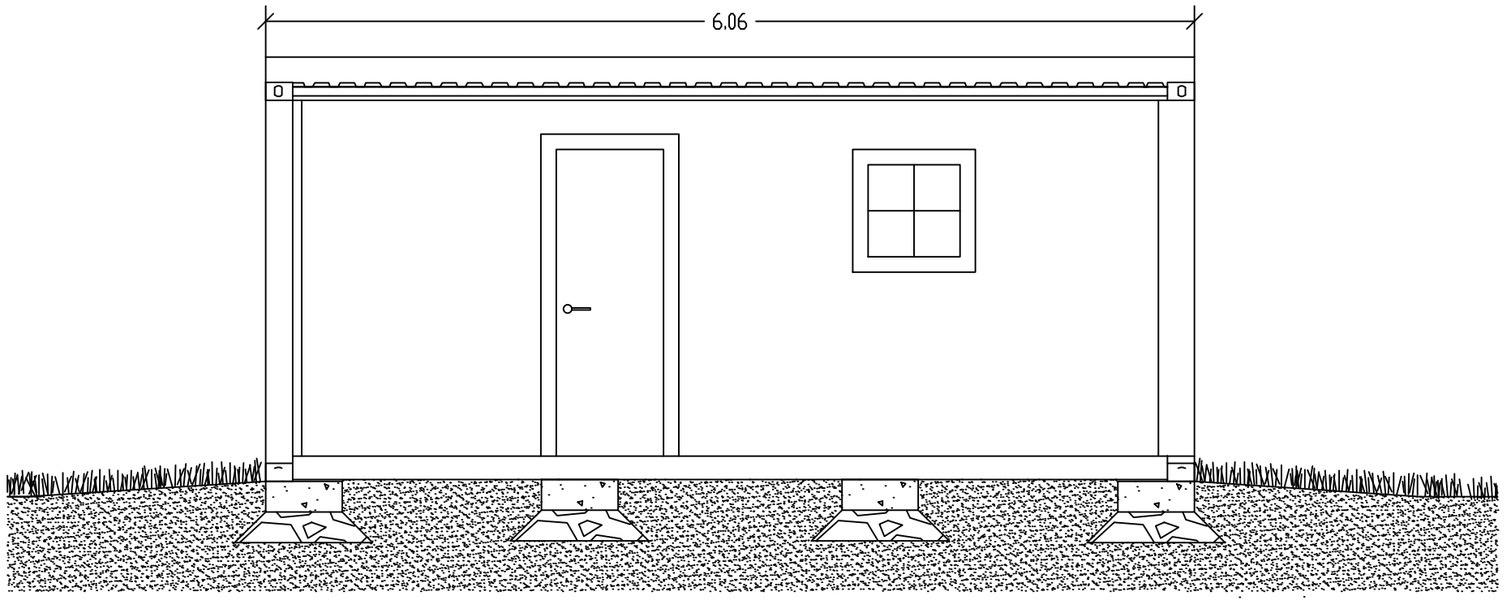
Nº: 2 DE 2

PLANO N. 13

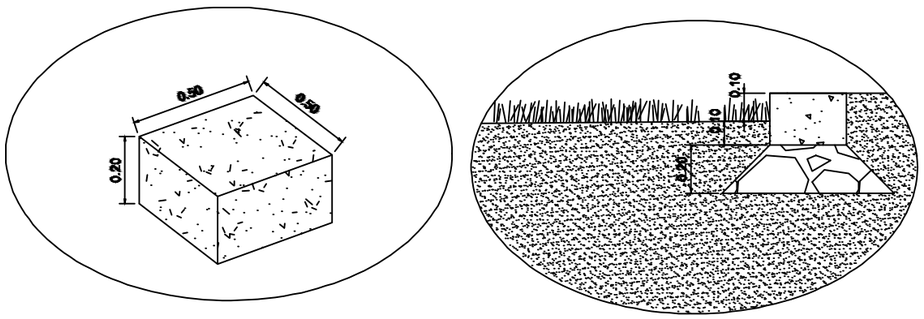
ALZADO A



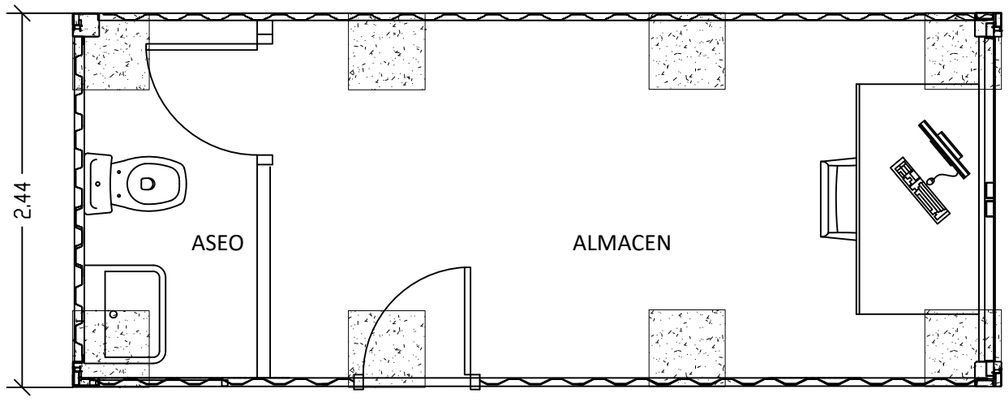
ALZADO B



CIMENTACIÓN



PLANTA



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/40

synergia Energy Solutions

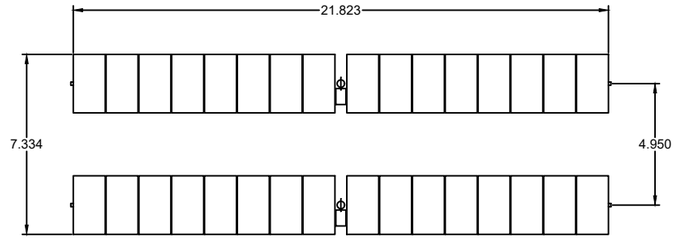
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

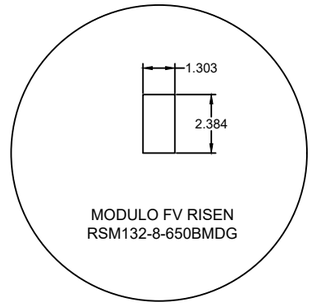
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

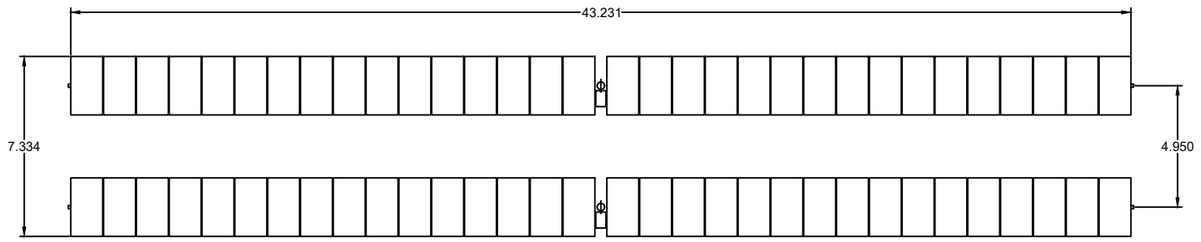
PLANO N. 14



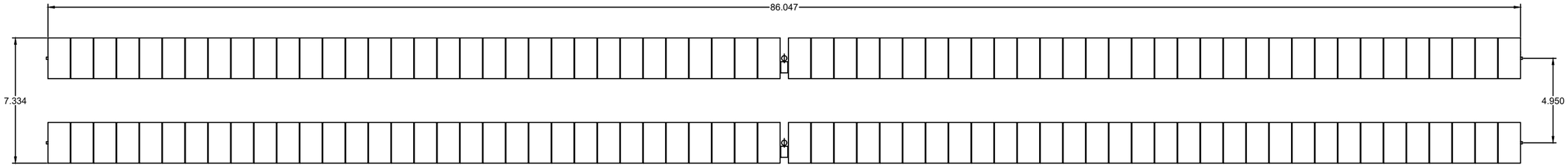
SEGUIDOR 1V 1 x 16



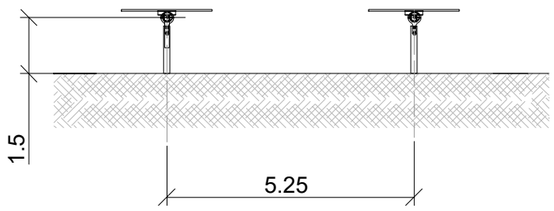
MODULO FV RISEN
RSM132-8-650BMDG

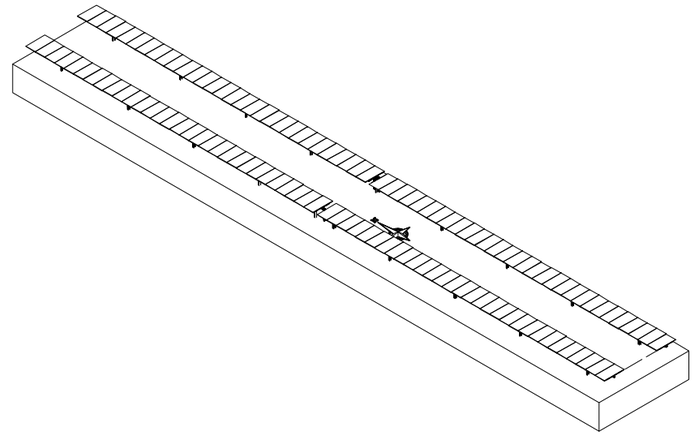


SEGUIDOR 1V 1 x 32



SEGUIDOR 1V 2 x 32





José Manuel Zambudio Bravo [redacted] Colegiado Nº 1.074 COIIRM						A3	ESCALA 1/250
	02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	synergia Energy Solutions
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

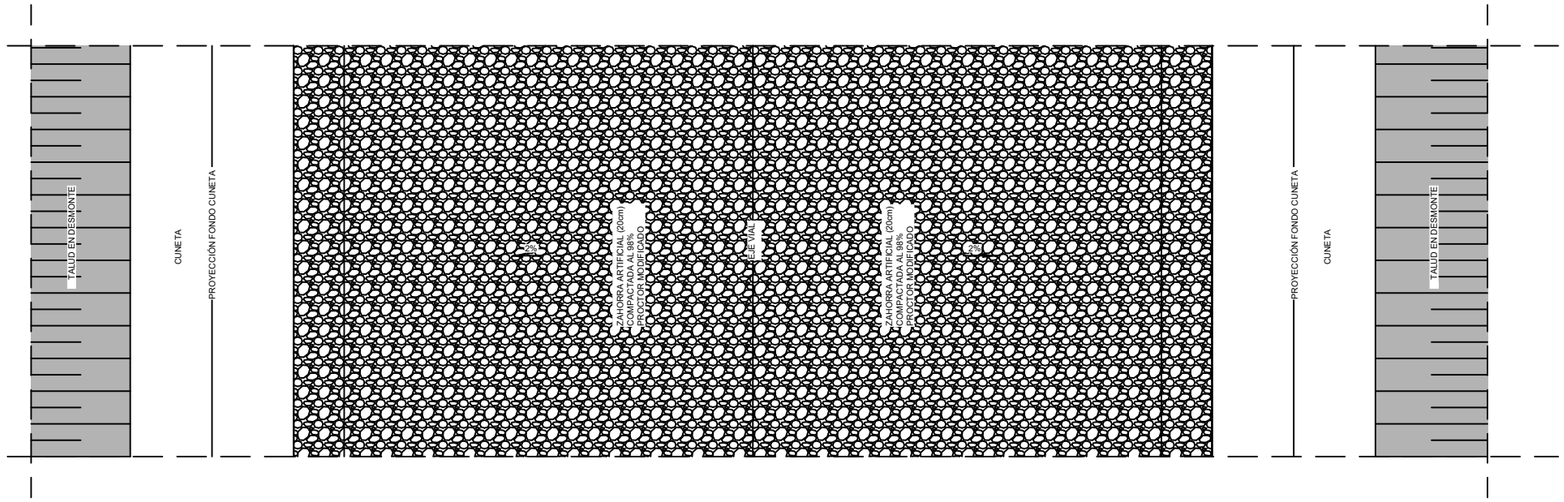
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: ESTRUCTURA SOPORTE SEGUIDOR A UN EJE.

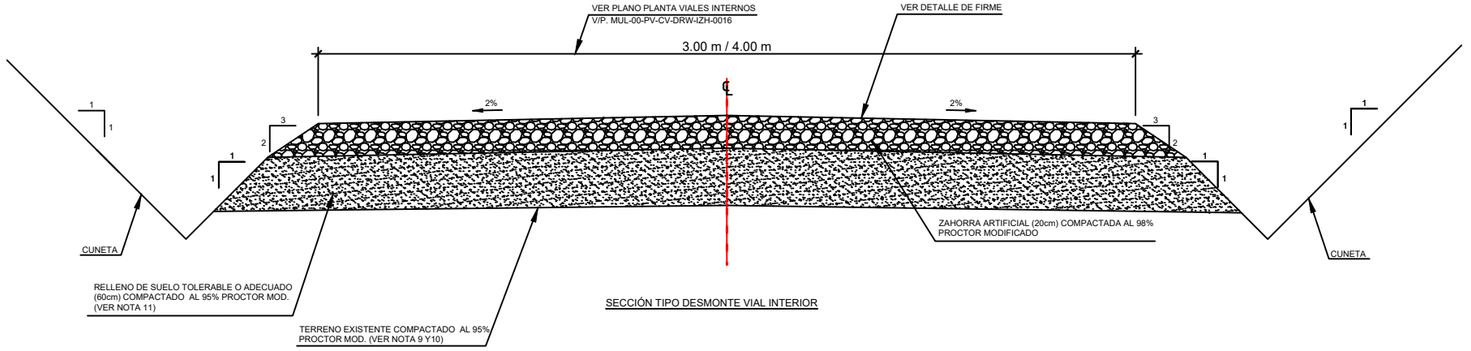
PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

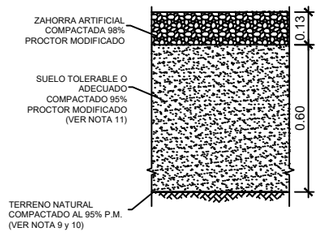
PLANO N. 15

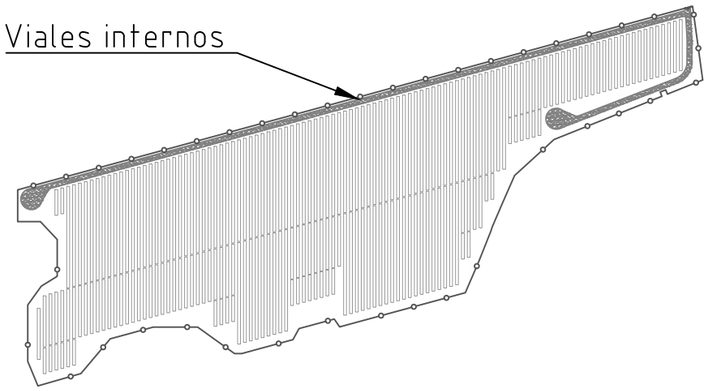


PLANTA EN DESMONTE VIAL INTERIOR



SECCIÓN TIPO DESMONTE VIAL INTERIOR





José Manuel Zambudio Bravo [redacted] Colegiado Nº 1.074 COIIRM						A3	ESCALA 1/25
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.		
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: SECCIÓN TIPO VIALES INTERNOS.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 16

CS

CR-5 Madrileña Red de Gas
X=452.604; Y=4.492.732

CR-3 Ctra M-111
Inicio: X=452.747; Y=4.491.748
Final: X=452.719; Y=4.491.743

CR-1 Canal Isabel II
X=452.771; Y=4.491.753

CR-2 Canalización de Telecomunicaciones
X=452.770; Y=4.491.753

Línea subterranea de evacuación 20 kV

Ctra. M-111

CPM

CT

Edificio O&M

Detalle en plano 17.03

Detalle en plano 17.04

Detalle en plano 17.02

- Vallado perimetral.
- Línea de evacuación subterránea 20 kV
- Cruzamiento con C. Isabel II.
- Canalización telecomunicaciones.
- Líneas aéreas BT I-DE.
- Líneas aéreas MT I-DE.
- Líneas aéreas MT I-DE.

José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/6.000

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 4

PLANO N. 17



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/2.500

synergia Energy Solutions

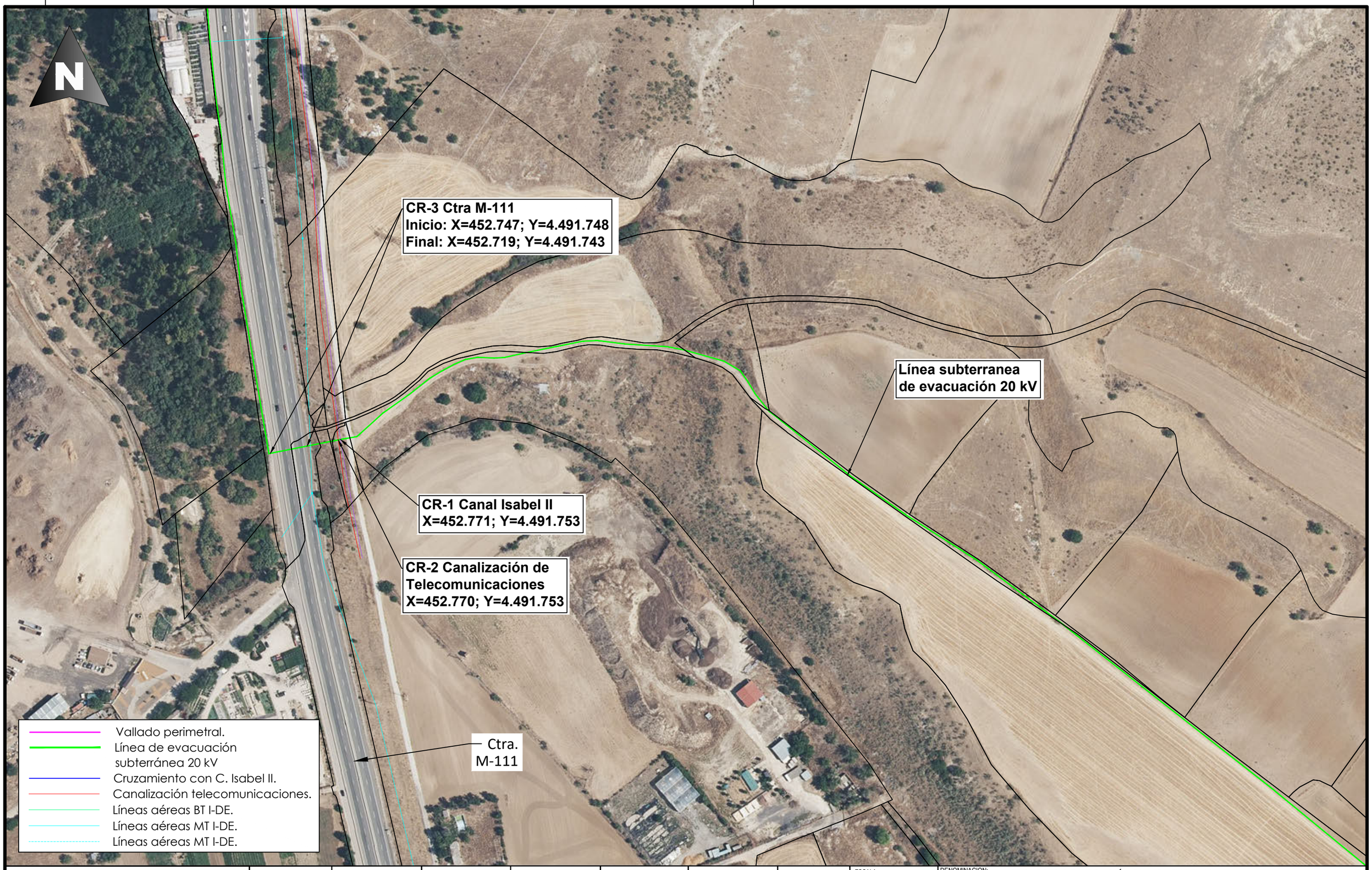
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS. ORTOFOTO.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 2 DE 4

PLANO N. 17



José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/2.500

synergia Energy Solutions

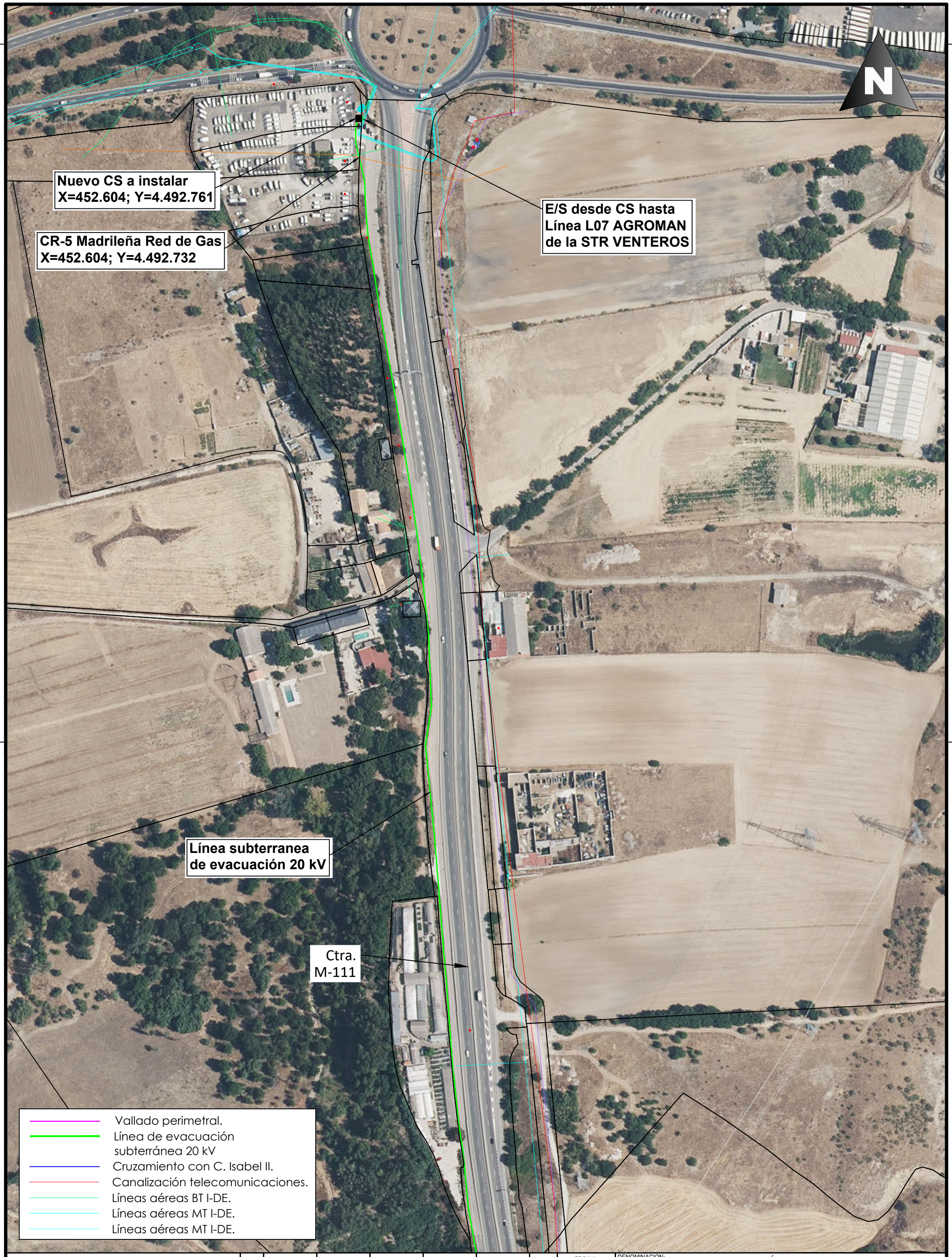
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS. ORTOFOTO.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 3 DE 4

PLANO N. 17



José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA 1/2.500

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

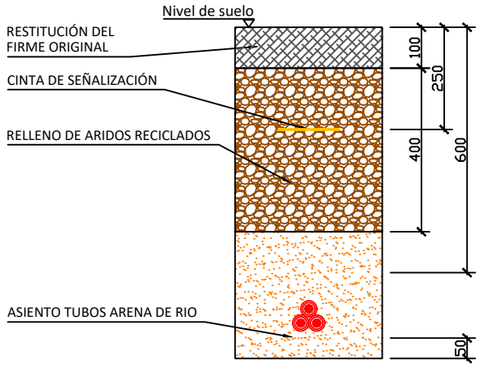
TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS. ORTOFOTO.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

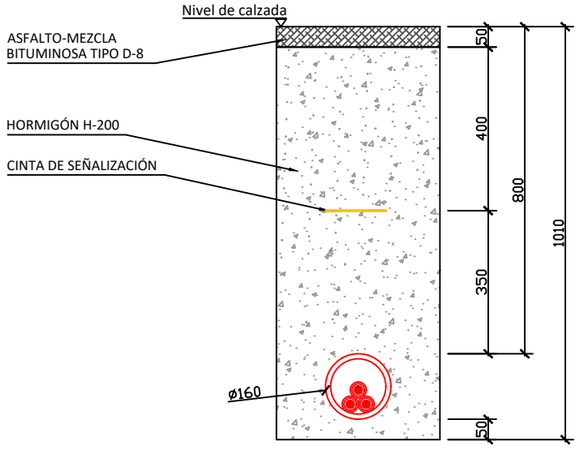
Nº: 4 DE 4

PLANO N. 17

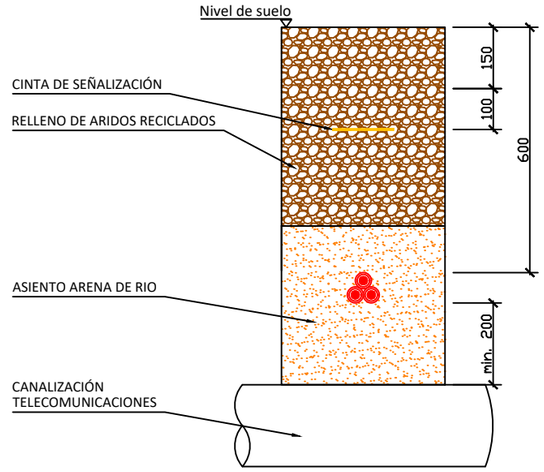
Zanja tipo línea de evacuación LSMT



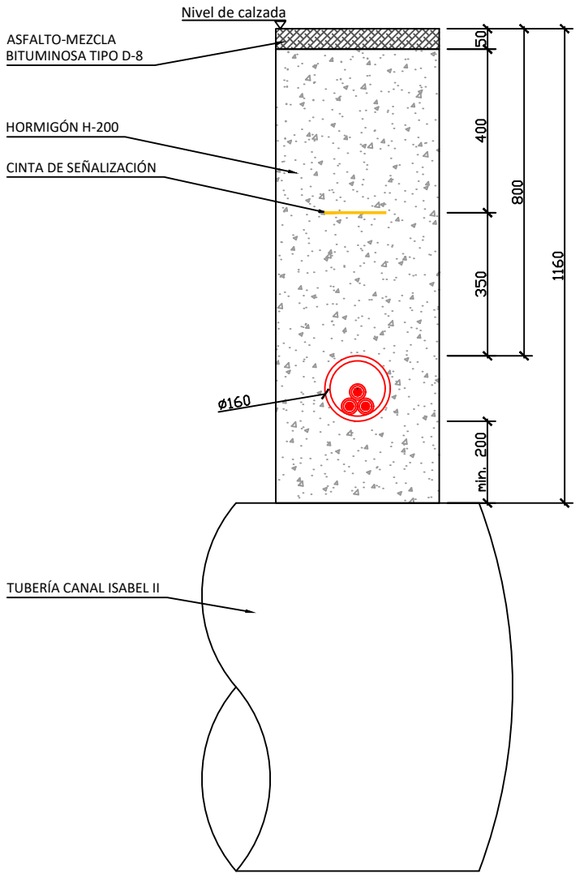
Zanja tipo cruzamiento calzada



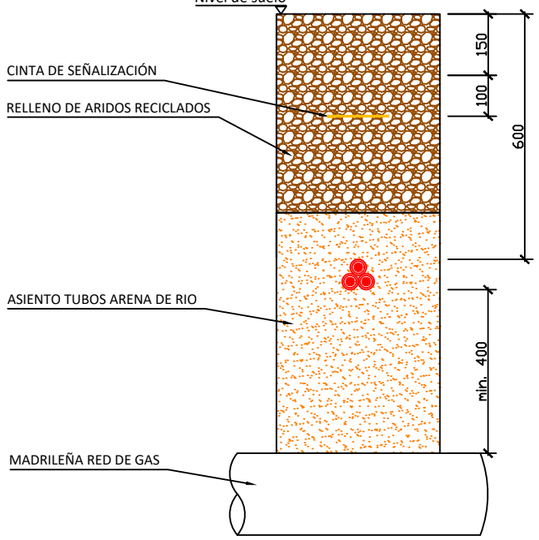
Zanja tipo cruzamiento canalizaciones de telecomunicaciones.



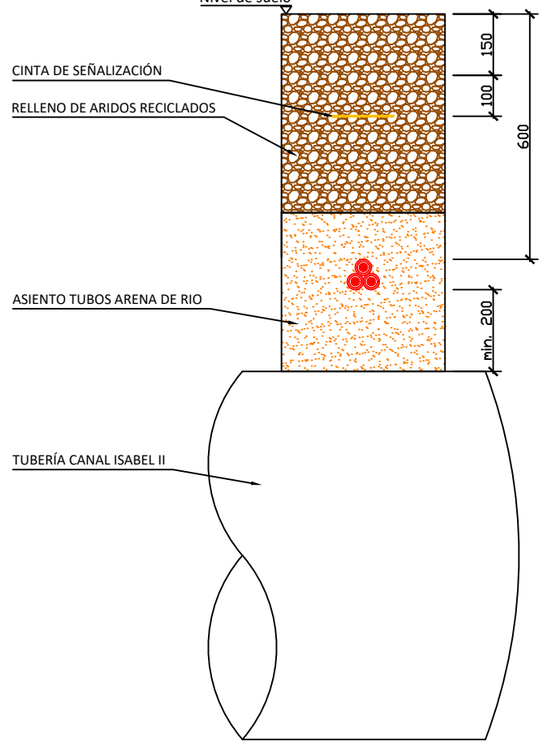
Zanja tipo cruzamiento tuberías bajo calzada



Zanja tipo cruzamiento canalización de gas



Zanja tipo cruzamiento tuberías bajo tierra



José Manuel Zambudio Bravo

[redacted]

Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA **1/20**

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

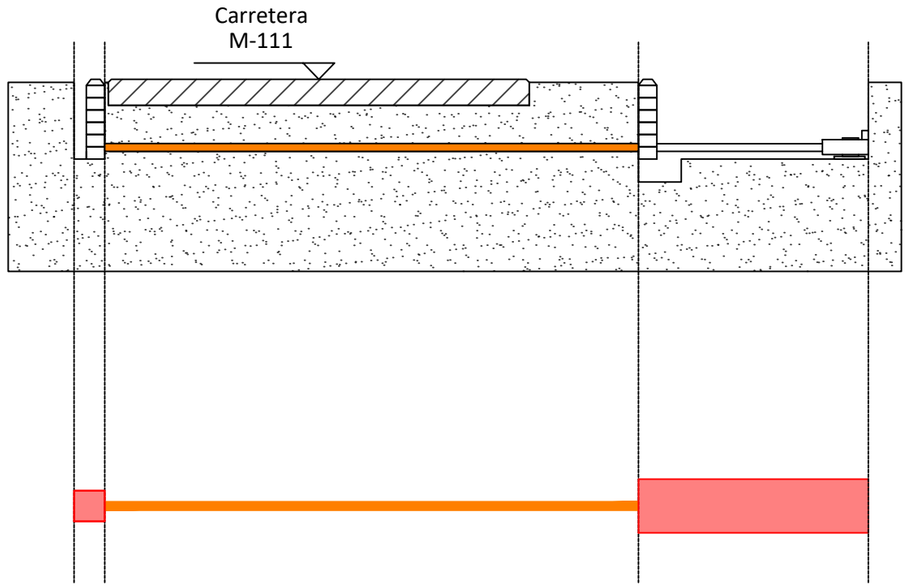
TÍTULO DEL PLANO: SECCIONES TIPO DE ZANJA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 18

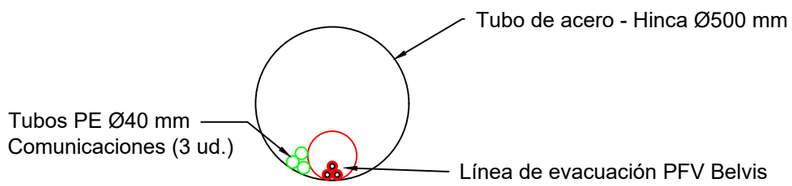
PERFIL LONGITUDINAL DEL CRUZAMIENTO (E: 1/ 400)



PLANTA DEL CRUZAMIENTO HINCA (E: 1/ 400)



SECCIÓN TRANSVERSAL CRUZAMIENTO HINCA (E: 1/ 20)



Nota:
El cruzamiento dará servico a la línea de evacuación de la planta fotovoltaica que se detalla.

LEYENDA

- Hinca subterránea.
- Zanja línea eléctrica subterránea.

José Manuel Zambudio Bravo
[redacted]
Colegiado Nº 1.074
COIIRM

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
02	Septiembre 2024	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.	J.Z.B.

A3

ESCALA: VARIAS

synergia Energy Solutions

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV BELVIS.

TÍTULO DEL PLANO: DETALLES DEL CRUZAMIENTO CARRETERA M-111.

PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS.
TT.MM.: PARACUELLOS DE JARAMA Y
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (MADRID).

Nº: 1 DE 1

PLANO N. 19

synergia
Energy Solutions

PLIEGO DE CONDICIONES

REV 2. SEP.-2024

ÍNDICE

1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 5

1.1 OBJETO DEL DOCUMENTO 5

2 DOCUMENTOS DEL PROYECTO 6

3 DEFINICIÓN Y ATRIBUCIONES 7

3.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA 7

3.2 CONTRATISTA 7

3.3 PROPIEDAD O PROMOTOR 8

4 INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO 9

5 LIBRO DE ÓRDENES 10

6 CONDICIONES NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO. 11

7 PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES 12

8 DOCUMENTACIÓN PREVIA AL INICIO DE OBRAS 13

9 RECEPCIÓN PROVISIONAL 14

10 PLAZO DE GARANTÍA 15

11 RECEPCIÓN DEFINITIVA 16

12 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 17

12.1 OBJETO 17

12.2 GENERALIDADES 17

12.3 DEFINICIONES 21

12.4 DISEÑO 23

12.4.1 DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO 23

12.4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN 24

12.4.3 INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA 24

12.5 COMPONENTES Y MATERIALES 25

12.5.1 GENERALIDADES 25

12.5.2 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS 26

12.5.3 Estructuras Soporte 27
12.5.4 Inversores 28
12.6 Cableado 29
12.7 Conexión a Red 29
12.8 Medidas 29
12.9 Protecciones 30
12.10 Puesta a Tierra de las Instalaciones Fotovoltaicas 30
12.11 Armónicos y Compatibilidad Electromagnética 30
12.12 Recepción y Pruebas 31
12.13 Cálculo de la Producción Anual Esperada 32
12.14 Requerimientos Técnicos del Contrato de Mantenimiento 33
12.14.1 Generalidades 33
12.14.2 Programas de Mantenimiento 33
12.15 Garantías 34
12.15.1 Ámbito General de la Garantía 34
12.15.2 Plazos 34
13 PLIEGO CONDICIONES TÉCNICAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 36
13.1 Objeto 36
13.2 Formas de Canalizaciones 36
13.3 Trazado 36
13.4 Seguridad 37
13.5 Materiales 37
13.5.1 Cables 37
13.5.2 Terminales 37
13.5.3 Empalmes 37
13.5.4 Cintas de identificación y abrazaderas de agrupación de cables 37
13.5.5 Arena 38
13.5.6 Tubos Termoplásticos 38
13.5.7 Hormigones 38
13.5.8 Tornillería de Conexión 38

13.5.9 ASFALTOS 38
13.6 EJECUCIÓN 39
13.6.1 EXCAVACIÓN 39
13.6.2 RETIRADA DE TIERRAS 39
13.6.3 RELLENOS DE ZANJAS CON TIERRAS, ZAHORRAS, U HORMIGÓN 40
13.6.4 RELLENOS DE ZANJAS CON TIERRAS U HORMIGÓN 40
13.6.5 ASIENTO DE CABLES CON ARENA (TAMIZ 032 UNE) 40
13.6.6 COLOCACIÓN CINTA SEÑALIZACIÓN 40
13.6.7 COLOCACIÓN PROTECCIÓN MECÁNICA 41
13.6.8 COLOCACIÓN DE TAPÓN PARA TUBO 41
13.6.9 SELLADO DE TUBOS 41
13.6.10 TENDIDO 41
13.6.11 CONFECCIÓN DE TERMINALES 43
13.6.12 CONFECCIÓN DE EMPALMES 44
13.7 PRUEBAS ELÉCTRICAS 44
14 PLIEGO CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN. 45
14.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES 45
14.1.1 OBRA CIVIL 45
14.1.2 TRANSFORMADORES 45
14.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES 45
14.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS 46
14.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD 46
14.4.1 PREVENCIONES GENERALES 46
14.4.2 PUESTA EN SERVICIO 47
14.4.3 SEPARACIÓN DE SERVICIO 47
14.4.4 PREVENCIONES ESPECIALES 48
14.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN 48
14.6 LIBRO DE ÓRDENES 49

1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1 Objeto del Documento

Son objeto de este pliego de condiciones todos los trabajos de los diferentes oficios necesarios para la realización del proyecto, incluidos todos los materiales y medios auxiliares, así como la definición de la normativa legal a que están sujetos todos los procesos y las personas que intervienen en la obra y el establecimiento previo de unos criterios y medios con los que puedan estimar y valorar las obras realizadas.

2 DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Este pliego de condiciones, juntamente con la Memoria, el Estado de Mediciones, Presupuesto y Planos, son los documentos que han de servir de base para la realización de las obras.

Documentos complementarios serán el Libro de Órdenes y Asistencia en el que la dirección Técnica podrá fijar cuantas órdenes crea oportunas para la mejor realización de las obras, y todos los planos o documentos de obra que a lo largo de la misma vaya suministrando la Dirección Técnica.

3 DEFINICIÓN Y ATRIBUCIONES

A los efectos de este pliego y demás documentos del Proyecto se fijan las siguientes definiciones, recordando cuales son las atribuciones principales de cada uno de ellos.

3.1 Dirección Facultativa

Le corresponde realizar la interpretación técnica, económica y estética del Proyecto, así como señalar las medidas necesarias para llevar a cabo el desarrollo de la obra, estableciendo las adaptaciones, detalles, complementarios y modificaciones precisas para la realización correcta de la obra.

Deberá entregar a su debido tiempo los documentos que integran el Proyecto, desarrollando las soluciones de detalles y de obras que sean necesarias a lo largo de la misma.

3.2 Contratista

Es toda persona física, jurídica, pública o privada que de acuerdo con la legislación vigente se ocupa de la realización material de la obra o de una parte de ella por encargo directo de la propiedad.

No se consideran como tales los que hayan podido ser subcontratados o que trabajan según un concierto particular con el contratista o que ejecuten obras a destajo o colaboren en actividades parciales a través de acuerdos privados con él, en cuyo caso la responsabilidad en las posibles deficiencias o incumplimientos será exclusiva del contratista con quien haya establecido el convenio directo la propiedad, y de él dependerán las garantías y posibles gastos para las correcciones necesarias.

El contratista está obligado a conocer toda la reglamentación vigente y a cumplir su estricta observancia en todos los aspectos que le afecten.

Realizará la obra de acuerdo con el proyecto y con las prescripciones, órdenes y planos complementarios que la Dirección Técnica pueda ir dando a lo largo de las mismas.

Dispondrá de un encargado o un representante nominal en la obra, el cual recibirá las ordenes de la Dirección Técnica, siendo comunicadas dichas ordenes al constructor o

contratista, en caso de ausencia, por el que hubiese firmado "El enterado" de la orden escrita en el libro de órdenes.

El contratista será el responsable ante los Tribunales de los accidentes que por impericia y descuido sobrevengan en la ejecución de la obra o que pudiera causarle a terceros por descuido o inobservancia de la reglamentación vigente.

Será el único responsable de las obras contratadas con la Propiedad y no tendrá derecho a indemnización alguna por errada maniobra que cometiese durante la ejecución.

3.3 Propiedad o Promotor

Es aquella persona física o jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, con los cauces legales establecidos, una obra arquitectónica o urbanística.

Podrá exigirle a la Dirección Técnica que desarrolle iniciativas en forma técnicamente adecuadas para la ejecución de la obra, dentro de las limitaciones legales existentes.

El Propietario o Promotor, de acuerdo con lo que establece el Código Civil, podrá desistir en cualquier momento de la realización de las obras, sin perjuicio de la indemnización que, en su caso, deba satisfacer.

El Promotor estará obligado a suministrar los recursos necesarios para la buena marcha de la ejecución, abonando las Certificaciones de Obra del modo y forma que se haya establecido en el Contrato correspondiente.

Está obligado a facilitar al Técnico Superior Director, copia del Contrato a efecto de que este certifique de acuerdo con lo pactado.

En caso de no ser facilitado este documento, la Dirección Técnica certificara según criterio, e independientemente de lo preestablecido entre la Propiedad y el Contratista.

4 INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO

Corresponde exclusivamente a la Dirección Técnica la interpretación del proyecto y la consiguiente expedición de ordenes complementarias para su desarrollo. La Dirección Técnica podrá ordenar, antes de la ejecución de las obras las modificaciones que crea oportunas, siempre que no alteren las líneas generales del Proyecto, no excedan las garantías técnicas y sean razonablemente aconsejables por eventualidades surgidas durante la ejecución de los trabajos o por mejoras que sea conveniente introducir.

También la dirección Técnica podrá ordenar rehacer todo tipo de obra o partida, parcial o totalmente, si según su criterio estima que está mal ejecutada o no responde a lo especificado en el Proyecto.

5 LIBRO DE ÓRDENES

El contratista tendrá en la obra el Libro de Órdenes y Asistencia para que los Técnicos Directores de la obra consignen cuantas ordenes crean oportunas y las observaciones sobre las que deba quedar constancia.

El Contratista, firmado su enterado, se obliga al cumplimiento de lo allí ordenado si no reclama por escrito dentro de las 48 horas siguientes ante el Técnico Director.

6 CONDICIONES NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO.

Todas las condiciones no especificadas en este Pliego se regirán por la normativa aplicable.

7 PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES

El contratista tendrá que obtener los permisos, licencia y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y que sean necesarios para la obtención de la aprobación y autorización de puesta en servicio, por parte de la Delegación de Industria o de las distintas Compañías Suministradoras.

8 DOCUMENTACIÓN PREVIA AL INICIO DE OBRAS

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciar las distintas unidades, el Contratista presentará al Técnico encargado, los catálogos, cartas, muestras, Certificados de Garantía de Homologación, Fichas Técnicas, etc. de los materiales a utilizar en obra.

No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de la Obra.

Este control previo no constituye recepción definitiva y, por tanto, los materiales pueden ser rechazados por la Dirección de Obra, incluso después de ser colocados si no cumpliesen las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por otros, que cumplan las especificaciones exigidas.

Los materiales y partidas rechazados por la Dirección de Obra, por no cumplir las especificaciones exigidas, tendrán que ser retirados por el Contratista, inmediatamente y en su totalidad. De no cumplirse esta condición, la Dirección de Obra podrá mandarlos retirar por los medios que crea oportuno por cuenta de la Contrata.

Todos los materiales y elementos estarán en perfecto estado de conservación y uso, y se rechazarán aquellos que estén averiados, con defectos o deterioros.

9 RECEPCIÓN PROVISIONAL

En presencia de la Propiedad, la Contrata y la Dirección Técnica se levantará Acta de Recepción Provisional, firmada por las personas arriba indicadas, después de practicado el reconocimiento de las obras y si se estuviese conforme con todas y cada una de las especificaciones del Pliego de Condiciones.

A partir de esta fecha empezará a contar el plazo de garantía.

En caso de no admitirse las obras, la Dirección Técnica fijará un nuevo plazo en el que se deberá terminar o corregir los defectos hallados, e independientemente de esto podrá iniciarse por el afectado la reclamación legal que crea oportuna, de acuerdo con las condiciones del contrato, o por los daños y perjuicios que le pudiere haber causado el retraso.

10 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de la obra será el que al efecto se determine en el contrato de ejecución de obras y en su defecto 12 meses, contados a partir de la fecha del Acta de Recepción Provisional.

Durante este período la Contrata se obliga a realizar por su cuenta todas las obras de mantenimiento, conservación, etc. necesarias para su perfecto funcionamiento y uso.

11 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Estando las obras bien conservadas y en las mismas condiciones que en la recepción provisional, se levantará nueva Acta firmada por las mismas personas descritas en apartado anterior.

12 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

12.1 Objeto

1.1. Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este pliego. Pretende servir de guía para instalaciones y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

1.2. Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

1.3. El ámbito de aplicación de este pliego de condiciones técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

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

1.5. Este Pliego de Condiciones Técnicas se encuentra asociado a las líneas de ayudas para Promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables. Determinados apartados hacen referencia a su inclusión en la memoria a presentar con la solicitud de la ayuda o en la memoria de diseño o proyectos a presentar previamente a la verificación técnica.

12.2 Generalidades

Este pliego se aplica en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendidas en su totalidad a la red de distribución.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas.

- Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre Conservación de Energía.
- Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985, por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el Mercado de Producción de Energía Eléctrica.
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- 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.
- Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión así como las Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.

- IDAE, octubre de 2002, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, en especial: Documento Básico HE Ahorro de Energía.
- Real Decreto-Ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- Resolución de 4 de octubre de 2006, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueba el procedimiento de operación 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas.
- Orden ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Resolución de 26 de junio de 2007, de la Secretaría General de Energía, por la que se modifican las reglas de funcionamiento del mercado de producción de energía eléctrica
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- Circular 2/2007, de 29 de noviembre, de la Comisión Nacional de Energía, que regula la puesta en marcha y gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia
- - Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- - R.D. 223/08 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- - Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de

modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

- Real Decreto 1003/2010, de 5 de agosto, por el que se regula la liquidación de la prima equivalente a las instalaciones de producción de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica en régimen especial
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico
- Orden ITC/688/2011, de 30 de marzo, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de abril de 2011 y determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial
- Plan de Energías Renovables 2011-2020.
- Orden ITC/2585/2011, de 29 de septiembre, por la que se revisan los peajes de acceso, se establecen los precios de los peajes de acceso supervalle y se actualizan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial, a partir de 1 de octubre de 2011.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Derogado por Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Derogado por Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

12.3 Definiciones

- Radiación Solar: es la energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia: densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie.
- Irradiación: energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo.
- Instalaciones fotovoltaicas: aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.
- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- Línea y punto de conexión y medida: línea eléctrica mediante la cual se conectan instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- Interruptor automático de la interconexión: dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- Interruptor general: dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- Generador fotovoltaico: asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- Inversor: convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- Potencia nominal del generador: es la suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: es la suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.
- Célula solar o fotovoltaica: dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE): es una célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forma la instalación.

- Módulo o panel fotovoltaico: es un conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares definidas del modo siguiente:

    - Irradiancia solar 1000 W/m2
    - Distribución espectral AM 1,5G
    - Temperatura de célula 25ºC

- Potencia pico: potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.
- TONC: temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 w/m2 con distribución espectral AM 1,5G, la temperatura ambiente es de 20 ºC y la velocidad del viento es de 1 m/s.
- Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.
- Revestimiento: cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.
- Cerramiento: cuando los módulos constituyen el tejado o fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.
- Elementos de sombreado: cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o fachada del mismo.
- Superposición: la colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

12.4 DISEÑO

12.4.1 Diseño del Generador Fotovoltaico

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos cualificados deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, cualquier producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del I.D.A.E.

En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Cuando por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con los tres casos descritos en el apartado anterior, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la memoria de solicitud y reservándose el I.D.A.E. su aprobación.

Cuando por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con los tres casos descritos en el apartado anterior, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la memoria de solicitud y reservándose el I.D.A.E. su aprobación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el método recomendado por el I.D.A.E.

Cuando por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con los tres casos descritos en el apartado anterior, se evaluará la reducción

en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la memoria de solicitud y reservándose el I.D.A.E. su aprobación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el método recomendado por el I.D.A.E.

12.4.2 Diseño del Sistema de Monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionara medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente DC a la entrada del inversor.
- Voltaje de las fases en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con una célula o módulo de tecnología equivalente. Optativo
- Temperatura ambiente en la sombra. Optativo
- Potencia reactiva del inversor

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario. Los datos se presentarán en forma de medidas horarias.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

12.4.3 Integración Arquitectónica

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico, la memoria de solicitud y la memoria de diseño o proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las conclusiones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reformas o ampliación, verificaciones estructurales etc., que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requieran su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efecto sobre la estructura, etc.

En cualquier caso, el I.D.A.E. podrá requerir un informe de integración arquitectónica con las medidas correctoras a adoptar. La propiedad del edificio, por si o por delegación informará y certificará sobre el cumplimiento de las condiciones requeridas. Cuando sea necesario a criterio del I.D.A.E., a la memoria de diseño o proyecto se adjuntará el informe de integración arquitectónica donde se especifiquen. Las características urbanísticas y arquitectónicas del mismo, los condicionantes considerados para la incorporación de la instalación y las medidas correctoras incluidas en el proyecto de la instalación.

12.5 Componentes y Materiales

12.5.1 Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase 1 en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento.

La instalación incorpora todo los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

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

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

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

En la memoria de diseño o proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos respecto a la memoria de solicitud. Además, se

incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

12.5.2 Sistemas Generadores Fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 62215 para módulos de silicio cristalino o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria de solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobado por el I.D.A.E.

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

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

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuitos reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del 10% de los correspondientes valores nominales de catálogo.

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

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y la reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales de cada una de las ramas del generador.

12.5.3 Estructuras Soporte

Las estructuras soportes deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del I.D.A.E. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, la sobrecarga del viento y nieve, de acuerdo a la indicado en el CTE

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 realizada en acero inoxidable cumpliendo el CTE. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tomillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma que serán de acero inoxidable.

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

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

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío cumplirá el CTE para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente cumplirá las normas UNIE-37-501 y UNIE-37- 508 con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

12.5.4 Inversores

Será del tipo conexión a la red eléctrica con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada ida.

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 funcionará en modo isla.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante) incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuito en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red.

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 AC. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

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

- El inversor deberá inyectar en red, para potencias mayores del 10% de su potencia nominal.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior 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 0% a 85% de humedad relativa.

12.6 Cableado

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

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

12.7 Conexión a Red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el 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.

12.8 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

12.9 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.

En conexiones a la red trifásicas, las 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) serán para cada fase.

12.10 Puesta a Tierra de las Instalaciones Fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

12.11 Armónicos y Compatibilidad Electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en las diferentes Directivas de Compatibilidad Electromagnética:

- IEC 61000-3-4:1998 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-4: Límites. Limitación de las emisiones de corrientes armónicas en las redes de baja tensión para equipos con corriente asignada superior a 16 A.
- EN 61000-3-11:2000 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 11: Límites de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de alimentación de baja tensión. Equipos con corriente de entrada <= 75 A y sujetos a una conexión condicional.

- EN 61000-6-2:2005 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales.
- EN 61000-3-12:2005 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-12: Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada > 16 A y <= 75 A por fase.
- EN 61000-6-4:2007 Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).

12.12 Recepción y Pruebas

El instalador entregara al usuario un documento albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, centros de transformación, etc.) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

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

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y paradas en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada de acuerdo con los procedimientos explicados.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación, no obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará

hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado.

- Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para módulos fotovoltaicos que la garantía será de 8 años, contado a partir de la fecha de firma del acta de recepción provisional.
- No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno.

12.13 Cálculo de la Producción Anual Esperada

El Promotor proporcionará las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el Promotor serán los siguientes:

- Gdm(0): valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kW/m2.dia, obtenida a partir de alguna de las siguientes fuentes Instituto Nacional de Meteorología o de algún organismo autonómico oficial.
- Gdm(x,B): valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/m2.dia, obtenido a partir de la anterior, y en el que se hayan descontado las perdidas por sombreado en el caso de ser estas superiores a un 10% anual. El parámetro x representa el azimut y b la inclinación del generador.
- PR: rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, definido como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta la dependencia de la eficiencia con la temperatura, la eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad y las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.

12.14 Requerimientos Técnicos del Contrato de Mantenimiento

12.14.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento correctivo y preventivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los fabricantes.

12.14.2 Programas de Mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaicas conectadas a la red.

Se definen 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 esta:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 1.13.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el conecto 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 del periodo de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral para el resto en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor y centro de transformación.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas.

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.

Registro de las operaciones de mantenimientos realizadas en el libro de mantenimiento, que el que constara la identificación del personal de mantenimiento.

12.15 Garantías

12.15.1 Ámbito General de la Garantía

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

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

12.15.2 Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de dos años para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía mínima será de 25 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar

para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

13 PLIEGO CONDICIONES TÉCNICAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

13.1 Objeto

Este documento establece los criterios que han de cumplirse en la ejecución de la línea subterránea de interconexión entre los centros de transformación de la instalación fotovoltaica Charquillos

13.2 Formas de Canalizaciones

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones entubadas de máximo 5 tubos, que transcurrirán por terreno particular del interior de la instalación fotovoltaica.
- Canalizaciones con cable directamente enterrado sobre el terreno.

13.3 Trazado

Las canalizaciones, discurrirán por terreno particular del interior del vallado de la instalación, en todos los casos pasando por zonas específicamente reservadas para ello. El trazado será lo más rectilíneo posible, evitándose ángulos pronunciados.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el terreno, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios o trazados de otras líneas 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.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que, durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

13.4 Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

13.5 Materiales

13.5.1 Cables

Los cables instalados cumplirán lo especificado en la Norma UNE 21022 y serán del tipo indicado en el proyecto.

Su sección será la indicada en el proyecto.

13.5.2 Terminales

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable. Serán de exterior o enchufables.

13.5.3 Empalmes

Serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.

13.5.4 Cintas de identificación y abrazaderas de agrupación de cables

Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

13.5.5 Arena

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. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE)
Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo. Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

13.5.6 Tubos Termoplásticos

Los tubos tendrán un diámetro mínimo de 50 mm y serán de material termoplástico (libre de halógenos).

13.5.7 Hormigones

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH90. El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos, si se utilizase, será del tipo HM-50.

13.5.8 Tornillería de Conexión

La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal. Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.

13.5.9 Asfaltos

Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto, etc.).

13.6 Ejecución

13.6.1 Excavación

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos especificados y con las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el proyecto.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atendrá a lo dispuesto en las especificaciones técnicas detalladas en la memoria. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm. En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocase en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas/caminos serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas. La zanja se realizará lo más recta posible.

13.6.2 Retirada de Tierras

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevará a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente o se extenderá por la finca siempre buscando la mejor solución.

13.6.3 Rellenos de zanjas con tierras, zahorras, u hormigón

Una vez colocadas las protecciones del cable, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida, una vez compactado.

13.6.4 Rellenos de zanjas con tierras u hormigón

El relleno de zanjas en cruces se realizará con zahorras, o con hormigón HM-50, hasta la cota inferior del firme.

13.6.5 Asiento de cables con arena (tamiz 032 UNE)

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena, si así se decide, de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

13.6.6 Colocación Cinta Señalización

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

13.6.7 Colocación Protección Mecánica

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso.
Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

13.6.8 Colocación de Tapón para Tubo

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

13.6.9 Sellado de Tubos

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por la Dirección de Obra. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

13.6.10 Tendido

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.
La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.
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.
El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y construidos 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.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena.

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sean inferiores a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de 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.

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., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² o al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0ºC, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos.

En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.

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

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínimas de 10 cm entre líneas.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta.

13.6.11 Confección de Terminales

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductora. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

13.6.12 Confección de Empalmes

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por el Director de Obra, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

13.7 Pruebas Eléctricas

Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a verificaciones, para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios.

- Se comprobará la continuidad y orden de fases.
- Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.
- Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y, en su caso, del aislamiento.

14 PLIEGO CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.

14.1 Calidad de los Materiales

14.1.1 Obra Civil

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones deberá cumplir con todas las especificaciones exigidas por el Promotor al fabricante

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo 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.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

14.1.2 Transformadores

El transformador que instalar será el recogido en la memoria del proyecto. Se instalará según la guía de montaje facilitada por el fabricante.

14.2 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.

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.

14.3 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.

Asimismo, 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.

14.4 Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad

14.4.1 Prevenciones Generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación 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 del 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.
- 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.

14.4.2 Puesta en Servicio

- 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.

14.4.3 Separación de Servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la aparamenta y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

14.4.4 Prevenciones Especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40ºC, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100ºC.
- 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.

14.5 Certificados y Documentación

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- 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 Eléctrica suministradora.

14.6 Libro de Órdenes

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

Murcia, septiembre de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.



José Manuel Zambudio Bravo

Ingeniero Industrial

COIIRM. Colegiado nº 1.074

SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

synergia
Energy Solutions

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

REV 2. SEP. 2024

ÍNDICE

1. MEMORIA 5

1.1. OBJETO 5

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS 5

1.2.1. DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 5

1.2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES 5

1.2.3. EMPLAZAMIENTO 6

1.2.4. ACCESOS. 6

1.2.5. ALCANCE 6

1.3. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA 7

1.4. MATERIALES PREVISTOS EN LA CONSTRUCCIÓN 7

1.5. INSTALACIONES PARA EL PERSONAL 8

1.5.1. INSTALACIONES PROVISIONALES 8

1.6. PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA 11

1.7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS 13

1.8. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES 13

1.9. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS 16

1.10. PROTECCIONES COLECTIVAS 16

1.11. PROTECCIONES PERSONALES 16

1.12. MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO 18

1.12.1. OBRA CIVIL 18

1.12.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS. 20

1.12.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES. 25

1.13. MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES 25

1.13.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES 25

1.13.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS. 26

1.13.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES 28

1.14. INSTALACIONES SANITARIAS 28

1.15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL 29
1.15.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 29
1.15.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES 29
1.15.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD 29
1.15.4. PROTECCIONES PERSONALES 30
1.15.5. PROTECCIONES COLECTIVAS 31
1.16. MAQUINARIA 31
1.16.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA 31
1.16.2. CAMIÓN GRÚA 31
1.16.3. HORMIGONERA 32
1.17. SOLDADURA 32
1.17.1. SOLDADURA ELÉCTRICA 32
1.17.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE 33
1.18. MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER) 33
1.19. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO 34
1.20. COMPRESOR 34
1.21. MARTILLO NEUMÁTICO 34
1.22. VIBRADOR 35
1.23. SIERRA CIRCULAR 35
1.24. MEDIOS AUXILIARES 35
1.24.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS 35
1.24.2. ANDAMIOS COLGADOS 35
1.24.3. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS 36
1.24.4. ESCALERA DE MANO 36
1.25. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS 36
2. PLIEGO DE CONDICIONES 38
2.1. OBJETO 38
2.1.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN 38
2.1.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 40
2.1.3. PROTECCIONES COLECTIVAS 43
2.1.4. PROTECCIONES INDIVIDUALES 43

2.1.5. MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS 46
2.1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS 46
2.1.7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 48
2.1.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN 48
2.1.9. SERVICIOS MÉDICOS 51
2.1.10. ACTIVIDADES FORMATIVAS 51
2.1.11. NORMAS REFERENTES AL PERSONAL EN OBRA 52
2.1.12. TRATAMIENTO DE LOS ACCIDENTES 54
2.1.13. ACCIONES A SEGUIR ANTE CASO DE ACCIDENTE LABORAL 55
2.1.14. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL 55
2.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES 56
2.2.1. LIBRO DE INCIDENCIAS 57
2.2.2. SEGUROS 57
2.2.3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 58
3. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE 60
3.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES 60
3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS 61
3.3. PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS 62
3.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 62
3.5. FORMACIÓN Y REUNIONES 62
3.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD 63
4. PLANOS 64

1. MEMORIA

1.1. OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El "Estudio de Seguridad y Salud" se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Construcción.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria general del proyecto, por lo que en este apartado se recogen de forma resumida sus características principales.

1.2.1. DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Denominación del Proyecto: **PLANTA FOTOVOLTAICA BELVIS**

El presente Estudio de Seguridad y Salud está dirigido, dentro del proyecto, a la obra civil del proceso de construcción de la planta fotovoltaica.

1.2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES

El presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a la cantidad de **dos millones seiscientos sesenta y cinco mil ciento diecinueve euros con tres céntimos (2.665.119,03 €)**

El plazo de ejecución para la realización del proyecto se ha estimado en **doce (12) meses**.

Sobre la base de los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de operarios trabajando simultáneamente en el proyecto alcanzará la cifra de **quince (15) personas**.

1.2.3. EMPLAZAMIENTO

La planta fotovoltaica Belvis se encuentra en el término municipal de Paracuellos de Jarama (Madrid), en la parcela 223 del polígono 1.

1.2.4. ACCESOS.

El mejor acceso a la planta se realizará desde el camino municipal “Camino del Valle del Jarama”. La ruta de acceso se encuentra detallada en el plano de acceso, en el apartado de planos.

1.2.5. ALCANCE

Las obras a realizar pueden clasificarse en:

• Obras civiles de ejecución de:

- Excavaciones.
- Rellenos.
- Cimentaciones.
- Canalizaciones para conducciones.
- Drenajes.
- Centros de transformación.

• Montaje equipos e instalaciones:

- Estructuras fijas.
- Instalación eléctrica y de control.

El tipo de obras hace que haya que prever su ejecución con más de un contratista.

1.3. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

- Escaleras de mano.
- Hormigonera eléctrica.
- Soldadora.
- Mesa sierra circular.
- Camión hormigonera.
- Motovolquete (Dumper).
- Grupo de compresores y grupo electrógeno.
- Martillo.
- Camión Dumper.
- Camión grúa.
- Poleas eléctricas

1.4. MATERIALES PREVISTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra. Tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de construcción.

1.5. INSTALACIONES PARA EL PERSONAL

1.5.1. INSTALACIONES PROVISIONALES

A) Generalidades

El deber de protección de la seguridad y salud de los trabajadores que el artículo 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de noviembre de 1995 encomienda al empresario incluye todos los aspectos relacionados con el trabajo.

En este sentido amplio es contemplada la planificación de la prevención en el artículo 15 de la citada Ley como uno de los principios generales de la acción preventiva, que debe buscar la integración de la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

Precisamente entre dichas condiciones de trabajo, el artículo 4º.7 de la misma Ley enumera, en primer lugar, las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.

Las obras de construcción como centro específico de trabajo encuadrado en el marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales no podían ser ajenas a las prescripciones anteriores.

Y así, en cumplimiento del principio de integración de la actividad preventiva desde el momento mismo del proyecto empresarial, que impregna el nuevo enfoque de la prevención, el artículo 5º del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece, como parte del contenido mínimo del plan de seguridad y salud, la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En cumplimiento de las prescripciones citadas anteriormente se procede a analizar las características de estas instalaciones:

Dado el volumen de trabajadores previsto, es necesario aplicar una visión global de los problemas que plantea el movimiento concentrado y simultáneo de personas dentro de ámbitos cerrados en los que se deben desarrollar actividades cotidianas, que exigen

cierta intimidad o relación con otras personas. Esas circunstancias condicionan su diseño.

Al diseñarlas, se ha intentado dar un tratamiento uniforme, contrario a las prácticas que permiten la dispersión de los trabajadores en pequeños grupos repartidos descontroladamente por toda la obra, con el desorden por todos conocido y que es causa del aumento de los riesgos de difícil control, falta de limpieza de la obra en general y aseo deficiente de las personas.

Los principios de diseño han sido los que se expresan a continuación:

1. Aplicar los principios que regulan estas instalaciones según la legislación vigente, con las mejoras que exige el avance de los tiempos.
2. Dar el mismo tratamiento que se da a estas instalaciones en cualquier otra industria fija; es decir, centralizarlas metódicamente.
3. Dar a todos los trabajadores un trato igualitario de calidad y confort, independientemente de su raza y costumbres o de su pertenencia a cualquiera de las empresas: principal o subcontratadas, o se trate de personal autónomo o de esporádica concurrencia.
4. Resolver de forma ordenada y eficaz las posibles circulaciones en el interior de las instalaciones provisionales, sin graves interferencias entre los usuarios.
5. Permitir que se puedan realizar en ellas de forma digna reuniones de tipo sindical o formativo, con tan sólo retirar el mobiliario o reorganizarlo.
6. Organizar de forma segura el ingreso, estancia en su interior y salida de la obra.

B) Instalaciones provisionales para los trabajadores con módulos prefabricados metálicos comercializados:

b.1 Ubicación y montaje

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se ubicarán en el interior de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

Se montarán sobre una cimentación ligera de hormigón. Tendrán un aspecto sencillo, pero digno. Deberán retirarse al finalizar la obra.

Se ha modulado cada una de las instalaciones de vestuario para **15 trabajadores**, de tal forma que den servicio a todos los trabajadores adscritos a la obra según la curva de contratación.

b.2 Cuadro informativo de dotación mínima.

Superficie de vestuario aseo:	15 trabajadores x 2 m. = 30 m.
Superficie de comedor:	15 trabajadores x 2 m. = 30 m.
Nº de módulos necesarios:	30 m. / 30 (sup. mod.) = 1 unid.
Nº de retretes:	15 trabajadores / 25 (unid./trab.) = 1 unid.
Nº de lavabos:	15 trabajadores / 10 (unid./trab.) = 2 unid.
Nº de duchas:	15 trabajadores / 10 (unid./trab.) = 2 unid.

b.3 Vestuarios

El cuarto vestuario dispondrá de armarios o taquillas individuales para dejar la ropa y efectos personales; dichos armarios o taquillas estarán provistos de llave.

Los vestuarios serán de fácil acceso, tendrán las dimensiones suficientes y dispondrán de asientos e instalaciones de forma que se permita a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad, etc.), la ropa de trabajo se podrá guardar separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

b.4 Duchas y lavabos

Adosadas o próximas a los vestuarios estarán las salas de aseo dispuestas con lavabos y duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas tendrán dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene; dispondrán de agua corriente, caliente y fría.

Los lavabos contarán con agua corriente, caliente y fría.

Si las duchas y los lavabos y aseos estuvieran separados, la comunicación entre unos y otros será fácil.

Los vestuarios, duchas y lavabos estarán separados para hombres y mujeres, o se preverá una utilización por separado de los mismos.

b.5 Retretes

Los retretes estarán dispuestos en las proximidades.

Estarán separados para hombres y mujeres, o se preverá su utilización por separado.

b.6 Agua potable

Los trabajadores dispondrán en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, siendo suministrada periódicamente.

1.6. PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

A) Botiquín:

De acuerdo con el apartado 14 del Real Decreto 1627/97 y el apartado A del Real Decreto 486/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se recoge a continuación, indicándose también los centros asistenciales más cercanos a los que trasladar los trabajadores que puedan resultar heridos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
TIPO DE ASISTENCIA	Ubicación	DISTANCIA Y TIEMPO DE LLEGADA
Primeros auxilios	Botiquín portátil.	En obra.
Accidentes graves	Hospital Universitario Infanta Sofía (Alcobendas)	12 km., 25 min.

Se dispondrá de un botiquín portátil de primeros auxilios en los vestuarios.

Cada botiquín contendrá: agua oxigenada, alcohol de 96º, un antiséptico, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, bolsas de goma para hielo y agua, guantes esterilizados, colirio estéril.

En el botiquín se dispondrá un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los teléfonos de los centros hospitalarios más próximos: médico, ambulancias, bomberos, policía, etc.

B) Medicina preventiva:

Con el fin de lograr evitar en la medida de lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de toxicomanías peligrosas, el Contratista adjudicatario y los subcontratistas, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realizarán los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores en esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Asimismo, exigirá su cumplimiento puntualmente, al resto de las empresas que sean subcontratadas por cada uno de ellos para esta obra.

C) Emergencias:

Debe disponerse de un cartel claramente visible en el que se indiquen los centros asistenciales más próximos a la obra en caso de accidente.

Emergencias:

Emergencias: Teléfono 112

Información Toxicológica: 915 620 420

Bomberos: Teléfono 112

Policía Local: Teléfono 092

Guardia Civil: Teléfono 062

Policía Nacional: Teléfono 091

1.7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

- Queda prohibida la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Se tendrán los extintores en lugares próximos a los puntos de trabajo, así como en las instalaciones fijas de la obra, estando estos situados en todo momento en lugar visible y de fácil acceso a todo el personal de la obra.

Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar, de 6 kg. de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legalmente mediante concierto con una empresa autorizada.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor, en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra EXTINTOR.

1.8. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES

Sobre la base de los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de operarios trabajando simultáneamente alcanzará la cifra de 20.

La construcción de la planta fotovoltaica se realizará durante siete meses, a partir de la fecha de comienzo de las obras, cuyas fases se desarrollarán de acuerdo al siguiente programa:

	Duración	Comienzo	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Capítulo I: Ingeniería	6 sem	sem 1	sem 6																											
1. Ingeniería de detalle	6 sem	sem 1	sem 6																											
Capítulo II: Compras	10 sem	sem 2	sem 11																											
2. Compras civiles y mecánicas.	8 sem	sem 2	sem 9																											
Principales subcontratas civiles	8 sem	sem 2	sem 9																											
Edificios de obras	1 sem	sem 3	sem 3																											
Vallado perimetral	1 sem	sem 2	sem 2																											
Principales subcontratas mecánicas	2 sem	sem 4	sem 5																											
Perforación y señalización de pilotes	2 sem	sem 4	sem 5																											
Estructuras (hincas +seguidor)	2 sem	sem 4	sem 5																											
3. Compras eléctricas	3 sem	sem 6	sem 8																											
Módulos fotovolticos.	1 sem	sem 7	sem 7																											
Estaciones de potencia	1 sem	sem 6	sem 6																											
Cable MT	1 sem	sem 8	sem 8																											
Cable BT y tierra	1 sem	sem 8	sem 8																											
Principales subcontratas eléctricas	2 sem	sem 7	sem 8																											
4. Compras de comunicación y control	3 sem	sem 9	sem 11																											
Cable de fibra óptica	1 sem	sem 9	sem 9																											
Sistema de seguridad	1 sem	sem 11	sem 11																											
Estaciones meteorológicas	1 sem	sem 11	sem 11																											
Capitulo III: Construcción y comisionado	24 sem	sem 10	sem 24																											
1. Llegada de suministros	19 sem	sem 6	sem 21																											
2. Construcción campo solar	24 sem	sem 1	sem 24																											
Civil	6 sem	sem 1	sem 6																											
Trabajos de topografía	2 sem	sem 1	sem 2																											
Trabajos de pull out, geotécnico	1 sem	sem 1	sem 1																											
Carreteras internas / perimetrales	3 sem	sem 4	sem 6																											
Vallado perimetral	2 sem	sem 2	sem 3																											
Desbroce y eliminación de capa vegetal	1 sem	sem 2	sem 2																											
Movimiento de tierras	4 sem	sem 3	sem 6																											
Instalación de fundiciones para CT	2 sem	sem 4	sem 5																											
Mecánico	9 sem	sem 7	sem 15																											
Hincado	4 sem	sem 7	sem 10																											
Instalación de estructura	4 sem	sem 10	sem 14																											
Instalación de módulos	4 sem	sem 12	sem 15																											
Estaciones de potencia - emplazamiento	2 sem	sem 9	sem 10																											
Eléctrico	12 sem	sem 11	sem 22																											

	Duración	Comienzo	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Zanja MT	8 sem	sem 11	sem 18																											
Zanjas BT	8 sem	sem 11	sem 18																											
Tendido de cable de tierra	6 sem	sem 12	sem 17																											
BT tendido zanja / MT tendido zanja	6 sem	sem 12	sem 17																											
Inversor string - instalación	7 sem	sem 13	sem 19																											
Conexionado de tierras	6 sem	sem 14	sem 19																											
Conexionado de inversores con CT	3 sem	sem 16	sem 18																											
Conexiones de tierra en estructuras	4 sem	sem 16	sem 19																											
Conexionado series de paneles	9 sem	sem 14	sem 22																											
Conexionado CT línea MT	1 sem	sem 18	sem 18																											
Comunicación y control	10 sem	sem 15	sem 24																											
Tendido cáble de fibra óptica	4 sem	sem 15	sem 18																											
SCADA - trabajos en estaciones de potencia	6 sem	sem 19	sem 24																											
Estaciones meteorológicas - instalación	5 sem	sem 19	sem 23																											
Fusionado	3 sem	sem 18	sem 20																											
3. Comisiónado	6 sem	sem 21	sem 27																											

1.9. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

La obra se ha presupuestado en un total de **2.665.119,03 €**

1.10. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Los bordes de las excavaciones profundas quedarán protegidos mediante vallas "tipo ayuntamiento", ubicadas a 2 m del borde de la misma (mínimo 1 m).
- Se colocarán carteles indicativos de los distintos riesgos existentes: en los accesos a la obra, en los distintos tajos y en la maquinaria.
- Se establecerán pasarelas de madera para el paso de personal sobre las zanjas, formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeadas de barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listones intermedios y rodapiés.
- Se colocarán topes de retroceso de vertidos y descargas en los bordes de las excavaciones.
- Se instalarán señales de "Peligro indefinido" y otras que se consideren necesarias, a las distancias que marca el Código de Circulación, en prevención de riesgo de colisiones por existir tráfico de camiones. Si se realizan trabajos nocturnos, estas señales quedarán debidamente iluminadas en las condiciones antes indicadas.
- Se instalarán extintores en diferentes puntos de la obra, en la puerta del almacén de productos inflamables si existe, al lado del cuarto eléctrico general, dentro de la caseta de vestuarios y en la oficina de obra.
- La protección eléctrica se basará en la instalación de interruptores diferenciales de media, alta y baja sensibilidad, colocados en el cuadro general, combinados con la red general de toma de tierra, en función de las tensiones de suministro.
- Se comprobará que toda la maquinaria, herramienta y medios auxiliares disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la norma vigente.

1.11. PROTECCIONES PERSONALES

Los Equipos de Protección Individual (E.P.I.) deberán utilizarse cuando los riesgos no puedan limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o métodos o

procedimientos de organización de trabajo. Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos en el proyecto son las siguientes:

- **Casco de seguridad - Clase N:** cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, caída de objetos o contactos eléctricos.
- **Plantilla-soldadura de cabeza:** en trabajos de soldadura eléctrica.
- **Gafas contra proyecciones:** para trabajos con posible proyección de partículas; protege solamente ojos.
- **Gafas contra polvo:** para utilizaren ambientes pulvígenos.
- **Mascarilla contra polvo:** se utilizará cuando la formación de polvo durante el trabajo no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.
- **Mascarilla contra pintura y presencia de biogás:** se utilizará en aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la pulverización de la pintura o presencia de biogás. Poseerá filtro recambiable específico para el tipo de pintura que se emplee.
- **Protector auditivo de cabeza:** en aquellos trabajos en que la formación de ruido sea excesiva
- **Cinturón de seguridad:** para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio.
- **Cinturón antivibratorio:** para conductores de Dumpers y toda máquina que se mueva por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen martillos neumáticos.
- **Mono de trabajo:** para todo tipo de trabajo.
- **Calzado de seguridad:** para todo tipo de trabajo.
- **Cinturón de seguridad:** cuando exista riesgo de caída desde las alturas.
- **Traje impermeable:** para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones, o embolsamiento de aguas.

- **Guantes de goma:** cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.
- **Guantes de cuero:** para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.
- **Guantes aislantes:** se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.
- **Guantes para soldador:** para trabajos de soldaduras, lo utilizarán tanto el oficial como el ayudante.
- **Manguitos para soldador:** en especial para la soldadura por arco eléctrico y oxicorte.
- **Polainas para soldador y Mandil de cuero:** para trabajos de soldadura y oxicorte.
- **Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión, herramientas aisladas y banquetas:** para trabajos en tensión o con elementos que hayan estado o pudieran estar en tensión.

Siempre que exista homologación M.T., las protecciones personales utilizables se entenderán homologadas.

1.12. MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

1.12.1. OBRA CIVIL

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de Obra Civil:

- Excavaciones de zanjas, fosos de cimentación, etc.
- Trabajos varios en hormigón.
- Trabajos con acero (ferralla).
- Trabajos de encofrado, entibación y apuntalamiento.
- Cimentaciones, muros, pilares, vigas, forjados, solados.
- Carpintería metálica y cerrajería.

- Pintura y demás obras de acabado.

1.12.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Atropello, golpes y colisiones originadas por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de maquinaria.
- Aplastamiento en operaciones de carga y descarga.
- Dermatosis debido al contacto de la piel con cemento.
- Contacto con sustancias corrosivas, salpicaduras de pintura en ojos.
- Neumoconiosis debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caídas en altura de personas en las fases de encofrado, puesta en obra del hormigón y desencofrado, así como en el montaje de equipos e instalaciones. Caídas y descubrimiento del personal en planos inclinados de excavación Generación de polvo, contacto con hormigón.
- Lesiones oculares.
- Explosiones e incendios.
- Desmoronamiento de tierras, hundimientos.
- Intoxicación por desprendimiento de gases de filtración.
- Inhalación de gases tóxicos en procesos de oxicorte.
- Cortes en extremidades del cuerpo o quemaduras en procesos de oxicorte.
- Pinchazos, frecuentemente en los pies, en la fase de desencofrado.
- Incrustaciones de virutas en proceso con sierra circular.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Trabajos sobre pavimentos deslizantes, húmedos o mojados.
- Desprendimientos por mal apilado de elementos.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, tenazas, destornilladores, clavos, etc.)

- Rotura de soportes de andamios, deslizamiento de escaleras inadecuadas.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Caída de tableros o piezas de madera al encofrar y desencofrar.
- Accidentes por eventual rotura de los hierros en el encofrado de los mismos.
- Caídas desde altura.
- Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.
- Electrocuciones.

1.12.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

1.12.2.1. EXCAVACIONES Y RELLENOS

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor.
- Las paredes de excavaciones se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Los pozos de cimentación así como de arquetas, zanjas, etc. estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- La estancia de personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales, estará prohibida.
- La limpieza normal del fondo de los fosos y las excavaciones manuales a más de 3 m de profundidad se realizarán por dos personas, situándose una de ellas fuera del pozo para auxiliar a la otra si fuera necesario.

- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura (mínimo 3 tablones de 7 cm de espesor), bordeadas con barandillas sólidas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m el borde de la zanja, y estarán amarrados firmemente al borde superior.
- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde, en prevención de los vuelcos por sobrecarga.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la Dirección Facultativa. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido, por la Dirección facultativa, siguiendo sus instrucciones expresas.
- Es obligatoria la entibación en zanjas con profundidad superior a 1,50 m cuyos taludes sean menos tendidos que los naturales.
- La desentibación a veces conlleva un peligro mayor que el entibado. Se realizará en operaciones inversas a las que se haya procedido en la entibación, siendo realizados y vigilados los trabajos por personal competente.
- Todas las excavaciones con más de 2 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche para evitar riesgo de caída en ellas.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Formación y conservación de un murete, en borde de rampa, para tope de vehículos.

1.12.2.2. OTROS TRABAJOS O.C. (HORMIGÓN, FERRALLA, ENCOFRADO, ETC.)

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar su caída a otro nivel.
- Se cumplirán fielmente las normas de desencofrado, acuñamiento de puntales, etc.

- Cuando la grúa eleve materiales (equipos, ferrallas, ladrillos, etc.) el personal no estará debajo de las cargas suspendidas.
- Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente después de haber desencofrado, retirando los que pudieran haber quedado sueltos por el suelo mediante barrido y apilado. Además se limpiará convenientemente la madera.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe de ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para volverlos a utilizar.
- Durante la elevación de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de las personas bajo cargas suspendidas.
- Las barras se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se establecerán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar encima de éstas. De idéntica manera se marcarán pasos sobre forjados antes del hormigonado, para facilitar en lo posible esta tarea.
- La maniobra de ubicación “in situ” de las armaduras de pilares y vigas suspendidas, se ejecutarán por un mínimo de tres operarios, dos guiando con sogas, en dos direcciones, el pilar o viga suspendida, mientras un tercero procede manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo acceso a él la grúa, las cargas suspendidas no deban pasar por encima de los montadores.
- Se establecerá un entablado perimétrico en tomo a la dobladora mecánica de ferralla, para evitar las caídas por resbalón o los contactos con la energía eléctrica.
- La carcasa de la dobladora estará conectada a tierra.
- Las borriquetas para armado serán autoestables, para garantizar que no caiga la labor en fase de montaje sobre los pies de los montadores.

1.12.2.3. HORMIGONADO PARA VERTIDO DIRECTO (CANALETA)

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta el cimiento, se colocarán escaleras reglamentarias.

1.12.2.4. PINTURA

- Se evitará en lo posible el contacto directo de todo tipo de pinturas con la piel.
- El vertido de pinturas y materias primas sólidas como pigmentos, cemento y otros se llevará a cabo desde poca altura para evitar salpicaduras y formación de nubes de polvo.
- Cuando se trabaje con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, estará prohibido fumar, comer y beber mientras se manipulen. Las actividades que se han prohibido se realizarán en otro lugar aparte y previo lavado de manos.

- Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación se alejarán del trabajo las fuentes radiantes de calor, tales como trabajos de soldadura oxicorte u otras, teniendo previsto en las cercanías del tajo, un extintor adecuado de polvo químico seco.
- El almacenamiento de pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables deberán hacerse en recipientes cerrados alejados de fuentes de calor; en particular, cuando se almacenen recipientes que contengan nitrocelulosa se deberá realizar un volteo periódico de los mismos para evitar el riesgo de inflamación. El local estará perfectamente ventilado y provisto de extintores adecuados.
- El almacén de pinturas, si tuviese riesgo de ser inflamable, se señalizará mediante una señal de “peligro de incendio” y un cartel con la leyenda “prohibido fumar”.
- El almacén de pintura estará protegido contra incendios mediante un extintor polivalente de polvo químico seco, ubicado junto a la puerta de acceso.

1.12.2.5. OTRAS PROTECCIONES

- Todas las máquinas accionadas eléctricamente, tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se paralizarán los trabajos de montaje, recogiendo todas las herramientas y elementos sueltos, cuando se trabaje en alturas y haya un viento superior a 50 km/h.
- Las escaleras estarán provistas de algún mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.
- En el Plan de Seguridad a presentar por el Contratista se especificarán las zonas de almacenamiento de las botellas que contengan los distintos gases combustibles.

- Los soldadores serán profesionales cualificados; a cada uno de ellos se le proporcionarán las reglas de seguridad para trabajos de corte y soldadura, comprobando la Dirección Facultativa su perfecto conocimiento y exigiendo su cumplimiento.

1.12.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco de seguridad homologado.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua, guantes y botas con suela reforzada anti-clavo.
- Empleo de cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.
- Gafas protectoras, en trabajos de corte de chapa o elementos de maquinaria o estructurales.
- Gafas antipolvo, gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero para trabajos con ferralla y acero.
- Mascarilla antipolvo de filtro mecánico recambiable.
- Mandil y manoplas de cuero para ferrallistas.
- El operario que trabaje en perforaciones en roca estará provisto de cascos auriculares y de cinturón de seguridad para trabajos de altura.

1.13. MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de montaje de equipos y su instalación.

1.13.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Superposición de tajos.
- Interferencias con otras empresas.
- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.

- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de estructura.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.
- Intoxicación.

1.13.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Para evitar la superposición de tajos se programarán los trabajos de manera que no coincidan en la misma vertical, y si no pudiera evitarse, se emplearán protecciones apropiadas resistentes, que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical. Se señalizará y vigilará en los casos en que el punto anterior no se pueda cumplir.
- Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de equipos, estructuras, etc.

- Se compactará aquella superficie del solar que deba de recibir los transportes de alto tonelaje, según se señale en los planos.
- Los equipos pesados se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.
- Los equipos se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.
- Las maniobras de ubicación “in situ” (montaje) serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán la maquinaria mediante sogas sujetas a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador además amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge-pinzas.
- Se prohíbe tender mangueras o cables eléctricos de forma desordenada.
- Las botellas de gases en uso en la obra permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.
- Se prohíbe trepar o bajar directamente por la estructura.

- Se prohíbe desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.
- El ascenso o descenso a/de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m la altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura en exteriores se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.

1.13.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de polietileno (preferiblemente con barboquejo).
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

1.14. INSTALACIONES SANITARIAS

De acuerdo con el número de personas previsto por cada Contratista, las Instalaciones Sanitarias a montar por cada Contratista consistirán en una o dos casetas, dotadas de aseos, vestuario y local para comedor.

1.15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

1.15.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Contratista se gestionará la acometida de energía eléctrica para la obra. Se encargará de situar el cuadro general de mando y protección cumpliendo con todos los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Estará dotado de interruptor general tetrapolar de corte automático, interruptores omnipolares y protecciones contra faltas a tierras, sobrecargas y cortocircuitos, mediante interruptores magnetotérmicos de 20 kA de poder de corte y diferenciales de 300 mA en cabecera y en las salidas a cuadros secundarios. En caso de existir cuadros secundarios, los interruptores diferenciales de las salidas serán bien de 30 mA, o bien regulables por debajo de 300 mA, conectados a las bobinas de disparo de los correspondientes interruptores.

Del cuadro principal saldrán circuitos de alimentación a los cuadros secundarios si existen, para alimentación a máquinas, etc. Será en estos cuadros en los que se dispongan en las salidas interruptores diferenciales de 30 mA.

Todos los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión de 1000 V. No dispondrán de zonas en las cuales el conductor quede libre a la vista y sus empalmes, de haberlos, estarán perfectamente realizados según la normativa vigente y encintados de manera que no produzcan disparos de los interruptores diferenciales de salida por fugas.

1.15.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas en altura.

1.15.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Quedará terminantemente prohibido puentear las protecciones.

- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso, estarán protegidos adecuadamente.
- Si existen tramos aéreos, el tensado de conductores se realizará con piezas especiales sobre apoyos.
- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general, caso de emplearse, y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que puedan alcanzarse con facilidad, estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a las zonas donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección o sean causantes de disparos en las protecciones.
- Cuando por su longitud deban efectuarse empalmes en las tiradas de cable, éstas serán resistentes a tracción mecánica. El embornado y encintado será hecho de forma que se garantice el aislamiento de los conductores y se evite todo tipo de fugas.

1.15.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.

- Guantes aislantes.
- Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

1.15.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se realizará mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.
- Los aparatos portátiles eléctricos que sean necesarios emplear, se desconectarán de la red automáticamente si están fuera de control (pulsadores en lugar de interruptores de mando en el mismo aparato).

1.16. MAQUINARIA

A continuación, se refieren los riesgos más frecuentes en el uso de la maquinaria:

1.16.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

1.16.2. CAMIÓN GRÚA

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

1.16.3. HORMIGONERA

La práctica totalidad del hormigón que se utilizará en obra será de elaboración en central, transportándose en camión y vertido con bomba en unos casos y cubo con grúa en otros.

- Dermatosis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de carretillas.
- Atrapamientos por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.
- Contactos eléctricos.
- Rotura de tubería por desgaste y vibraciones.
- Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos violentos en el extremo de la tubería.

1.17. SOLDADURA

1.17.1. SOLDADURA ELÉCTRICA

- Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco, y afectan no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesto a ellas. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio sobre el resto de la obra, con el fin de evitarlo de forma eficaz.

1.17.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada; para evitar accidentes por confusión de los gases, las botellas se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.
- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizando herramientas como alicates o tenazas que además de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.
- Apilar tendidas en el suelo las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición “de pie”, atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

1.18. MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER)

- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Caída de personas.
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.

1.19. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

1.20. COMPRESOR

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco, por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

1.21. MARTILLO NEUMÁTICO

Las operaciones deberán ser desarrolladas por varias cuadrillas distintas, de forma que pueda evitarse la permanencia constante en el mismo y/u operaciones durante todas las horas de trabajo, para evitar lesiones en órganos internos. Los operarios que realicen estos trabajos deberán pasar reconocimiento médico mensual de estar integrados en el trabajo de picador. Las personas encargadas del manejo del martillo deberán ser especialistas en el manejo del mismo.

Antes del comienzo de un trabajo se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmiten al terreno.

Se prohíbe realizar trabajos por debajo de la cota del tajo de martillos rompedores.

Se evitará apoyarse a horcajadas sobre la culata de apoyo, en evitación de recibir vibraciones indeseables.

1.22. VIBRADOR

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

1.23. SIERRA CIRCULAR

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.
- Calzado con plantilla anticlavo.

1.24. MEDIOS AUXILIARES

Los riesgos más frecuentes son:

1.24.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.

1.24.2. ANDAMIOS COLGADOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.

1.24.3. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.

1.24.4. ESCALERA DE MANO

- Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

1.25. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Siempre que se realice cualquier tipo de operación en las instalaciones eléctricas, ya sea durante el proceso de puesta en servicio o en posteriores operaciones de mantenimiento, deberán observarse las siguientes disposiciones (las “cinco reglas de oro”).

1) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
2) Bloquear los aparatos de corte.
3) Verificarla ausencia de tensión.
4) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5) Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

Antes de realizar cualquier tipo de maniobra, deberán tenerse en cuenta las siguientes premisas:

- No accionar nunca un seccionador en carga.
- Siempre que haya que cortar servicio en un circuito en carga, primero deberá accionarse el interruptor de apertura de carga o del interruptor automático.
- Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra (p.a.t.) se comprobará la ausencia de tensión.
- Antes de restablecer servicio en un circuito se comprobará que estén abiertos los seccionadores de p.a.t.

- Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización si es que la hay.
- Utilizar el material de seguridad necesario para cada maniobra

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas para la construcción de una planta fotovoltaica, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

A la hora de analizar los aspectos que puedan intervenir en la seguridad y salud de los trabajadores y adoptar las medidas preventivas pertinentes, en cuanto a las normas legales y reglamentarias y prescripciones, no se debe tener en cuenta el presente Pliego de forma aislada, ya que su interpretación va estrechamente ligada a los restantes documentos de este Estudio de Seguridad y Salud, en especial con la Memoria. En caso de darse alguna contradicción entre los diversos documentos que componen el presente Estudio de Seguridad y Salud, siempre se tomará como preferente la opción que esté de la parte de la seguridad de los trabajadores.

2.1.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por

el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y la libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido.
- Reglamento de aparatos elevadores, Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, derogado parcialmente por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que puedan afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

2.1.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

En este apartado se indican una serie de normas y condiciones técnicas a cumplir por todos los medios y equipos de protección, tanto a nivel individual como colectivo. Es muy importante tener en cuenta que la protección colectiva siempre hay que adoptarla antes que la individual, ya que los medios de protección individuales se deben emplear como complemento de los medios de protección colectiva y en los casos en que ésta no se pueda aplicar.

2.1.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda, equipo o elemento, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda, equipo o elemento de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de toda prenda, equipo o elemento de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Se verificará periódicamente el estado de todos los elementos que intervengan en la seguridad de la obra.

En su colocación, montaje y desmontaje, se utilizarán protecciones personales y colectivas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan derivarse de dichos trabajos.

Las partes activas de cualquier elemento de seguridad no serán accesibles en ningún caso.

No servirán como protección contra contactos directos con las partes activas los barnices, esmaltes, papeles o algodones.

Cuando se realicen conexiones eléctricas se comprobará la ausencia de alimentación de corriente.

En los obstáculos existentes en el pavimento se dispondrán rampas adecuadas, que permitan la fácil circulación.

Los medios personales responderán a los principios de eficacia y bienestar permitiendo realizar el trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no presentando su uso un riesgo en sí mismo.

Los elementos de trabajo que intervengan en la seguridad tanto personal como colectiva, permitirán una fácil limpieza y desinfección.

Todas las protecciones que dispongan de homologación deberán de acreditarla para su uso. Para su recepción y, por tanto, poder ser utilizadas, carecerán de defectos de fabricación, rechazándose aquellas que presenten anomalías.

Los fabricantes o suministradores facilitarán la información necesaria sobre la duración de los productos, teniendo en cuenta las zonas y ambientes a los que van a ser sometidos.

Las condiciones de utilización se ajustarán exactamente a las especificaciones indicadas por el fabricante.

Los productos que intervengan en la seguridad de la obra y no sean homologados, cumplirán todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones y/o especificados por la Dirección Facultativa.

Cuando los productos a utilizar procedan de otra obra, se comprobará que no presenten deterioros, ni deformaciones; en caso contrario, serán rechazados automáticamente.

Periódicamente se comprobarán todas las instalaciones que intervengan en la seguridad de la obra. Se realizarán de igual modo limpiezas y desinfecciones de las casetas de obra.

Aquellos elementos de seguridad que sean utilizados únicamente en caso de siniestro o emergencia, se colocarán donde no puedan ser averiados como consecuencia de las actividades de la obra.

Periódicamente se comprobará el estado de las instalaciones, así como del mobiliario y enseres.

Cuando las protecciones, tanto individuales como colectivas y externas (señalización), presenten cualquier tipo de defecto o desgaste, serán sustituidas inmediatamente para evitar riesgos.

Se rechazarán aquellos productos que tras su correspondiente ensayo no sean capaces de absorber la energía a la que han de trabajar en la obra.

Periódicamente se medirá la resistencia de la puesta a tierra para el conjunto de la instalación.

Los equipos de extinción serán revisados todas las semanas, comprobando que los aparatos se encuentren en el lugar indicado y no han sido modificadas las condiciones de accesibilidad para su uso.

Se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas de mantenimiento previstas para cada tipo de protección, comprobando su estado de conservación antes de su utilización.

2.1.3. PROTECCIONES COLECTIVAS

2.1.3.1. CONDICIONES GENERALES

Los dispositivos de protección colectiva deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Se verificarán previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia, desechándose o sustituyéndose los que no ofrezcan las debidas garantías.

En la Memoria se han definido los medios de protección colectiva a emplear. El Contratista adjudicatario es el responsable de que en la obra se cumplan todos ellos.

2.1.3.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición de los elementos de protección colectiva se realizará de la siguiente forma:

- Señales y carteles, por unidades (ud).
- Balizamiento y vallas, por unidades (ud) o metros lineales (ml), según el caso.
- Redes protectoras, por metros cuadrados (m^2).
- Otros elementos tales como escaleras de mano, extintores, interruptores, etc. por unidades (ud).

Todo ello realmente ejecutado y realizado.

Se abonarán una sola vez, de acuerdo a los precios que aparecen en el Presupuesto, aunque sean utilizados en más de una ocasión.

2.1.4. PROTECCIONES INDIVIDUALES

2.1.4.1. CONDICIONES GENERALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, y deberá reunir los requisitos establecidos en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y la libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, así como cualquier otra

disposición legal o reglamentaria que le sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

Esto implica que todo elemento de protección personal cumplirá con los requisitos exigidos por los EPIS correspondientes, con arreglo a las Normas de la CEE; por tanto, y de forma bien visible, llevará incorporada etiqueta que garantice el haber superado los ensayos correspondientes y en la que figurará la fecha de fabricación y la norma EN a la que dé cumplimiento.

Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada anteriormente, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia. Llegada la fecha de caducidad, se llevará a cabo un acopio ordenado, que será revisado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, para que se autorice su eliminación de la obra.

Los equipos de protección individual en uso que estén rotos serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Los equipos de protección individual nunca se tomarán como sustitutivos de las protecciones colectivas, es decir, que se utilizarán cuando no sea posible el empleo de las colectivas o como complemento de las mismas.

2.1.4.2. ACTIVIDADES Y SECTORES QUE REQUIEREN LA UTILIZACIÓN DE LOS EPI´S.

1. Protección de la cabeza (cascos protectores): Para todo el personal que se encuentre en el recinto de la obra (incluidas las posibles visitas). Los cascos deberán cumplir la Norma Técnica Reglamentaria MT-1.
2. Protección del pie:
    - Calzado de protección y de seguridad: para todo el personal que se encuentre en la obra.
    - Botas impermeables: para maquinistas de movimientos de obras, trabajos de fabricación y manipulación de pastas y

morteros, y para cualquier persona que tenga que caminar por superficies embarradas, encharcadas o inundadas.

3. Protección ocular (gafas de protección): Para trabajos de soldadura, esmerilado, corte, pulido, perforación, burilado, tratamiento de roca, manipulación de pistolas grapadoras, máquinas que levanten virutas, trabajos con proyector de abrasivos, detergentes y corrosivos, trabajos eléctricos en tensión.
4. Protección facial (pantallas): Para trabajos de soldadura, esmerilado, corte, pulido, perforación, burilado, tratamiento de roca, manipulación de pistolas grapadoras, máquinas que levanten virutas, trabajos con proyector de abrasivos, detergentes y corrosivos, trabajos eléctricos en tensión.
5. Protección respiratoria: Para trabajos en los que se pueda dar insuficiencia de oxígeno, pintura con pistola sin ventilación suficiente, trabajos en pozos y canales de alcantarillado, voladuras, soldadura. Mascarilla para trabajos en atmósferas saturadas de polvo, o con producción de polvo.
6. Protección del oído: Para trabajos con dispositivos de aire comprimido, voladuras y en general, cuando el nivel de ruido sobrepasa los 80 decibelios. Estos equipos cumplirán la Norma Técnica Reglamentaria MT-2.
7. Protección del tronco, brazos y manos:
    a) Prendas y equipos de protección para manipulación de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes, detergentes y corrosivos.
    b) Ropa de protección antiinflamable.
    c) Guantes.
    d) Faja de protección contra sobreesfuerzos y vibraciones.
8. Ropa de protección para el mal tiempo
9. Ropa y prendas de seguridad (señalización)
10. Dispositivos de presión del cuerpo y equipos de protección anticaídas: Para trabajos en andamios, montaje de piezas prefabricadas, postes, grúas, cabinas de conductor, trabajos en pozos y canalizaciones. Los cinturones de

seguridad tienen que cumplir los requisitos definidos por las Normas Técnicas Reglamentarias MT-13, MT-21 y MT-22.

11. Prendas y medios de protección de la piel: Para manipulación de revestimientos con productos o sustancias que puedan afectar a la piel o penetrar a través de ella.

2.1.4.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición de los elementos de protección individual se realizará por unidades (ud.).

Se abonarán una sola vez, de acuerdo a los precios que aparecen en el Presupuesto, aunque sean utilizados en más de una ocasión.

2.1.5. MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo de uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

2.1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

2.1.6.1. SEÑALIZACIÓN

No se podrá dar comienzo a ninguna obra que afecte a carreteras, caminos u otras vías de circulación si no se ha obtenido el permiso correspondiente de la Autoridad Competente, y si el Contratista no ha colocado las señales informativas de peligro y de limitación previstas, en cuanto a tiempos, números y modalidad de disposición de las presentes normas.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista cuidará la perfecta conservación de las señales, vallas y conos, de tal forma que se mantengan siempre en perfecta apariencia y no parezcan que tienen carácter provisional. Toda señal, valla o cono deteriorado o sucio deberá ser reparado, lavado o sustituido.

Las señales colocadas sobre la carretera no deberán permanecer allí más tiempo del necesario, siendo retiradas inmediatamente después de finalizado el trabajo.

Al descargar material de un vehículo de obras destinado a la ejecución de obras o señalización, nunca se dejará ningún objeto depositado en la calzada abierta al tráfico aunque sólo sea momentáneamente con la intención de retirarla a continuación.

Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que puedan representar algún peligro para el tráfico.

2.1.6.2. OTRAS AFECCIONES.

1. Vertidos:

   Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto de la Junta de Residuos de la Administración Autonómica u organismo competente equivalente, que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archivo en obra.

2. Acopios:

   No se puede permitir el acopio de materiales, áridos, tierras, etc., así como el estacionamiento de máquinas y vehículos, en los cauces naturales de vaguadas.

3. Polvo:

   Está previsto el riego sistemático de los caminos de servicio para reducir la producción de polvo. Los silos contenedores de cemento disponen de filtros que admiten su conservación.

4. Humos:

   Se prohibirá quemar materiales en la obra, por lo cual solo puede producirse humo, por escapes de máquinas y vehículos.

5. Ruidos:

   Se cuidará que las máquinas de la obra productoras de ruido, como pueden ser compresores, grupos electrógenos, tractores, etc., mantengan sus carcasas atenuadoras en su posición, y se evitará en todo lo posible su trabajo nocturno.

6. Basuras:

   La experiencia indica que no es suficiente disponer un contenedor (tipo bidón con tape), junto al comedor de obra. Para mantener limpia la obra será necesario colocar algunos más para aquellos tajos de larga duración y donde es frecuente encontrar personas que prefieran comer al aire libre.

2.1.7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los Artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene.

En función del personal se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos, iluminación y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada 10 trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- El comedor dispondrá de mesas, asientos, pila lavavajillas, calienta comidas, calefacción y recipiente para desperdicios.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

2.1.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

2.1.8.1. SERVICIO TÉCNICO

2.1.8.1.1. TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad y Salud, en régimen compartido, cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Obra sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron para evitar su repetición.

Las funciones a realizar por el Técnico de Seguridad son:

- Seguir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Informar puntualmente del sistema de prevención desarrollado al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Controlar y dirigir, siguiendo las instrucciones del Plan que origine este Estudio de Seguridad y Salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigir y coordinar la Cuadrilla de Seguridad y Salud.
- Controlar las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el Plan de Seguridad y Salud aprobado y entregar a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Realizar las mediciones de las certificaciones de Seguridad y Salud, para la Jefatura de Obra.

2.1.8.1.2. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, a quien se asignarán las funciones recogidas en el artículo 9º de la O.G.S.H.T. y de entre las cuales se extractan las siguientes:

1. Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la Seguridad.
2. Comunicar por conducto jerárquico las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquiera de los puestos de trabajo, proponiendo las medidas que a su juicio deban adoptarse.

3. Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas, etc., y procesos laborales en la empresa, comunicando al Jefe de Obra la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de prevención.
4. Prestar los primeros auxilios a los accidentados y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos pudiera requerir.
5. Por cada "Empresa Subcontratada" con más de cinco trabajadores, se designará asimismo un Vigilante de Seguridad, que será el representante-vocal en el Comité de Seguridad y Salud de la obra.

2.1.8.1.3. CUADRILLA DE SEGURIDAD Y SALUD

Estará formada por un oficial y dos peones. El Contratista adjudicatario queda obligado a la formación de estas personas en las normas de Seguridad que se incluyen dentro del Plan que origine este Estudio de Seguridad y Salud, para garantizar, dentro de lo posible, que realicen su trabajo sin accidentes.

2.1.8.1.4. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme se dispone en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá el Comité de Seguridad y Salud, como órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. La composición y funciones de este comité se comentan en dicha Ley.

En cualquier caso será preciso que el Contratista cuente con un Técnico de Seguridad, cuyo nombre quedará inscrito en el libro de Dirección de Obra. Dicho Técnico de Seguridad tomará las medidas didácticas oportunas para que el personal conozca las normas de seguridad y prevención mínimas.

2.1.9. SERVICIOS MÉDICOS

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado, para el reconocimiento médico de entrada, asistencia a los accidentados y en todos aquellos casos que sea necesario.

La empresa constructora instalará en una caseta de obra un botiquín que se revisará semanalmente y del cual se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo de cada botiquín será:

- Agua Oxigenada.
- Alcohol de 96º.
- Tintura de Yodo.
- Mercurocromo o cristalmina.
- Amoníaco.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo antialérgico.
- Antiespasmódicos y tónicos cardiacos de urgencia.
- Torniquetes antihemorrágicos.
- Bolsas de goma para agua y hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Agujas para inyectables desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.
- Camillas.

2.1.10. ACTIVIDADES FORMATIVAS

Todo el personal que trabaje en la obra recibirá antes del inicio del trabajo la información referente a los riesgos que entraña su puesto de trabajo, información que se recogerá de la parte del Plan de Seguridad y Salud (que se elabore a partir del presente Estudio)

que le atañe, y de la entrega de ésta firmará el correspondiente “recibí”, del cual se facilitará copia al Coordinador.

Asimismo se realizarán cursos de formación al personal impartidos por personal acreditado. Se entregará la certificación correspondiente al Coordinador de las asistencias a estos cursos.

También recibirán normas específicas de su trabajo y normas de primeros auxilios, además de la información referida a los teléfonos de urgencias y demás de interés.

Al inicio de cada tajo se entregará al responsable del mismo la parte correspondiente del Plan de Seguridad y Salud que se elabore a partir del presente Estudio.

Todo personal subcontratado o trabajador autónomo deberá acreditar documentalmente la realización de esta formación básica en el momento de su incorporación a la obra.

Se colocarán en la obra carteles de propaganda referentes a seguridad en el trabajo.

2.1.11. NORMAS REFERENTES AL PERSONAL EN OBRA

Como directrices generales de seguridad y salud en la preparación de cualquier actividad:

- Planificar las actividades para no tener que improvisar.
- Planificar la organización de los tajos de manera que se minimicen las situaciones de riesgo.
- Todo el personal debe conocer el Plan de Seguridad y Salud.
- Preparar con antelación la herramienta adecuada para la realización de la obra y comprobar que está en correctas condiciones de uso.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Comprobar que se dispone de los equipos de protección individual necesarios para las actividades que se tendrán que desarrollar, y que se encuentran en correcto estado.
- Informarse sobre las posibles medidas de emergencia a adoptar, si se diera el caso.

Como directrices generales de seguridad y salud durante las actividades:

- Velar, según sus posibilidades, mediante el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud que se elabore, por su propia seguridad y salud, y por las de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional a causa de sus actos y omisiones.
- Cooperar con la propiedad (o en quien ésta pueda delegar) y con la empresa Contratista para que pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección necesarios y solicitarlos si no se tienen.
- Comunicar al jefe de trabajo si uno no se siente capacitado para la actividad que le han encomendado. No manejar máquinas para las que no se está autorizado.
- Estar atento continuamente a los riesgos de la actividad que se realiza y del entorno.
- Evitar riesgos. No llevar a cabo acciones temerarias.
- Comunicar los riesgos que se prevean.
- No tomar fármacos u otras sustancias que produzcan estados alterados de consciencia (somnolencia, euforia, etc...).
- Preguntar hasta que se hayan aclarado todas las dudas.
- Detener la actividad si hay riesgo grave e inminente y avisar al encargado.
- De producirse accidente, poner en marcha las medidas de emergencia y aplicar los primeros auxilios.

En cada equipo o grupo de trabajo, el Contratista deberá asegurar la presencia constante de un encargado o capataz, responsable de la aplicación de las presentes normas y en general del contenido del Plan de Seguridad y Salud que les afecte. El encargado o capataz deberá estar provisto siempre de una copia de tales normas, así como de todas las autorizaciones escritas eventuales recibidas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras. No se autoriza el alejamiento del encargado o capataz, el cual deberá hallarse en todo momento con el

grupo de trabajo, a disposición del Coordinador, Policía de Tráfico o Guardia Civil, y de los empleados de la Dirección de Obra.

2.1.12. TRATAMIENTO DE LOS ACCIDENTES

2.1.12.1. ESTADÍSTICAS DE LOS ACCIDENTES

Con la finalidad de efectuar el análisis comparativo y determinar la evolución de los posibles accidentes laborales, se definen, previamente, los siguientes conceptos, de acuerdo con las normas oficiales vigentes; estos parámetros deberán ser cuantificados a lo largo de la obra:

Índice de Incidencia (I.I.): es el número anual de siniestros con baja que se producen en el colectivo estudiado por cada cien trabajadores del mismo, es decir:

$$I.I.=\frac{Número\ de\ siniestros\ con\ baja}{Número\ de\ trabajador\ es}\ x\ 10^2$$

Índice de Frecuencias (I.F.): es el número de accidentes anuales con baja por millón de

$$I.F.=\frac{Número\ de\ accidentes\ con\ baja}{Número\ de\ horas\ trabajadas}\ x\ 10^6$$

horas trabajadas en el colectivo, o sea:

Índice de Gravedad (I.G.): es el número anual de jornadas perdidas por accidente por cada mil horas trabajadas en el sector, por tanto:

$$I.G.=\frac{Número\ de\ jornadas\ \ perdidas+Baremo}{Número\ de\ horas\ trabajadas}\ x\ 10^3$$

La Duración Media de Incapacidad (D.M.I.) es el número de jornadas perdidas anualmente por accidentes con baja dividido por el número de accidentes con baja, es decir:

$$D.M.I.=\frac{N^o\ \ de\ jornadas\ \ perdidas\ por\ acidente}{N^o\ de\ accidentes\ con\ baja}$$

2.1.13. ACCIONES A SEGUIR ANTE CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control. Por esto, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado e intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista adjudicatario queda obligado a recoger dentro de su "Plan de Seguridad y Salud" los siguientes principios de socorro:

1. El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
2. En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre que pueden existir lesiones graves. En consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra.
3. En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia;
4. El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "Plan de Seguridad y Salud" que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
5. El Contratista adjudicatario queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en el que suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.
6. El Contratista adjudicatario queda obligado a incluir en su Plan de Seguridad y Salud, un itinerario recomendado para evacuar accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que agraven las posibles lesiones del accidentado.

2.1.14. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El Contratista adjudicatario queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen más adelante, y que se consideran acciones clave para un mejor análisis

de la prevención decidida y su eficacia. Además, el Contratista adjudicatario incluirá, en su Plan de Seguridad y Salud, la siguiente obligación de comunicación inmediata de los accidentes laborales:

Accidentes de tipo leve y grave:

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud
- A la Dirección Facultativa de la obra.
- A la Autoridad Laboral

Accidentes mortales:

- Al juzgado de guardia.
- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- A la Dirección Facultativa de la obra.
- A la Autoridad Laboral.

2.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias y proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas, se recogen en el Artículo 11 del Real Decreto 1627/1997.

Los derechos de los trabajadores vienen reflejados en los Arts. 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales y su modificación por la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Las obligaciones de los trabajadores se recogen también en el Artículo 12 del Real Decreto 1627/1997. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Las funciones que el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar se establecen en el Artículo 9 del Real Decreto 1627/1997, de entre las que cabe destacar:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.

La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador. Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

2.2.1. LIBRO DE INCIDENCIAS

Lo suministrará a la obra la Propiedad o el Colegio Oficial que vise el Estudio de Seguridad y Salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1627/1997.

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, Encargado de Seguridad, Comité de Seguridad y Salud, Inspección de Trabajo, Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas y contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

Una vez efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra está obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. De la misma forma, se deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

2.2.2. SEGUROS

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de Responsabilidad Civil Profesional; asimismo el Contratista debe disponer de cobertura de Responsabilidad Civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el resto inherente a su actividad como Constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar Responsabilidad Civil extracontractual a su cargo, por hechos

nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta Responsabilidad Civil debe quedar ampliada al campo de la Responsabilidad Civil Patronal.

2.2.3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella; la contrata deberá informar a todo su personal de estas Normas y del presente pliego de condiciones, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar las obras, la contrata comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección Facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y, además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección facultativa de la obra. Este informe se pasará a la Dirección Facultativa, como muy tarde, dentro del siguiente día del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección Facultativa.

La contrata enviará a la Dirección facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

- Relación sencilla de trabajadores, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.
- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, con los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El Jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo; todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos.

3. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE

3.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
1.01	15	Ud.	Casco de seguridad homologado	3,49 €	52,42 €
1.02	15	Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	2,62 €	39,34 €
1.03	15	Ud.	Mascarilla antipolvo	4,89 €	73,35 €
1.04	15	Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	1,13 €	17,01 €
1.05	15	Ud.	Protector auditivo	5,94 €	89,14 €
1.06	2	Ud.	Cinturón antivibratorio	22,76 €	45,52 €
1.07	2	Ud.	Cinturón de banda ancha de cuero	10,48 €	20,97 €
1.08	15	Ud.	Cinturón con bolsa portaherramientas	5,25 €	78,68 €
1.09	15	Ud.	Mono o buzo de trabajo	8,74 €	131,10 €
1.10	15	Ud.	Impermeable	6,99 €	104,84 €
1.11	15	Ud.	Guantes dieléctricos	12,23 €	183,52 €
1.12	15	Ud.	Guantes de goma finos	0,87 €	13,08 €
1.13	15	Ud.	Guantes de cuero	1,22 €	18,32 €
1.14	15	Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	6,99 €	104,84 €
1.15	15	Ud.	Botas de seguridad de lona	9,79 €	146,80 €
1.16	15	Ud.	Botas de seguridad de cuero	11,18 €	167,73 €
1.17	15	Ud.	Botas dieléctricas	13,98 €	209,68 €
1.18	15	Ud.	Chaleco reflectante	8,74 €	131,10 €
1.19	10	Ud.	Muñequera	1,40 €	13,96 €
1.20	2	Ud.	Casco para AT homologado	1,37 €	2,73 €
1.21	2	Ud.	Pértiga para AT	41,82 €	83,64 €
1.22	2	Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	50,21 €	100,42 €
1.23	2	Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	65,42 €	130,83 €
1.24	2	Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	35,75 €	71,50 €
1.25	2	Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	3,05 €	6,11 €
1.26	2	Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	8,68 €	17,36 €
1.27	2	Ud.	Dispositivo anticaída	46,71 €	93,42 €
1.28	2	Ud.	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza	2,10 €	4,20 €
1.29	2	Ud.	Pantalla facial de seguridad contra arco eléctrico, con fijación en casco	2,10 €	4,20 €
1.30	2	Ud.	Pantalla facial contra riesgo de proyecciones o salpicaduras	1,57 €	3,14 €
1.31	2	Ud.	Mandil de cuero para soldador	2,62 €	5,25 €
1.32	2	Ud.	Par de polainas para soldador	1,75 €	3,50 €
			TOTAL CAPÍTULO		**2.167,70 €**

3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS					
POS.		**UD.**	**CONCEPTO**	**P.UNIT.**	**TOTAL**
2.01	5	Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	14,04 €	70,21 €
2.02	1000	M	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	0,26 €	261,67 €
2.03	1200	M	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	0,03 €	41,87 €
2.04	20	Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	5,94 €	118,86 €
2.05	20	Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	0,52 €	10,47 €
2.06	100	H	Camión de riego, incluido el conductor	8,93 €	893,16 €
2.07	2	H	Mano de obra de señalización	3,79 €	7,57 €
2.08	2	H	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	6,99 €	13,98 €
2.09	1	Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	209,34 €	209,34 €
2.10	5	Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	36,43 €	182,15 €
2.11	1	Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	193,43 €	193,43 €
2.12	2	Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	19,90 €	39,80 €
2.13	3	Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	12,33 €	37,00 €
2.14	3	Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	14,73 €	44,19 €
2.15	21	Ud.	Tapa provisional para pozos, arquetas mediante tablones de madera	13,98 €	293,56 €
2.16	10	Ud.	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado	98,54 €	985,45 €
2.17	10	Ud.	Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular	41,99 €	419,89 €
2.18	5	Ud.	Señal de seguridad manual a dos caras: Stop/Dirección obligatoria, tipo paleta	11,01 €	55,04 €
2.19	750	Ud.	Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,26 m de altura, incluido colocación y	0,37 €	274,75 €
2.20	25	Ud.	Pasarela para paso sobre zanjas	6,29 €	157,29 €
2.21	8	Ud.	Conos y balizas luminosas para señalización de desvíos y cortes provisionales de tráfico en caminos de accesos a la obra y caminos propios de la obra	13,63 €	109,04 €
			TOTAL CAPÍTULO		**4.418,72 €**

3.3. PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS					
POS.		UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
3.01	2	Ud.	Botiquín de urgencia para obra instalado	41,94 €	83,87 €
3.02	10	Ud.	Reposición de material de botiquín de obra	14,76 €	147,64 €
3.03	15	Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	25,09 €	376,37 €
			TOTAL CAPÍTULO		**607,88 €**

3.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR					
POS.		UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
4.01	7	Ud.	Mes de alquiler de caseta de servicios higiénicos con fosa séptica y limpieza periódica	80,38 €	562,65 €
4.02	7	Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	69,89 €	489,26 €
4.03	7	Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	69,89 €	489,26 €
4.04	7	Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para uso de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	69,89 €	489,26 €
4.04	8	Ud.	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra	14,73 €	117,88 €
4.05	2	Ud.	Acometida provisional de saneamiento a caseta de obra	20,63 €	41,26 €
4.06	4	Ud.	Acometida provisional de fontanería a caseta de obra	17,57 €	70,27 €
4.07	1	Ud.	Calienta comidas para 50 servicios	23,00 €	23,00 €
4.08	5	Ud.	Depósito de basuras de 800l	3,23 €	16,14 €
4.09	2	Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	14,76 €	29,53 €
4.10	20	H	Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones	12,30 €	245,97 €
4.11	10	Ud.	Taquilla metálica individual con llave	10,48 €	104,84 €
4.12	1	Ud.	Transporte de caseta prefabricada a obra, hasta una distancia de 100 Km. Incluso descarga y posterior recogida	465,78 €	465,78 €
4.13	2	Ud.	Espejo para vestuarios y aseos, colocado	6,99 €	13,98 €
4.14	10	Ud.	Percha para aseos o duchas en aseos en obra	1,05 €	10,47 €
4.15	2	Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	10,86 €	21,72 €
4.16	1	Ud.	Mesa metálica para comedor, capacidad para diez personas, colocada	11,74 €	11,74 €
			TOTAL CAPÍTULO		**3.203,02 €**

3.5. FORMACIÓN Y REUNIONES

CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES					
POS.		UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
5.01	15	H	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por encargo	6,37 €	95,60 €
5.02	1	H	Comité de seguridad	13,60 €	13,60 €
5.03	15	H	Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra	6,38 €	95,68 €
			TOTAL CAPÍTULO		**204,88 €**

3.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº	CAPÍTULO	PRECIO
1	**Protecciones Individuales**	2.167,70 €
2	**Protecciones Colectivas**	4.418,72 €
3	**Prevención y Primeros Auxilios**	607,88 €
4	**Instalaciones de Higiene y Bienestar**	3.203,02 €
5	**Formación y reuniones**	204,88 €
	TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	**10.602,20 €**

Asciende el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto a **DIEZ MIL SEISCIENTOS DOS CON VEINTE EUROS (10.602,20€).**

Murcia, septiembre de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.

[redacted]

José Manuel Zambudio Bravo

Ingeniero Industrial

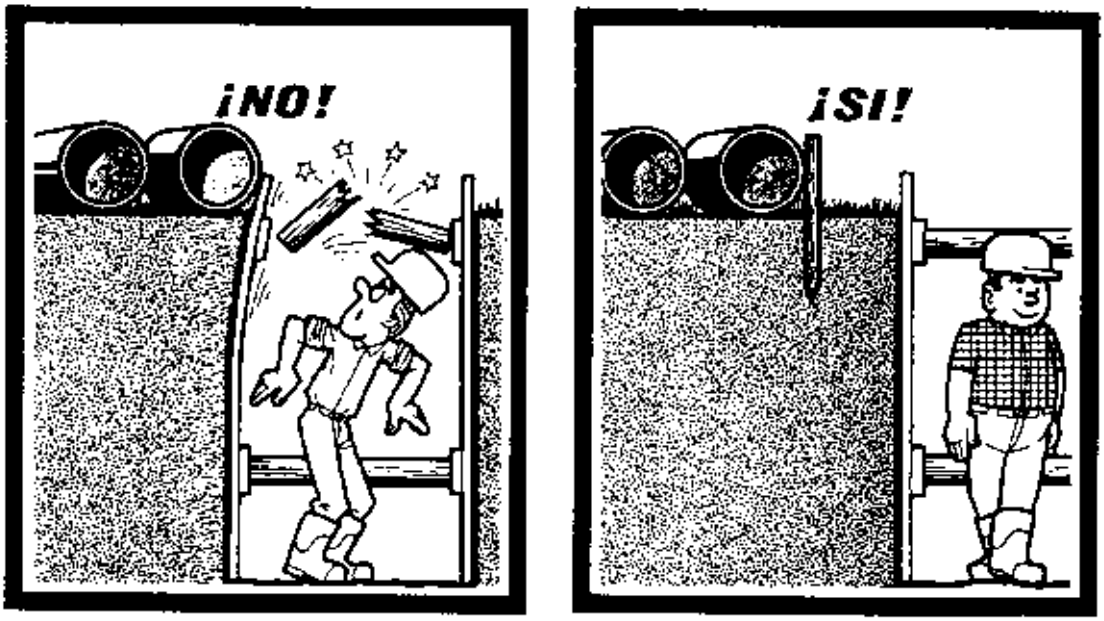
COIIRM. Colegiado nº 1.074

SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

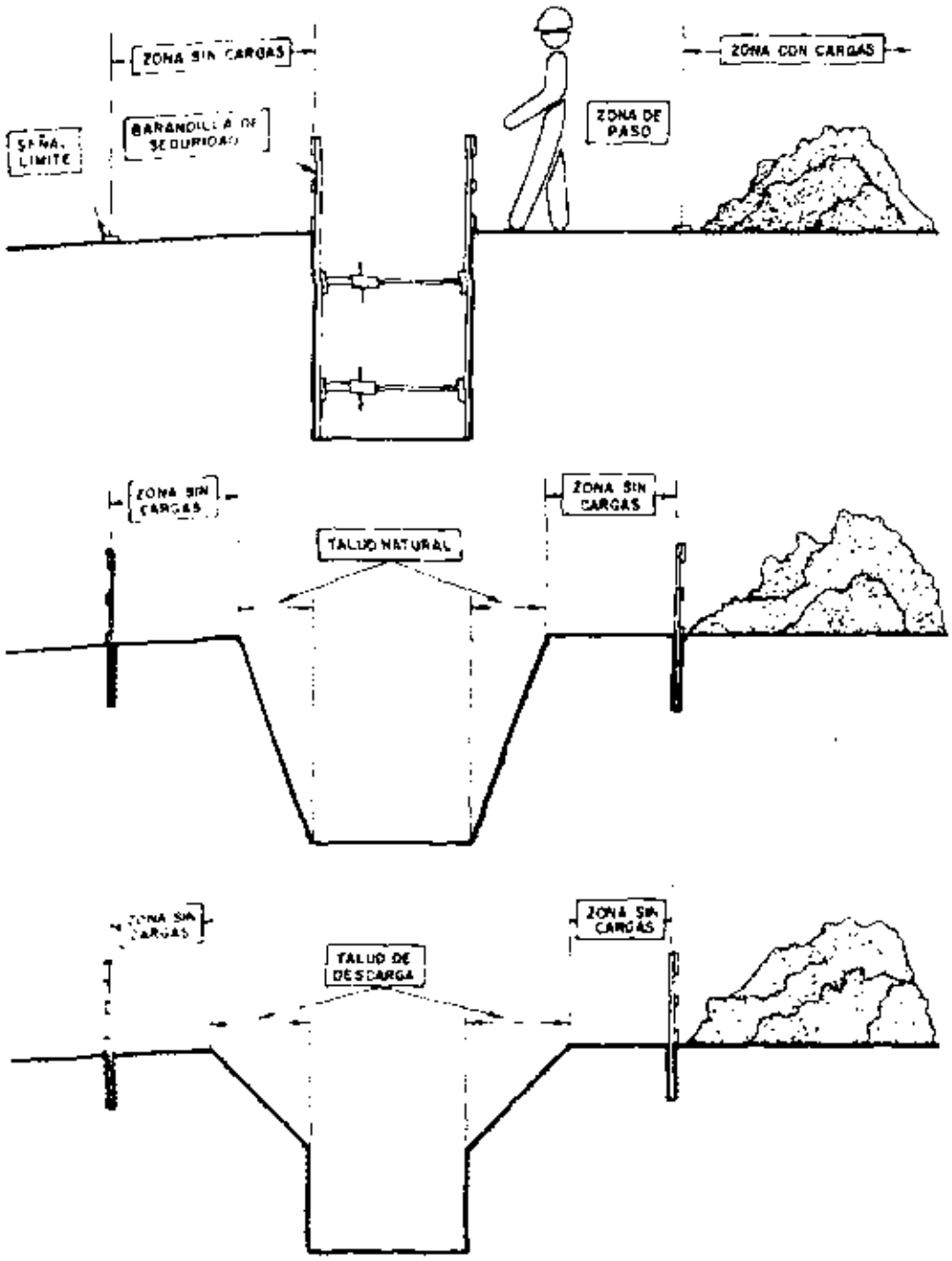
4. PLANOS

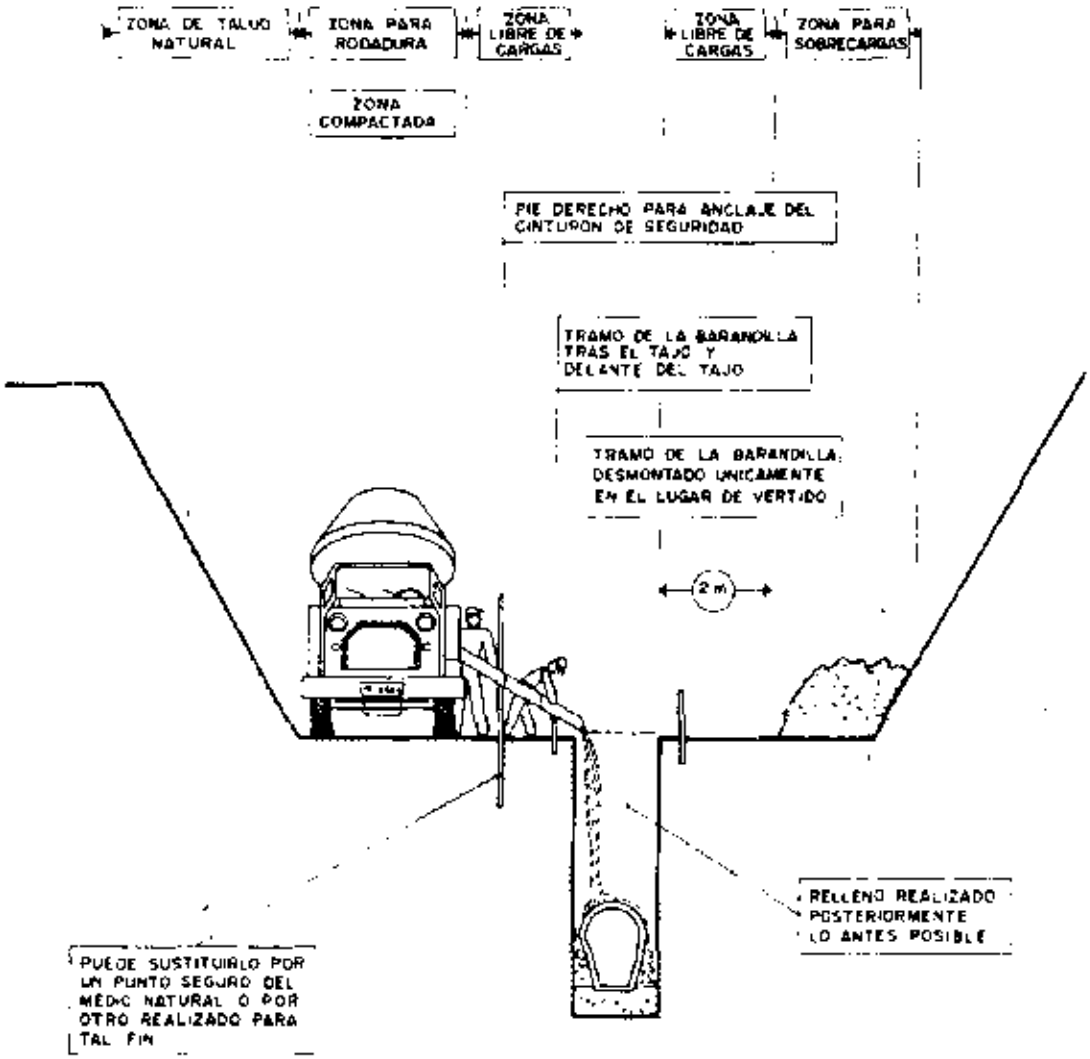
Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

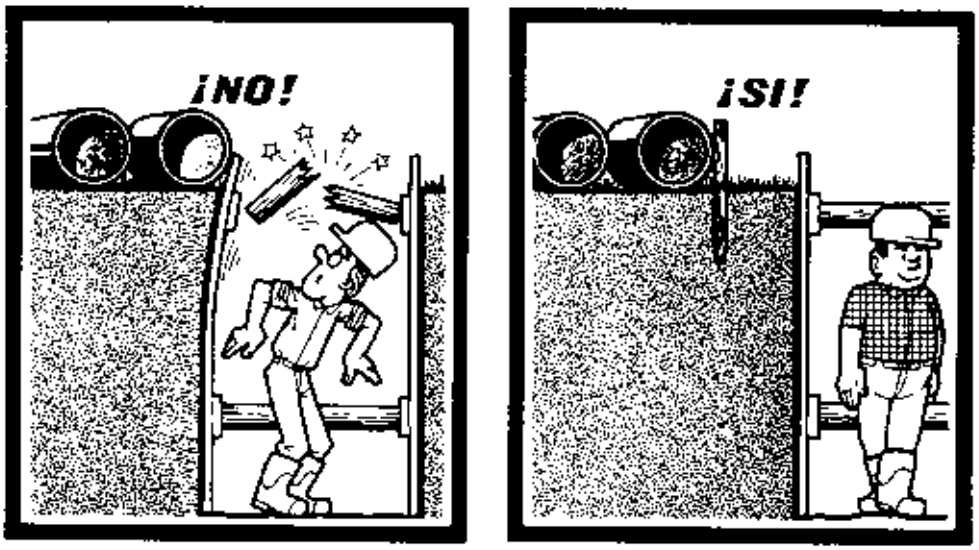
EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.


ZONA SIN CARGAS
ZONA CON CARGAS
ZONA DE PASO
TALUD NATURAL
ZONA SIN CARGAS
TALUD DE DESCARGA
ZONA SIN CARGAS


ZONA DE TALUD NATURAL
ZONA PARA RODADURA
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA PARA SOBRECARGAS
ZONA COMPACTADA
PIE DERECHO PARA ANCLAJE DEL CINTURON DE SEGURIDAD
TRAMO DE LA BARANDILLA TRAS EL TAJO Y DELANTE DEL TAJO
TRAMO DE LA BARANDILLA DESMONTADO UNICAMENTE EN EL LUGAR DE VERTIDO
2 m
RELLENO REALIZADO POSTERIORMENTE LO ANTES POSIBLE
PUEDE SUSTITUIRLO POR UN PUNTO SEGURO DEL MEDIO NATURAL O POR OTRO REALIZADO PARA TAL FIN



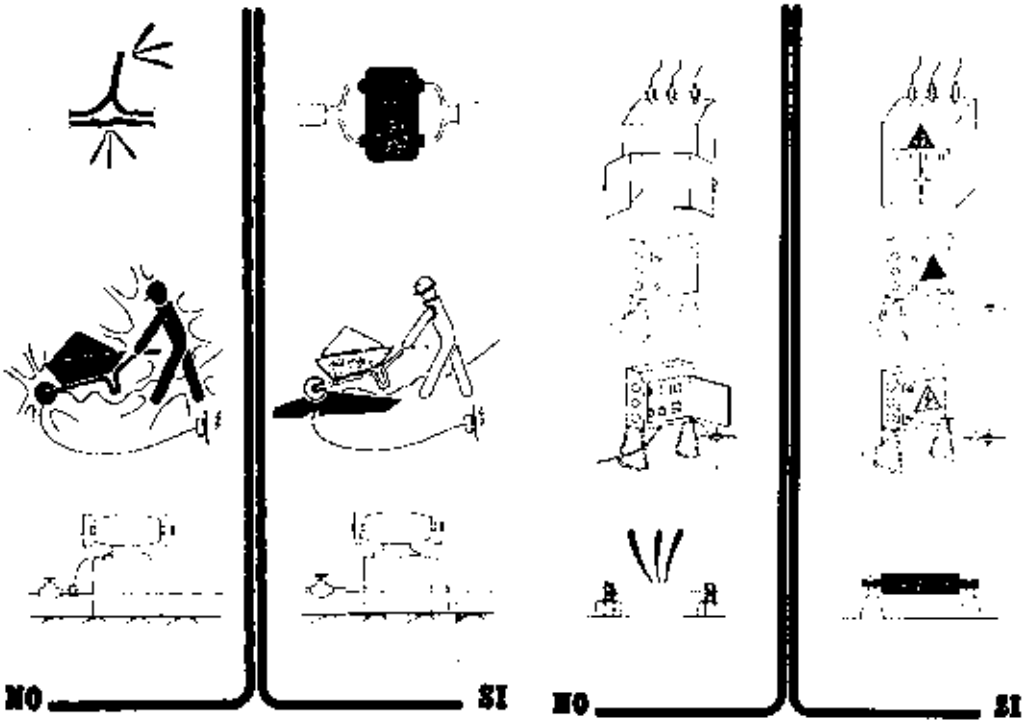
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

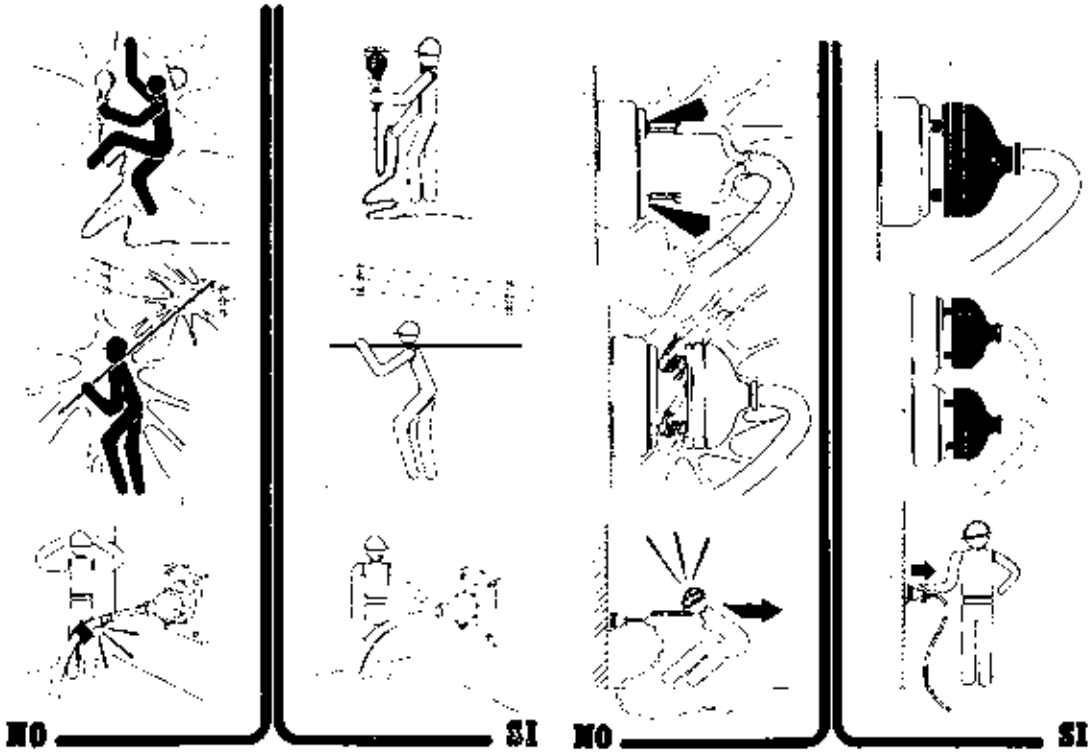
Las zanjas deben entibarse.



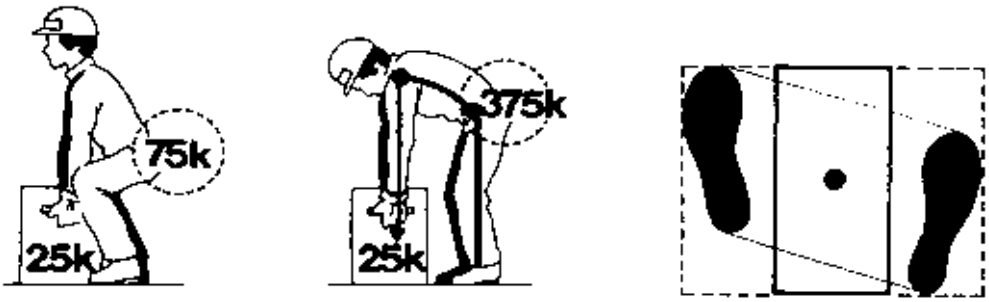
Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA



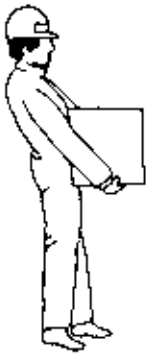


MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

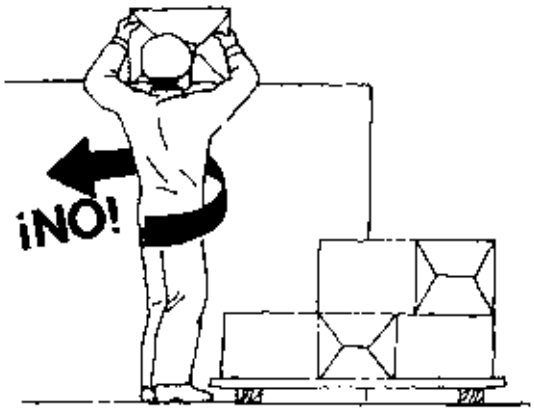


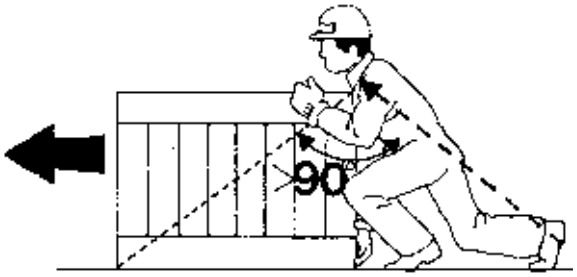


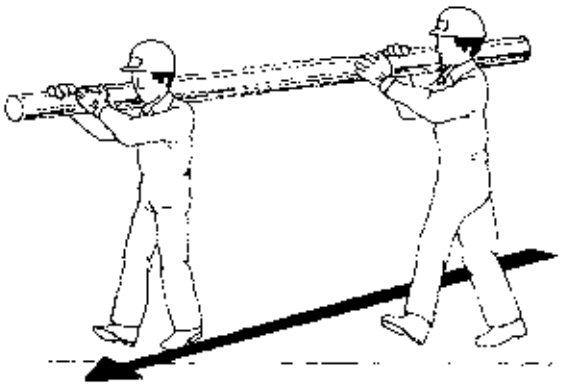
¡NO!



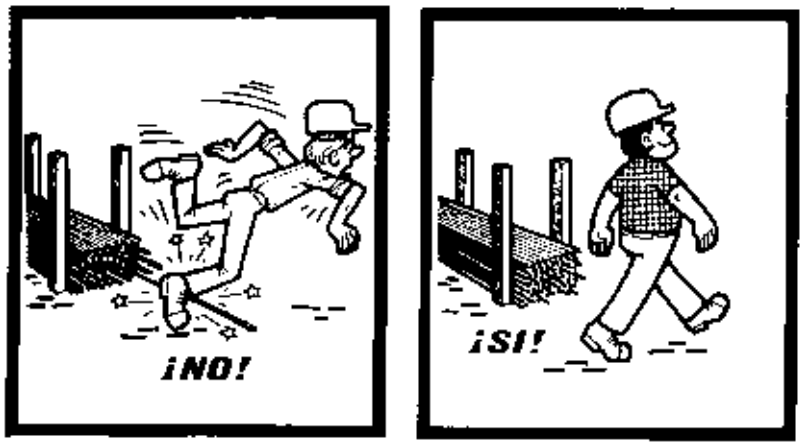
¡Si!



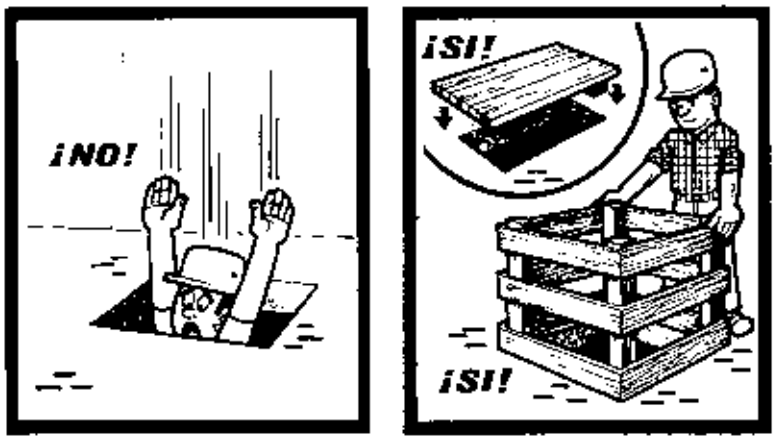


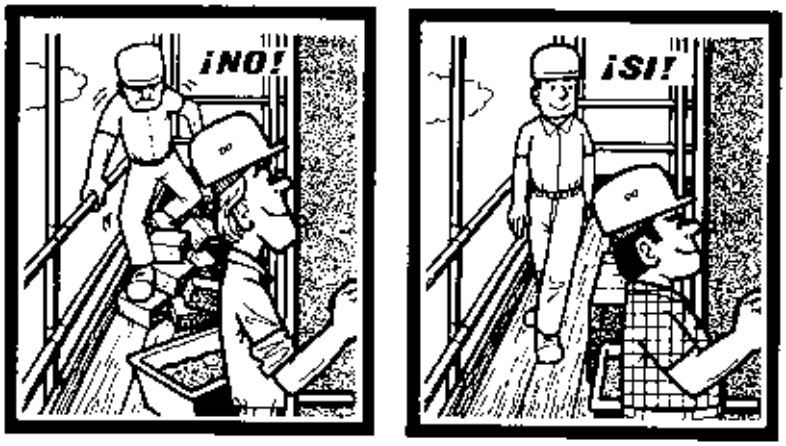


ORDEN Y LIMPIEZA



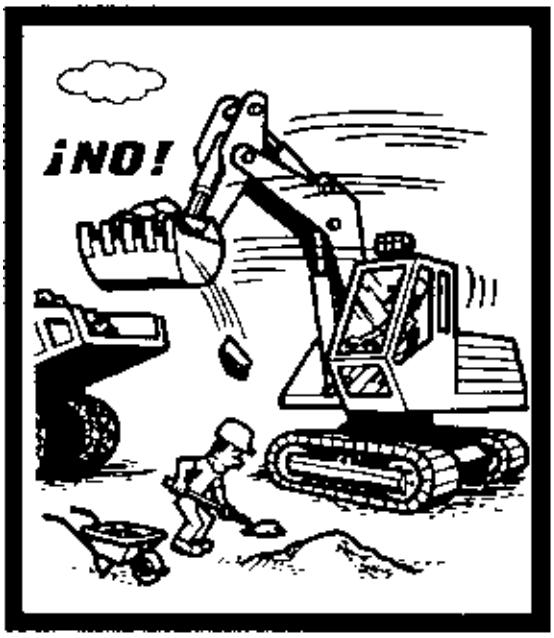
Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



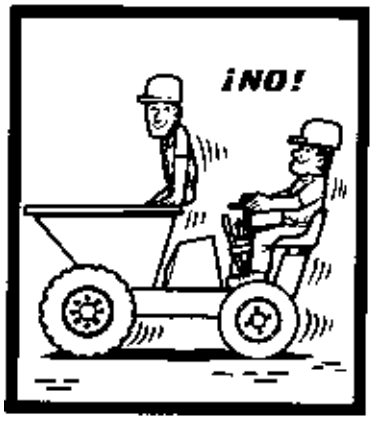


Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

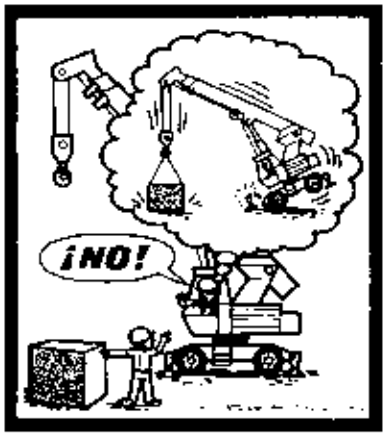
MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

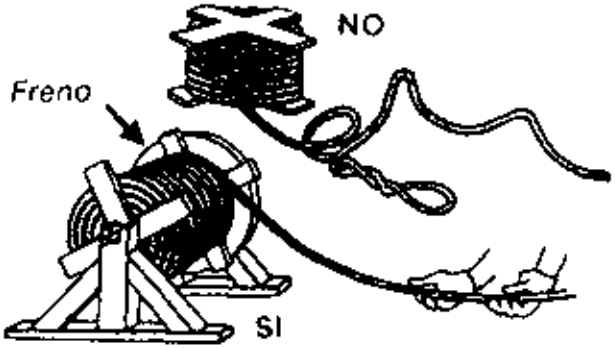
ELEMENTOS DE IZADO

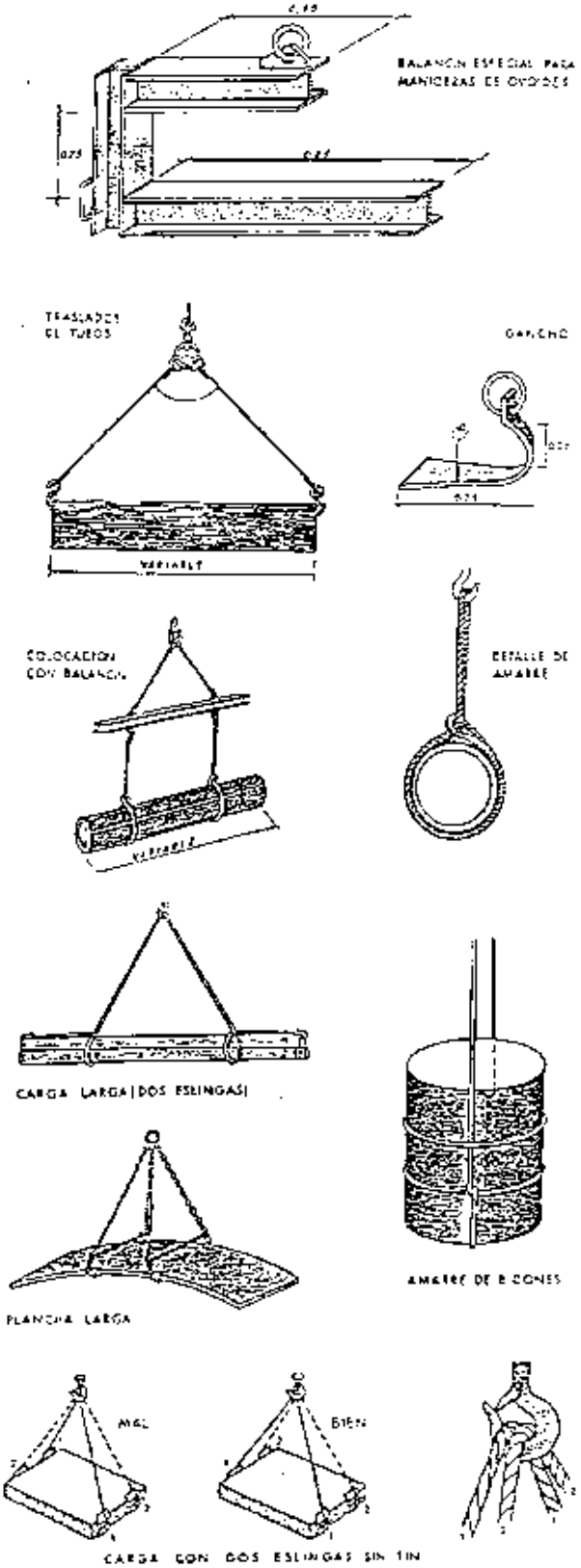


Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.

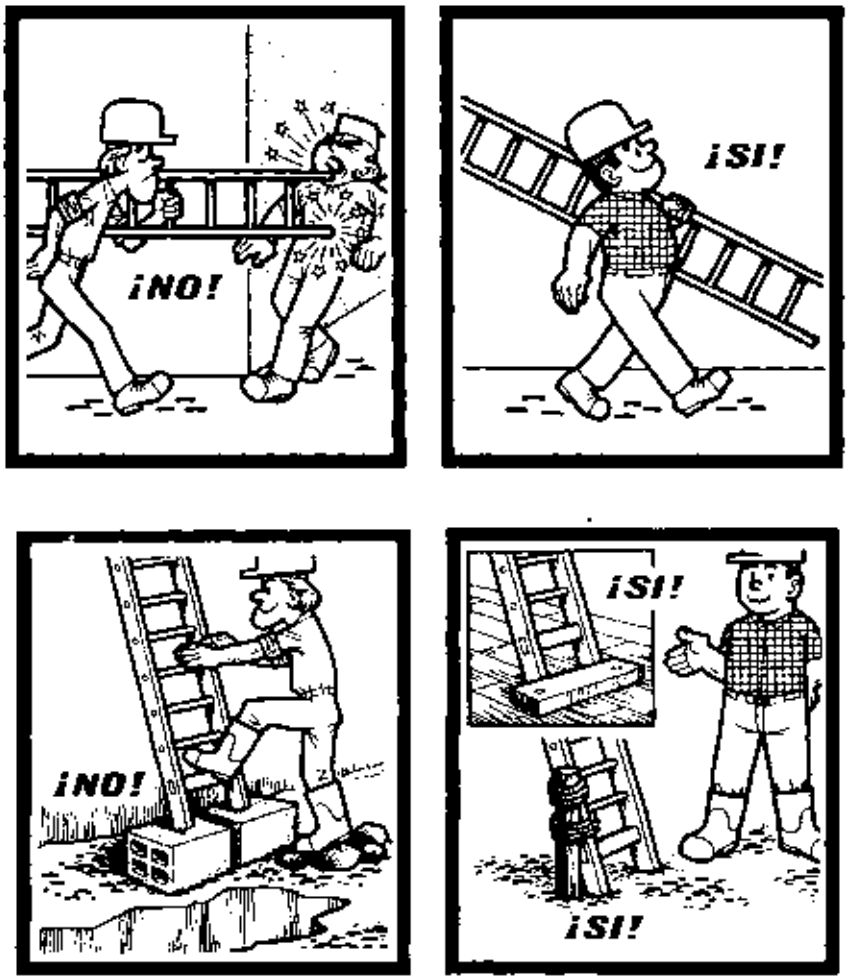


Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad



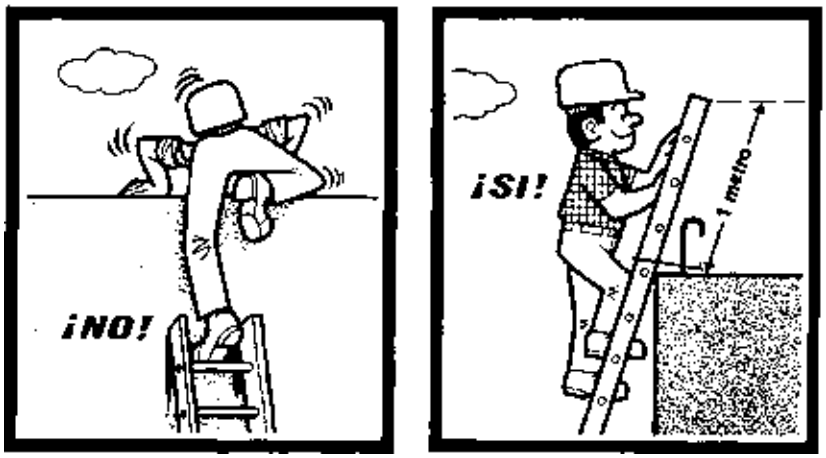

BALANCIN ESPECIAL PARA MANIOBRAS DE OVOIDES
TRASLADO DE TUBOS
GANCHO
VARIABLE
COLOCACION CON BALANCIN
DETALLE DE AMARRE
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)
AMARRE DE BIDONES
PLANCHA LARGA
MAL
BIEN
CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN

ESCALERAS

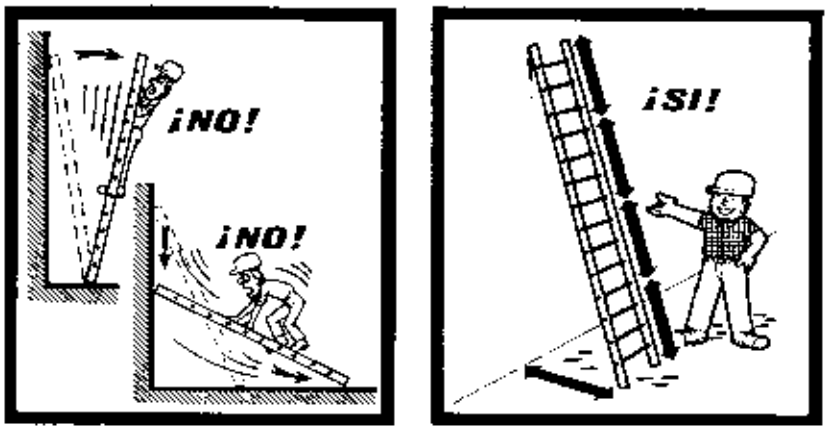


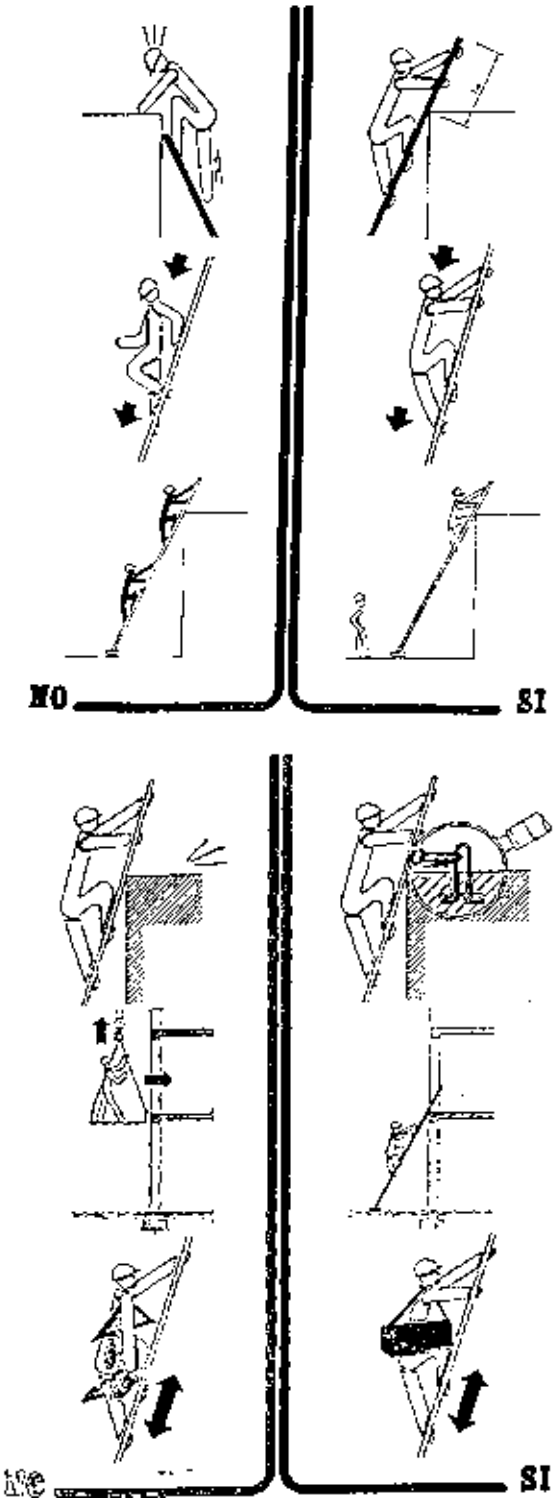
Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.

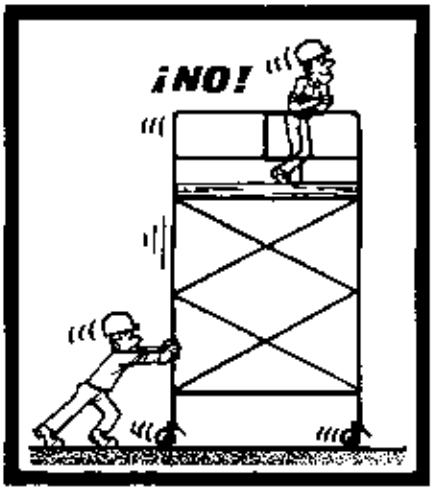


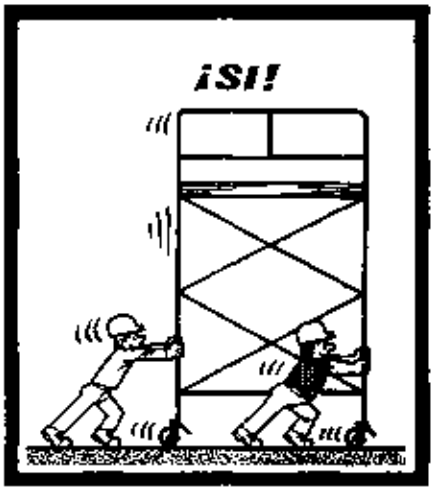
Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.




NO
SI
NO
SI

ANDAMIOS

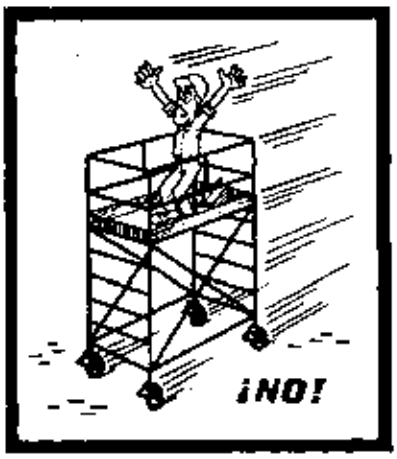


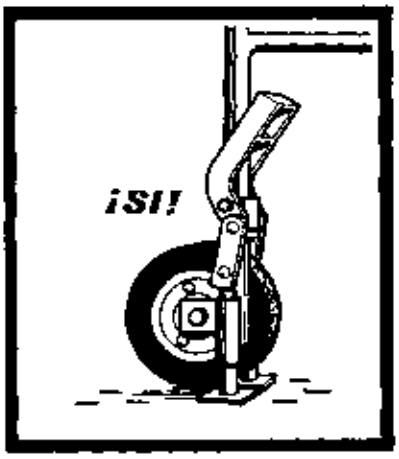


Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, preferiendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

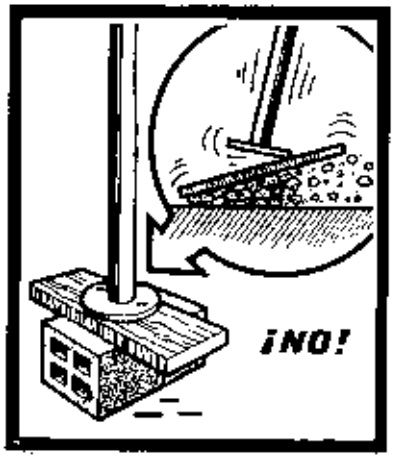
Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

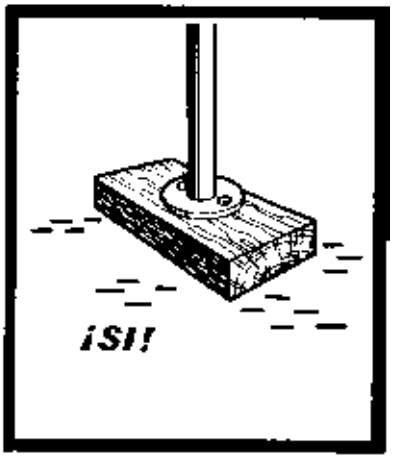
Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.

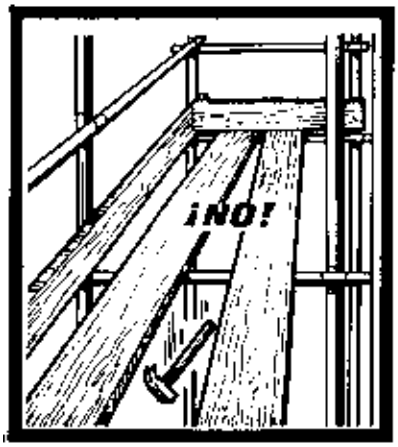


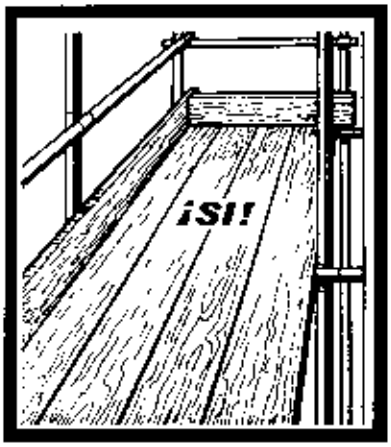


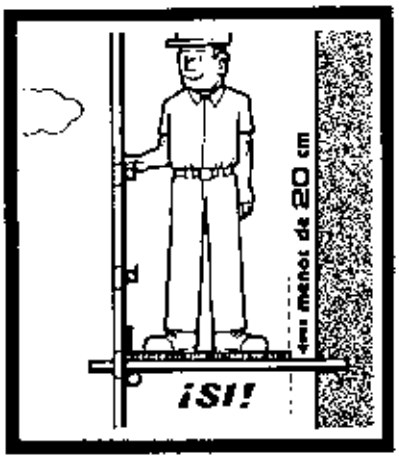
Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.

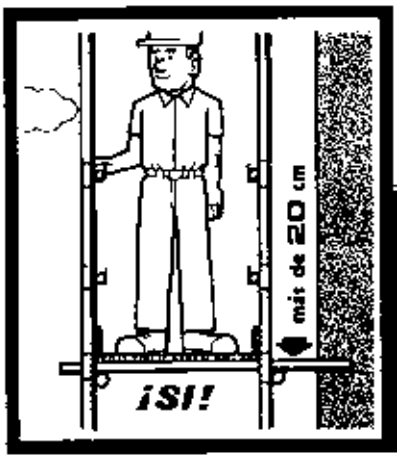

¡NO!


¡SI!


¡NO!


¡SI!


menos de 20 cm
¡SI!


más de 20 cm
¡SI!

synergia
Energy Solutions

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

REV 1. SEP.-24

ÍNDICE

1. OBJETO 3

2. ALCANCE 4

3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS 5

4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 7

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 12

6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS. 15

7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS 17

8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR. 18

9. PRESUPUESTO. 23

10. CONCLUSIONES 24

1. OBJETO

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

2. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS

Para la realización del presente estudio de gestión de residuos se ha tenido en cuenta la normativa que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en BOE número 38, de 13 de febrero de 2008.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, publicado en BOE número 86, de 11 de abril de 2006.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, publicada en BOE número 43 de 19 de febrero de 2002.
- Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos, publicada en BOE número 61 de 12 de marzo de 2002.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, publicada en BOE número 192, de 30 de julio de 1988.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, publicado en BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que

se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015, publicado en BOE número 49 de 26 de febrero de 2009.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, publicada en BOE número 181 de 29 de julio de 2011.

4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Se analizan a continuación los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas.

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

01	**RESIDUOS DE LA PROSPECCIÓN, EXTRACCIÓN DE MINAS Y CANTERAS Y TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE MINERALES.**	
01 01	Residuos de la extracción de minerales.	
01 01 01	Residuos de la extracción de minerales metálicos.	
01 01 02	Residuos de la extracción de minerales no metálicos.	
01 03	Residuos de la transformación física y química de minerales metálicos.	
01 03 04*	Estériles que generan ácidos procedentes de la transformación de sulfuros.	
01 03 05*	Otros estériles que contienen sustancias peligrosas.	
01 03 06	Estériles distintos de los mencionados en los códigos 01 03 04 y 01 03 05.	
01 03 07*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales metálicos.	
01 03 08	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 03 07.	
01 03 09	Lodos rojos de la producción de alúmina distintos de los mencionados en el código 01 03 07.	
01 03 99	Residuos no especificados en otra categoría.	
01 04	Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos.	
01 04 07*	Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la	

	transformación física y química de minerales no metálicos.	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	
01 04 10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 11	Residuos de la transformación de potasa y sal gema distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 12	Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales distintos de los mencionados en el código 01 04 07 y 01 04 11.	
01 04 13	Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07. 01 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.	
01 05	Lodos y otros residuos de perforaciones.	
01 05 04	Lodos y residuos de perforaciones que contienen agua dulce.	
01 05 05*	Lodos y residuos de perforaciones que contienen hidrocarburos.	
01 05 06*	Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen sustancias peligrosas	
01 05 07	Lodos y residuos de perforaciones que contienen sales de bario distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.	
01 05 08	Lodos y residuos de perforaciones que contienen cloruros distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.	
01 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.	
2	**RESIDUOS DE LA AGRICULTURA, HORTICULTURA, ACUICULTURA, SILVICULTURA, CAZA Y PESCA**	
02 01 07	Residuos de la silvicultura	X
15	**RESIDUOS DE ENVASES, ABSORBENTES, TRAPOS DE LIMPIEZA, MATERIALES DE FILTRACIÓN Y ROPAS DE PROTECCIÓN NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA**	
15 01	Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal).	
15 01 01	Envases de papel y cartón.	X
15 01 02	Envases de plástico.	X
15 01 03	Envases de madera.	

15 01 04	Envases metálicos.	
15 01 05	Envases compuestos.	
15 01 06	Envases mezclados.	
15 01 07	Envases de vidrio.	
15 01 09	Envases textiles.	
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	X
15 01 11*	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (aerosoles).	X
15 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.	
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.	X
15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.	
17	**RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)**	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
17 01 01	Hormigón	X
17 01 02	Ladrillos	X
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (3). Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 02	Madera, vidrio y plástico	
17 02 01	Madera	X
17 02 02	Vidrio	

17 02 03	Plástico	X
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y acero	X
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	X
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	

17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto	
17 08	Materiales de construcción a base de yeso	
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	
17 09	Otros residuos de construcción y demolición	
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	X
20 02	Residuos de parques y jardines (incluidos los residuos de cementerios)	
20 02 01	Residuos biodegradables	
20 02 02	Tierra y piedras	
20 02 03	Otros residuos no biodegradables	
20 03	Otros residuos municipales	
20 03 01	Mezcla de residuos municipales.	X

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior, por tipologías y por fases de la obra.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1) Adquisición de materiales.
2) Comienzo de la obra.
3) Puesta en obra.
4) Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
   - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
   - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
   - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de las mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
   - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
   - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras.
   - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
   - Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
   - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.
3) Medidas de minimización en la puesta en obra.
   - En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
   - En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
   - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
   - En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
   - Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
   - Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
   - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento

posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.
- Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra:
   - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
   - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
   - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
   - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
   - Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS.

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
02 01 07	Residuos de la silvicultura	Valorización/ vertedero	Utilización en emplazamientos cercanos/ traslado a vertedero
15 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
15 01 02	Envases de plástico.	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
17 01 01	Hormigón	Reciclado/ vertedero	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado/ vertedero	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico.	Restauración/ vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
17 09 04	Residuos mezclados de construcción / demolición que no contenga sustancias peligrosas.	Reciclado/ vertedero	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/ valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética.
17 02 03	Plástico	Reciclado/ valorización	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
20 03 01	Mezcla de residuos municipales.	Valorización/ eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero

Cada residuo, será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras, tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores, tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, 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:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

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.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente, pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos. Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.

Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación.

La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo.

Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimiento de tierras para la explanación.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 1.055 m de profundidad y 0,40 m de ancho. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Las centrales de potencia se instalarán sobre una losa de hormigón. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de 0,30 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes. Se incluyen también los restos de asfaltado de viales.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros.

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

- 02 01 07 Residuos de la silvicultura.

  Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación.

  El volumen aproximado que se podría generar es de (80.631 m^2 * 0,1 m) 8.063 m^3.

  Se prevé que los residuos procedentes del desbroce sean valorizados mediante su empleo en parcelas agrícolas próximas a la parcela de la instalación.

Tierras y pétreos procedentes de demolición.

- RCD de naturaleza pétrea
  - 17 01 01 Hormigón y 17 01 02 Ladrillos.

    Al no haber demoliciones no se esperan residuos de esta naturaleza.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

- 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

  Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones:
  - Zanjas para cableado: Volumen total 1.701 m^3.
    - Canalización de red eléctrica y de tierras de la planta fotovoltaica:

748 m x 0,40 m x 0,85 m = 254 m^3

- Canalización de seguridad y SSAA:
  1544 m x 0,40 m x 0,80 m = 494 m^3
- Canalización de Línea de evacuación:
  2801 m x 0,40 m x 0,85 m = 952 m^3

El volumen de excavación total es 1.701 m^3, de los cuales, se reutiliza en la propia obra un 90%, por lo cual como residuo se gestionarán 170 m^3.

Se prevé su valorización en parcelas próximas a la planta fotovoltaica.

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

- RCD de naturaleza pétrea.
  - 17 01 01 Hormigón

    El hormigón que se genera como residuo será el sobrante de:

    Hormigonado Edificaciones: 12 m^3

    Hormigonado vallado: 512.5 x 0.4 x 0,4 = 82 m^3

Para el hormigonado se utiliza un total de: 94 m^3, de los cuales se estima que se generará como residuo un 1%, es decir, 0,9 m^3.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,75 veces el volumen y la densidad de 2,5 t/m^3:

RCD VOLUMEN TOTAL = 0,9 m^3 x 1,75 = 1,6 m^3

RCD PESO TOTAL = 1,6 m^3 x 2,5 t/m^3 = 4,1 t

  - 17 01 02 Ladrillos

    En esta obra no será necesario el uso de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétrea.
  - 17 02 01 Madera

    Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
  - 17 02 02 Vidrio

    Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
  - 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

  En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

  Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

Otros residuos:

- 15 01 01 Papel y cartón.

  Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

- 15 01 02 Plásticos.

  Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida alzada para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados.
- Aerosoles vacíos.
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado.
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

Resumen de residuos generados:

Resultantes de la ejecución de la obra.			
RCD: Naturaleza pétrea		m^3	t
17 01 01	Hormigón	1,6	4,1

9. PRESUPUESTO.

A continuación, se muestra el precio unitario de gestión de residuos:

Tipos de almacenamiento de residuos, incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión	Precio (€)	Precio/ volumen
1 saca de 1 m^3	50	50 €/ m^3
1 bidón de 1 m^3	100	100 €/ m^3
1 contenedor de media capacidad (8 m^3)	120	15 €/ m^3
1 contenedor de alta capacidad (12 m^3)	200	12,5 €/ m^3
1 carga de camión de transporte restos silvicultura de hasta 10 t	58	5,8 €/ m^3
1 carga de camión de transporte tierras de excavación de hasta 10 t	50	5 €/ m^3

Presupuesto parcial:

Descripción	Cantidad (m^3)	Cantidad (t)	Tipo	Precio unitario (€)	Unidades	Precio Total (€)
Restos de silvicultura.	0	0	Camión	58	7	406,00
Hormigón o ladrillo de demolición	0	0		0	0	0,00
Tierras de excavación.	0	0	Camión	58	40	2.320,00
Hormigón	1,05	1,5	Contenedor	120	1	120,00
Residuos peligrosos						
Residuos peligrosos	p.a.					1.900 €
					Total	4.746 €

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto de la planta fotovoltaica "Belvis", asciende a la cantidad de **CUATRO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS (4.746,00 €).**

10. CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y documentos adjuntos, se considera suficientemente descrita la gestión de los residuos objeto de este estudio.

Murcia, septiembre de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.



José Manuel Zambudio Bravo
Ingeniero Industrial
COIIRM. Colegiado nº 1.074
SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

synergia
Energy Solutions

ANEJO I. CÁLCULOS.

REV 2. SEP.-2024

ÍNDICE

1. OBJETO 4

2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 5

2.1. DIMENSIONADO PLANTA. 5

2.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES. 6

2.2.1. CALENTAMIENTO. 6

2.2.2. CAÍDA DE TENSIÓN. 7

2.2.3. CONDUCTORES DE CC. 9

2.2.4. CONDUCTORES DE CA. 9

2.3. SELECCIÓN DE PROTECCIONES. 11

2.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES. 11

2.3.2. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS. 13

2.3.3. DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y PROTECCIONES. 14

2.4. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. 15

3. CONDUCTORES MT. 18

3.1. PREVISIÓN DE POTENCIA 18

3.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES. 19

3.2.1. CAÍDA DE TENSIÓN. 19

3.2.2. PÉRDIDA DE POTENCIA EN LA LÍNEA. 20

3.2.3. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO. 22

4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 24

4.1. INTENSIDAD EN M.T. 24

4.2. INTENSIDADES EN B.T. 24

4.3. CORTOCIRCUITO. 24

4.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO M.T. 25

4.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN B.T. 25

4.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO. 25

4.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE. 26

4.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA. 26
4.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS. 26
4.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE CONEXIÓN. 26
4.7. CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. 27
4.7.1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. 29
4.7.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO. 29
4.7.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. 30
4.7.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO. 31
4.7.5. COMPROBACIÓN DE QUE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO CALCULADAS SEAN INFERIORES A LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES. 33
4.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR. 34

5. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA. 35

6. JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.... 37

7. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO. 41

7.1. CÁLCULO DEL FLUJO MAGNÉTICO EN LA INSTALACIÓN 44
7.1.1. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES 44
7.1.2. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS 47
7.1.3. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES EN LOS PUENTES DEL TRANSFORMADOR 48
7.1.4. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LAS CONEXIONES A LAS BORNAS DEL TRANSFORMADOR 49

8. VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14. 52

9. CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO 55

1. OBJETO

El objeto de este Documento es establecer los cálculos necesarios que justifican la elección de los elementos que componen las instalaciones proyectadas.

2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

2.1. Dimensionado planta.

De la ficha de características del módulo fotovoltaico seleccionado, se extraen los parámetros eléctricos:

ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	**635**	**640**	**645**	**650**	**655**	**660**
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	18.03	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Impp(A)	17.02	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) ★	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
Bifacial factor: 70%±5 ★Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Total Equivalent power -Pmax (Wp)	699	704	710	715	721	726
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	19.83	19.89	19.94	20.00	20.05	20.11
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Impp(A)	18.72	18.78	18.83	18.89	18.94	19.00

Dado que el módulo seleccionado es bifacial, se han seleccionado los valores correspondientes a una ganancia del 10%.

Lo primero será comprobar que los string elegidos cumplen con la tensión máxima de entrada al inversor:

Dentro del string, los módulos se conectan en serie, por lo que se suman sus tensiones a circuito abierto:

$$V = n \times V_{oc} = 32 \times 45{,}49 = 1.455{,}68\ V$$

Aplicando la corrección por temperatura respecto a la temperatura en condiciones STC. De los datos climatológicos del sitio de la instalación, se obtiene que la temperatura mínima anual en la que el nivel de radiación se acerca a los 1.000 w/m^2 que se necesitan para alcanzar las condiciones

estándar, es de 13ºC. Realizando corrección de la tensión V_{oc} para esta temperatura, se obtiene que:

Según la ficha técnica del módulo seleccionado: ΔV_{OC} = -0,25%/ºC

Resultará una tensión corregida por string $V_{OC\ (12ºC)}$ = 1.499,35 V (por debajo de la máxima de diseño de 1500V).

2.2. Cálculo de conductores.

Los cálculos eléctricos han sido realizados cumpliendo los criterios de caída de tensión y de máxima corriente según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) y en especial según las instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-40.

Para los cables de MT se han cumplido los criterios del reglamento de líneas de AT y sus fundamentos técnicos.

Los conductores deben soportar la máxima corriente. Además, se ha dimensionado de forma que la caída de tensión en los conductores no sea superior al 0,5% en los conductores de DC y el 1% en los conductores de AC antes de las centrales de potencia.

La justificación de los cálculos eléctricos para el dimensionado de los conductores se realizará mediante el cumplimiento de los criterios:

- Por calentamiento.
- Por caída de tensión.

2.2.1. Calentamiento.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los distintos valores son las siguientes:

$$I = \frac{P}{V}$$ (c. continua)

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$ (c.a. monofásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$ (c.a. trifásico)

donde:

I: intensidad circulante (A).

P: potencia total distribuida en el tramo (W).

V: tensión de alimentación del tramo (V).

cosφ: factor de potencia

Se comprobará en la tabla I de la instrucción ITC-BT-19 del R.E.B.T. que la intensidad máxima obtenida (I) no supera la establecida por el conductor de sección elegido ($I_{MÁX}$).

2.2.2. Caída de tensión.

Para el dimensionado por caída de tensión, se comprobará que la caída de tensión resultante utilizando la sección obtenida por calentamiento, no supere a la máxima establecida.

Para realizar este cálculo se utilizarán estas ecuaciones:

Circuito Trifásico: $\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \text{sen}\varphi)$

Circuito Monofásico: $\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \text{sen}\varphi)$

Corriente Continua: $\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot R$

donde:

ΔU: Caída de tensión en el conductor (V)
I: Intensidad circulante (A)

cos φ: Factor de potencia

U: Tensión en voltios (V)

R: Resistencia kilométrica del conductor (Ω/km)

X: Reactancia kilométrica del conductor (Ω/km)

L: Longitud del circuito (km)

Los conductores quedan dimensionados cumpliendo los criterios de calentamiento y caída de tensión.

2.2.3. Conductores de CC.

De acuerdo con la configuración eléctrica y la disposición de las series de módulos respecto a los inversores, el cableado de string (cableado DC nivel 1) tendrá las siguientes características:

Características de las series de módulos:

MODELO DE PANEL	P_{max} (W)	I_{mp} (A)	V_{oc} (V)	Coef. Temp. (V_{oc})	I_{mp} (A) (+10%)	V_{mp} (V) (+10%)
RSM132-8-650BMDG	715	17.17	45.49	-0,25 %/ °C	18.89	45.49

Serie	Nº módulos	V (V)	I (A)	Caída máx. V (%)	ρ (Omh·mm2/m)
	32	1455.68	18.89	0.5	0.02

Cableado DC:

El cableado DC comprende los conductores que configuran las series de módulos y llegan a los inversores. Este tramo de conductor se diseña para una caída de tensión del 0,5%.

Los criterios de diseño que se han seguido son condiciones estándar y una ganancia del 10% gracias a la bifacialidad del módulo.

La sección de los conductores de nivel 1 será de 6 mm^2. En caso de conductores de longitud superior a 55 m, se utilizará una sección de 10 mm^2..

2.2.4. Conductores de CA.

El cableado AC de baja tensión comprende el tramo situado entre los inversores y los centros de transformación. El conductor seleccionado para este tramo es de aluminio tipo RZ1-K (AS) y la caída de tensión máxima de referencia es del 1%.

Los parámetros de diseño empleados son los siguientes:

Voltaje (V)	Potencia (kW)	Caída máx. V (%)	ρ (Omh·mm2/m)	Conductor
800	200	1	0,028	RZ1-K (AS)

En la tabla siguiente se recogen las longitudes y secciones de los conductores de cada uno de los inversores de la planta.

CT PVF BELVIS				
Inversor	Longitud (m)	Sección (mm2)	Pmax (kVA)	e(%)
SI 01	506	600	215	0,65
SI 02	491	600	215	0,63
SI 03	471	600	215	0,60
SI 04	450	600	215	0,58
SI 05	430	400	215	0,83
SI 06	409	400	215	0,79
SI 07	389	400	215	0,75
SI 08	368	400	215	0,71
SI 09	353	400	215	0,68
SI 10	337	400	215	0,65
SI 11	322	300	215	0,82
SI 12	307	300	215	0,79
SI 13	291	300	215	0,74
SI 14	271	300	215	0,69
SI 15	255	240	215	0,82
SI 16	240	240	215	0,77
SI 17	224	240	215	0,72
SI 18	209	240	215	0,67
SI 19	194	185	215	0,81
SI 20	178	185	215	0,74
SI 21	163	150	215	0,83
SI 22	142	150	215	0,73
SI 23	112	120	215	0,72
SI 24	65	70	215	0,71
SI 25	113	120	215	0,72

2.3. Selección de protecciones.

2.3.1. Protección contra sobretensiones.

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-22 y la norma UNE-HD 60364-4-43, todo circuito debe estar protegido contra sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, interrumpiendo automáticamente este circuito en el menor tiempo posible.

Estas sobreintensidades pueden estar originadas por:

- Sobrecargas en los equipos alimentados o defectos en el aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Para la correcta protección de los circuitos ante estos eventos, la citada norma UNE-HD 60364-4-43 establece unas reglas para la selección de los elementos de protección que se deberán instalar (interruptores automáticos y/o fusibles).

2.3.1.1. Protección contra sobrecargas

Las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja una canalización contra las sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$

2) $I_2 \geq 1{,}45\ I_z$

Donde:

I_B: Intensidad utilizada en el circuito [A]

I_z: Intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52 [A]

I_n: Intensidad nominal del dispositivo de protección (o la de regulación en el caso de dispositivos regulables) [A]

I_2: Intensidad efectiva de funcionamiento del dispositivo de protección [A]

2.3.1.2. Protección contra cortocircuitos

Tiene por objeto la interrupción de toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

El dispositivo que tiene asignada esta función deberá cumplir con las siguientes condiciones:

1) Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado. Se puede admitir un poder de corte inferior si existe otro aparato protector aguas arriba de características tales que la operación simultánea de ambos elementos no deje pasar una energía superior a la soportable por dichos elementos (coordinación de protecciones).

2) El tiempo de corte no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible, siendo éste como máximo de 5 segundos.

Esta última condición se puede verificar si se cumplen las siguientes condiciones:

a) Si $t_{cable} > 5$ s: $t_{protección} \leq 5$ s

b) Si $0,1 \text{ s} \leq t_{cable} \leq 5$ s: $t_{protección} \leq t_{cable} \leq 5$ s

c) Si $t_{cable} < 0,1$ s: $k^2S^2_{cable} > I^2t_{protección}$

donde:

t_{cable}: duración máxima del cortocircuito que puede admitir el cable hasta alcanzar la temperatura máxima [s]

$t_{protección}$: tiempo de actuación de la protección cuando la recorre dicha intensidad de cortocircuito [s].

k: factor que relaciona la intensidad máxima de cortocircuito con la temperatura máxima admisible del conductor y la duración máxima que ese conductor puede soportar dicha intensidad de cortocircuito. Se toman estos valores obtenidos de la norma:

115 $A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$ para conductores de Cu y aislamiento PVC o Z1
135 $A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$ para conductores de Cu y aislamiento XLPE o EPR
74 $A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$ para conductores de Al y aislamiento PVC o Z1
87 $A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$ para conductores de Al y aislamiento XLPE o EPR

S: sección del conductor [mm^2]

I: intensidad eficaz de cortocircuito [A]

2.3.2. Protecciones contra contactos indirectos.

La protección contra contactos indirectos está asegurada mediante elementos de corte automático de la alimentación que impidan la aparición de una tensión de contacto durante un tiempo tal que pueda ser peligrosa.

Esta función la realizan los interruptores automáticos y/o los dispositivos de corriente diferencial-residual.

La selección de estos dispositivos se realiza atendiendo a las siguientes condiciones:

- Intensidad nominal.
- Poder de corte de los dispositivos.

- Tensión de contacto límite convencional admisible (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

2.3.3. Distribución de cuadros y protecciones.

Inversor solar:

El inversor solar cuenta con las protecciones siguientes:

- Seccionamiento en la entrada del dispositivo
- Protecciones contra conexiones inversas.
- Protección contra sobreintensidades en el lado de CA.
- Protecciones contra corrientes de fuga.
- Protecciones contra sobretensiones tipo II en lado DC y AC
- Detección de fallo de aislamiento.

Centro de transformación:

Cuadros generales de baja tensión ubicados en el centro de transformación.

El centro de transformación cuenta con dos cuadros de baja tensión, que se componen cada uno de ellos de los siguientes elementos:

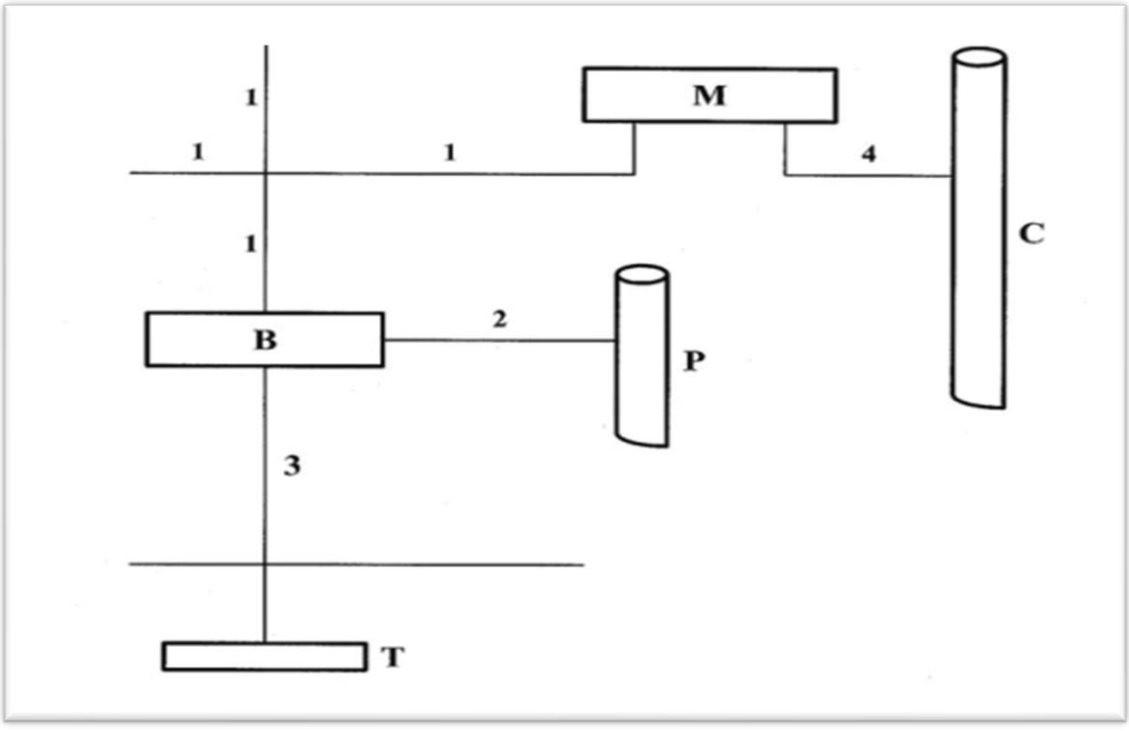
- 17 interruptores MCCB. Cada entrada de inversor cuenta con un módulo MCCB capaz de proteger la instalación frente a cortocircuito y sobrecarga. En total, el cuadro cuenta con 16 posiciones de inversor con interruptores de I_n=250 A / 800 V_{ac} / 3P:
- Interruptor automático ACB (interruptor automático de bastidor abierto). Cada cuadro de baja tensión cuenta con un interruptor de I_n=2500 A / 800 V_{ac} / 3P en cabecera. A cada uno de ellos se conectarán 14 disyuntores MCCB, como se observa en el diagrama anterior.
- Descargador de sobretensiones tipo I y II. Aguas debajo de los interruptores automáticos ACB, I_{imp}=12.5 kA, I_n= ≥ 20 kA, 3+1 U_c= 680 V

2.4. Instalaciones de puesta a tierra.

A continuación, se detalla el sistema de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica de conformidad con la ITC BT-18 del Real Decreto 842/2002.

La puesta a tierra es un sistema de seguridad (obligatorio en todas las instalaciones eléctricas) cuyo fin es **descargar las corrientes de fuga** que puedan producirse al terreno, es decir, protege frente a contactos indirectos.

La *ITC-BT-18* del *REBT*, que regula las instalaciones de puesta a tierra, **distingue en un total de nueve elementos**, cuatro de ellos conductores y los cinco restantes componentes de la instalación, todos ellos se listan a continuación:



ID	Elemento
1	conductor de protección
2	conductor de unión equipotencial principal
3	conductor de tierra de enlace con el electrodo

4 conductor de equipotencialidad secundaria

B borne principal de tierra o punto de puesta a tierra

M masa

C elemento conductor

P canalización metálica principal de agua

T toma de tierra (electrodos)

CÁLCULO DE LOS ELECTRODOS

Para que una instalación de puesta a tierra pueda actuar correctamente es fundamental que la resistencia entre los elementos conductores o masas y el terreno, denominada resistencia de tierra, sea lo suficiente baja como para que la corriente de fuga se desvíe efectivamente al terreno.

Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia de tierra sea tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 [V] en local o emplazamiento conductor y 50 [V] otros casos. La resistencia será pues función de este voltaje y de la intensidad máxima de fuga permitida, la cual está limitada por la sensibilidad del interruptor diferencial instalado:

Resistencia de tierra máxima = Tensión de contacto máxima ([V]) / Sensibilidad del diferencial ([A]) ≡ [Ω]

Sensibilidad del diferencial	Resistencia de tierra máxima a 24 | 50 [V]
10 [mA]	2400 | 5000 [Ω]
30 [mA]	800 | 1666,67 [Ω]
300 [mA]	80 | 166,67 [Ω]

En el caso que nos ocupa, la tensión de contacto máxima sería de 50 V y la sensibilidad del diferencial será de 300 mA, por lo que la resistencia de tierra máxima será de **166,67 Ω**.

$$Resistencia\ de\ tierra\ máx\ = \frac{Tensión\ de\ contacto\ máxima}{Sensibilidad\ diferencial} = \frac{50}{0{,}3} = 166{,}67\ \Omega$$

El electrodo empleado para la puesta a tierra es: Conductor enterrado horizontalmente.

La Resistencia de tierra en función del terreno, viene dada por la expresión:

$$R_{cond} = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Estimamos una resistividad media del terreno de:

$$\rho = 200\ \Omega \cdot m$$

Por lo tanto, la longitud mínima del electrodo de tierra deberá ser:

$$L_{min} = \frac{2 \cdot \rho}{R_{max}} = \frac{2 \cdot 200}{166{,}67} = 2{,}4\ m$$

Se concluye, que la instalación de puesta a tierra propuesta en la instalación proyectada cumple con la ITC BT-18 del Real Decreto 842/2002.

Se incluyen planos de las instalaciones de puesta a tierra y detalles de conexión en el plano número 10, recogido en el documento: PLANOS.

3. CONDUCTORES MT.

Los conductores de media tensión se dividen en dos tramos. El primero unirá el centro de transformación y el centro de protección y medida, y el segundo unirá el anterior con el centro de seccionamiento de la Compañía Distribuidora.

Para el cálculo de las líneas de evacuación, se han tenido en cuenta diferentes criterios, como es la intensidad máxima admisible, la caída de tensión y la intensidad de cortocircuito máxima admisible.

Las características del conductor empleado facilitadas por el fabricante son:

Conductor AL HEPRZ1 12/20 kV	Intensidad máxima admisible Bajo tubo/directa-mente enterrado	Intensidad máxima de cc durante 1 s	Intensidad máxima de cc en pantalla durante 1 s	Resistencia del conductor a 20 ºC	Reactancia inductiva
Sección	**I (A)**	**I_{cc} (A)**	**$I_{cc\ p}$ (A)**	**R (Ω/km)**	**X (Ω/km)**
1 x 240	345 / 365	22560	3130	0,125	0,102

3.1. Previsión de potencia.

Para determinar las intensidades admisibles por el conductor en función de las condiciones de la instalación, se tendrá en cuenta los factores de corrección indicados en el punto 6 de la ITC-LAT-06 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09.

La previsión de potencia será la suma de la potencia nominal de los inversores, siendo esta potencia 5,00 MW, como se ha mencionado en el apartado de memoria.

3.2. Cálculo de conductores.

El procedimiento seguido para el dimensionamiento de las secciones ha sido proponer una sección en base a los valores de intensidad máxima admisible, tomando como referencia los valores de intensidad corregidos de acuerdo al procedimiento recogido en la ITC-LAT-06.

Una vez se ha obtenido la propuesta de sección, se comprueba el cumplimiento de los criterios de caída de tensión y cortocircuito.

3.2.1. Caída de tensión.

La caída de tensión de la línea, viene dada por la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \operatorname{sen}\varphi)$$

donde:

ΔU:	Caída de tensión en el conductor (V)
I:	Intensidad circulante (A)
cos φ:	Factor de potencia
U:	Tensión en voltios (V)
R:	Resistencia kilométrica del conductor (Ω/km)
X:	Reactancia kilométrica del conductor (Ω/km)
L:	Longitud del circuito (km)

Siendo:

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

donde:

I: intensidad circulante (A).

P: potencia total distribuida en el tramo (W).

V: tensión de alimentación del tramo (V).

cosφ: factor de potencia

3.2.2. Pérdida de potencia en la línea.

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en las líneas vienen dadas por la expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Donde:

ΔP: Pérdidas de potencia en W.

R: Resistencia del conductor en Ω/km.

L: Longitud de la línea en km.

I: Intensidad de la línea en amperios.

En las tablas siguientes quedan reflejados los valores calculados para el tramo de línea que se recoge en este proyecto.

Línea subterránea de evacuación 20 kV enterrada bajo tubo:

Tramo	Origen	Destino	P (kW)	Longitud (m)	Nº ternas en la zanja	F. C. agrup.	F. C. Tª terreno	F. C. Resistividad terreno	F.C. profundidad	I (A)	S por Imax adm (mm^2)	S prevista (mm^2)	Descripción Cable	I adm. (A)	ΔV (V)	e(%)	ΔP (kW)	ΔP (%)
1	CT Belvis	CPM Belvis	5000	76	1	1	1	1	0.98	147.28	70.00	240	HEPRZ1 12/20 kV 3x1x 240 mm2 Al	313.60	3.73	0.019	0.79	0.02
2	CT Belvis	CPM Belvis	5000	320	1	1	1	1	0.98	147.28	70.00	240	HEPRZ1 12/20 kV 3x1x 240 mm2 Al	313.60	20.97	0.670	28.37	0.57

3.2.3. Intensidad máxima admisible de cortocircuito.

Para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito admisible en los conductores, se utiliza la expresión:

$$\frac{Icc}{S} = \frac{k}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{cc}.: es la corriente de cortocircuito en amperios

S: sección del conductor en mm^2

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t_{cc}: duración del cortocircuito en segundos

De la tabla siguiente, se extraen los valores de densidad de corriente admisibles para el conductor. Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplicaría la fórmula anterior, donde K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para t= 1seg.

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm² sección > 300 mm²	 90 70	 240 215	 170 152	 138 124	 107 96	 98 87	 76 68	 62 55	 53 48	 48 43	 43 39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para el caso que nos ocupa, la densidad de corriente admisible será de 94 A/mm^2, ya que el tiempo de despeje de la falta será de 1 s.

Para la sección prevista, la intensidad admisible será:

Sección (mm^2)	$I_{max.\ adm}$ (A)
240	22.560

La intensidad de cortocircuito facilitada por la compañía distribuidora es:

I_{cc} = 12,5 kA

Por lo que los conductores podrían resistir esa potencia de cortocircuito.

4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

4.1. Intensidad en M.T.

La intensidad en media tensión viene dada por la siguiente expresión:

$$Ip = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot Up}$$

En este caso, la tensión de la red de distribución es de 20 kV y tendremos en cuenta una potencia de 5.000 kVA, por lo que la intensidad de la línea de evacuación que procede de la central de potencia será 144,34 A.

4.2. Intensidades en B.T.

La intensidad secundaria de los transformadores, viene dada por la siguiente expresión:

$$Is = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot Us}$$

Dado que el transformador cuenta con dos devanados en el secundario, la potencia máxima que podría alcanzar sería la potencia máxima de los inversores conectados a ellos, que sería de 2795 kW. En el lado de baja del transformador la tensión es de 800 V y la intensidad será de 2.017 A.

4.3. Cortocircuito.

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

4.3.1. Cálculo de las corrientes de cortocircuito M.T.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, se utiliza la expresión:

$$Iccp = \frac{Scc}{\sqrt{3} \cdot Up}$$

Cortocircuito en el lado de media tensión.

Para una potencia de cortocircuito en el lado de AT de 433 MVA, y la tensión de servicio 20 kV la intensidad de cortocircuito es de 12,5 KA.

4.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito en B.T.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$Iccs = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot Ecc \cdot Us}$$

Siendo:

$\boldsymbol{Iccs}$: Intensidad de cortocircuito en kiloamperios (kA).

$\boldsymbol{P}$: Potencia del transformador (kVA).

$\boldsymbol{Ecc}$: Tensión de cortocircuito del transformador (%).

$\boldsymbol{US}$: Tensión del secundario en voltios (V).

La intensidad de cortocircuito en el devanado de baja tensión, según la formula anterior, con tensión de cortocircuito Ecc: 8% y Us: 800 V, será I_{cc}=5,8 kA.

4.4. Dimensionado del embarrado.

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

4.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

4.4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 4.1 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(din) = 360,85 \text{ A}$$

4.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

La protección de los transformadores de las centrales de potencia se realiza en MT mediante una celda con interruptor automático, que proporciona protecciones por sobrecarga, faltas a tierra o cortocircuito.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos anteriormente calculados.

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

4.6. Dimensionado de los puentes de conexión.

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal, como la de cortocircuito.

La intensidad nominal demandada por el transformador general de la planta es igual a 144,34 A.

Los centros de transformación son una solución completa diseñada por el fabricante Huawei, por lo que los puentes de media y baja tensión se encuentran dentro de las certificaciones y ensayos del equipo.

4.7. Cálculo de instalaciones de puesta a tierra.

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación.

Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10k}{t^n}\left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

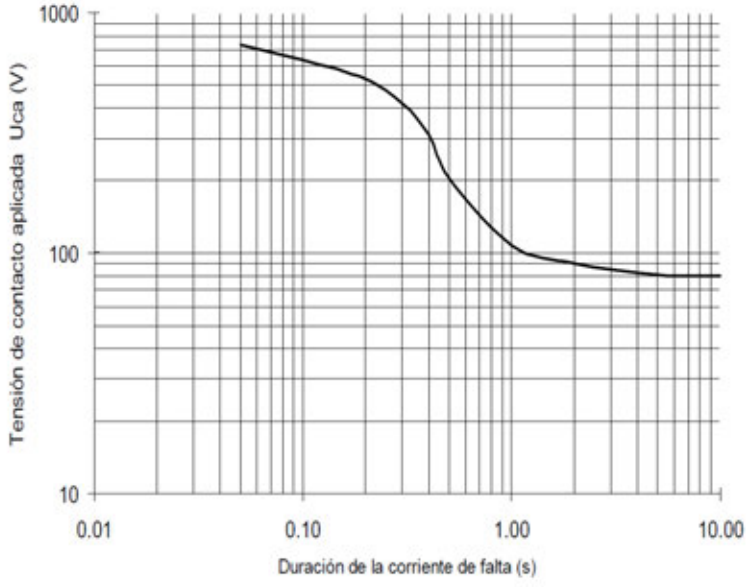
Tensión de contacto.

$$V_c = \frac{k}{t^n}\left(1 + \frac{1{,}5 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

Tensión de paso en caso de superficies distintas.

$$V_{p(acc)} = \frac{k}{t^n}\left(1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s{}'}{1000}\right)$$

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, Uca, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la figura siguiente.



Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, (Upa = 10 Uca).

Para definir la duración de la corriente de falta aplicable, se tendrá en cuenta el funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra. En caso de instalaciones con reenganche automático rápido (no superior a 0,5 segundos), el tiempo a considerar será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

Para el diseño de la instalación de puesta a tierra, se utilizará el método elaborado por UNESA.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: Ur = 20 kV
- Neutro puesto a tierra.
- Limitación de la intensidad a tierra I_{dm} = 500 A
- Intensidad de arranque de relé: I_a = 50 A

- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: V_{BT} : 10.000 V
- Resistividad media del terreno: ρ_s =200 Ω·m
- Resistividad media del hormigón: ρ_h =3.000 Ω·m

4.7.1. 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 el centro de transformación, se determina la resistividad media en 200 Ohm·m.

4.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto.

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso. En el caso que nos ocupa, con el neutro a tierra, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra (A)

R_t resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

U Tensión de servicio (V)

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro (Ohm)

X_n Reactancia de puesta tierra del neutro (Ohm)

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

4.7.3. Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

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

Se seleccionará en las tablas de parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra de UNESA un electrodo de valor unitario máximo de resistencia de puesta a tierra igual o inferior al valor obtenido.

- Configuración seleccionada: 50-25/ 5 / 88
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5 x 2,5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 m
- Sección del conductor: 50 mm^2
- Parámetros característicos del electrodo:
  - De la resistencia k_r = 0,046 Ω/ Ω·m
  - De la tensión de paso k_p = 0,0086 V/ Ω·m
  - De la tensión de contacto k_c = 0,0134 V/ Ω·m

4.7.4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto.

De las tablas del Anexo 2 del documento de UNESA, se extraen los parámetros:

- Resistencia de puesta a tierra k_r, Ω/ (Ω·m)
- Tensión de paso máxima k_p, V/ (Ω·m)·(A)
- De la tensión de contacto k_c, V/ (Ω·m)·(A)

De los que se puede obtener la resistencia de puesta a tierra (R_t), seguidamente se puede calcular la I_d y posteriormente se puede calcular los valores en voltios de la tensión de paso máxima y de contacto máxima para la configuración del electrodo.

Resistencia de puesta a tierra:

Con los valores del tipo de puesta a tierra, el valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_T = K_r \cdot \rho_s$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo

ρ_s resistividad del terreno en (Ohm·m)

R'_t resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

R'_t = 9,2 Ω

Y la intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra (A)

R_t resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

U Tensión de servicio (V)

Para un tiempo de duración de defecto entre 0,1 < t < 0,9 segundos:

$\mathbf{R_n} = 0$

$\mathbf{X_n} = 72$

$$\boldsymbol{I_d = 159,1\ A}$$

Para la intensidad de defecto calculada cumple con:

- Limitación de la intensidad a tierra I_{dm} = 500 A > ***I_d = 159,1 A***
- Intensidad de arranque de relé: I_a = 50 A < ***I_d = 159,1 A***

Tensión de defecto:

$$V'_d = I'_d \cdot R'_d$$

$$\boldsymbol{V_d = 1463,72\ A}$$

Tensión de paso máxima:

La tensión de paso es la siguiente:

$$V'_p = I'_d \cdot K_p \cdot \rho_s$$

donde:

K_p coeficiente

ρ_s resistividad del terreno en (Ohm·m)

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_p tensión de paso (V)

$$\boldsymbol{V'_p = 273,65\ V}$$

Tensión de contacto exterior máxima:

$$V_c' = I_d' \cdot K_c \cdot \rho_s$$

donde:

- K_c coeficiente
- ρ_s resistividad del terreno en (Ohm·m)
- I'_d intensidad de defecto [A]
- V'_c tensión de contacto (V)

V'_c = 426,4 V

4.7.5. Comprobación de que las tensiones de paso y contacto calculadas sean inferiores a los valores máximos admisibles.

Los valores de tensiones máximas de paso y contacto, se encuentran tabulados en el documento de método de cálculo de UNESA (tablas 1, 2 y 3).

Tensión máxima de paso admisible: 3.168 V

Tensión máxima de contacto admisible: 187 V

Tensión máxima de paso admisible a la entrada: 15.264 V

Comprobación de las tensiones calculadas:

Condición	Tensión calculada	Tensión admisible
$V'_p < V_p$	273,65	3.168
$V'_c < V'_{p\text{-}acc}$	426,4	15.264
$V_d < V_{bt}$	1.463,72	10.000

4.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Una vez diseñado el electrodo de puesta a tierra de protección se debe verificar que no se transmiten tensiones al exterior, en concreto deberá estudiarse la posible transferencia a través del neutro del transformador puesto a tierra.

Para garantizar que la puesta a tierra del neutro (tierra de servicio) no alcance tensiones elevadas en el momento que se esté disipando un defecto por el sistema de tierra de protección, debe establecerse una separación entre los electrodos próximos de ambos sistemas, que dependerá de la resistividad del terreno y de la intensidad del defecto.

Al producirse un defecto a tierra y disiparse una corriente por el sistema de tierra de protección, la tensión inducida en el neutro de baja tensión puesto a tierra no deberá superar los 1.000 V.

En este caso, las líneas de BT de corriente alterna en la salida de los inversores funcionan a la tensión de 800V, formadas por las tres fases sin neutro, por lo que no será necesario la instalación de la tierra de servicio.

5. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA.

A continuación, se indican los resultados obtenidos para la producción de energía eléctrica en la Planta Fotovoltaica Belvis, con una potencia pico de 6,240 MWp. Para ello se han realizado unos cálculos basados en la estimación del potencial solar de la zona.

Datos de partida:

Rendimiento total de la planta PR > 80%

Instalación de los módulos: seguidor a un eje

Potencia instalada: 5 MW

Potencia pico: 6,24 MW

El rendimiento total de la planta (Perfomance Ratio) incluye todas las pérdidas imputables tanto a la eficiencia de los módulos (suciedad, calentamiento, reflectancia, etc.) como de los inversores y demás equipamiento eléctrico. Se ha considerado un valor conservador del rendimiento.

Presentación de resultados:

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	proporción
Enero	62.0	28.07	5.15	80.4	75.4	489394	473846	0.945
Febrero	83.4	33.97	6.25	107.7	101.1	644952	624213	0.929
Marzo	134.7	54.53	9.85	173.3	162.9	1018318	949523	0.878
Abril	167.5	56.60	12.51	215.8	203.8	1214397	1172509	0.871
Mayo	204.5	71.86	17.26	264.9	250.1	1443599	1393920	0.843
Junio	224.4	65.50	23.08	290.8	275.1	1552151	1497566	0.825
Julio	239.9	53.07	26.69	314.3	298.2	1641541	1530089	0.780
Agosto	211.1	54.16	26.10	279.8	265.3	1517752	1463181	0.838
Septiembre	156.5	40.84	20.78	209.4	197.8	1159699	1118907	0.856
Octubre	107.4	41.20	15.25	139.0	130.6	805723	780137	0.899
Noviembre	67.9	30.75	8.80	87.6	82.0	523186	484126	0.886
Diciembre	56.5	24.30	5.62	73.7	69.0	446628	432207	0.940
Año	1715.7	554.87	14.83	2236.6	2111.3	12457341	11920223	0.854

La producción anual estimada evacuada a red será 11.920 MWh, que corresponde a una ratio de 1.910 kWh generados por cada kWp instalado.

Los resultados pueden verse en el informe anexo de PVSYST.

6. JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.

Las prescripciones aplicables en materia de protección contra incendios para la instalación de la planta fotovoltaica vienen recogidas en el RAT en la ITC 15.

De acuerdo con el reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión, para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:
   a) La propagación del incendio a otras partes de la instalación.
   b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
   c) La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.

2. Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas, según proceda:
   a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.
   b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.
   c) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.
   d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido

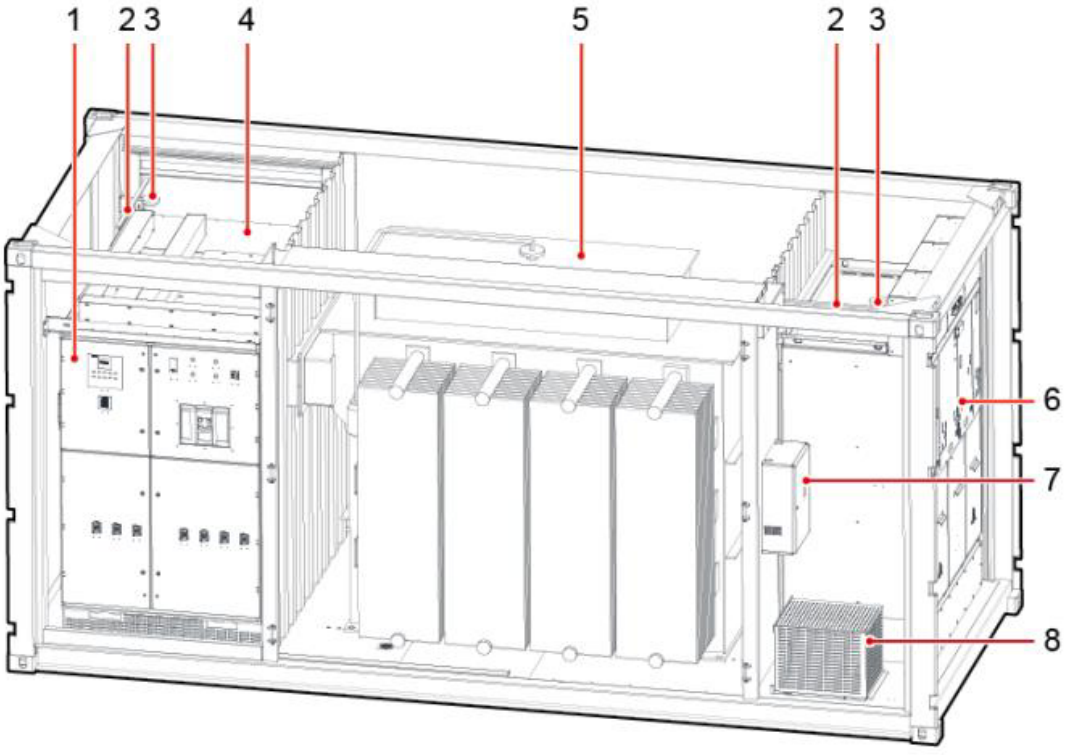
y si hubiera más de un transformador, la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande.

e) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados.

En base a estas prescripciones, han sido tomadas las medidas que se recogen a continuación.

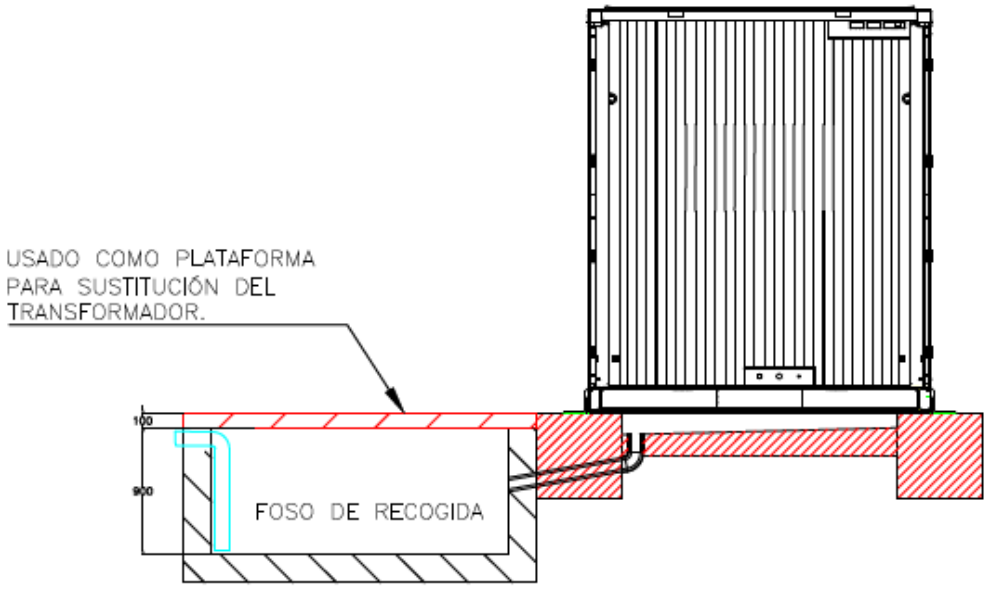
La zona de mayor riesgo para la aparición de fuego en la instalación se particulariza principalmente en los transformadores aislados con líquido combustible, por lo que las principales medidas de protección se centraran en esta parte de la instalación. Se adoptarán las siguientes medidas de protección activa y pasiva que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios:

- Las estaciones de potencia incluyen un transformador y las celdas correspondientes de media tensión, se encuentran aisladas interiormente.



LEYENDA			
1	Cuadro A de baja tensión	5	Transformador
2	Luz	6	Celdas MT
3	Sensor de Humo	7	Cuadro de distribución
4	Cuadro B de baja tensión	8	Transformador auxiliar

- El transformador es de refrigeración tipo ONAN, por lo que se dispondrá de protecciones suficientes, tipo relé DGPT2 o sonda PT100, de manera que, en caso de detectar una dilatación excesiva del dieléctrico, un aumento de presión o un aumento de la temperatura cortarán la alimentación de los arrollamientos del transformador.
- En todos los casos, el transformador se ubicará sobre una fosa colectora capaz de contener la totalidad del fluido refrigerante en caso de vertido.



- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 en las proximidades de los transformadores, a una distancia máxima de 15 m.
- La eficacia mínima de los extintores será 89B para dar cumplimiento a lo establecido en la ITC RAT 14 del RD 337/2014.

Además de las anteriores medidas, enfocadas a las instalaciones de alta tensión, se contemplan otra serie de medidas encaminadas a evitar la

propagación de un eventual incendio en el interior de la planta hacia las parcelas o espacios colindantes:

- El parque solar dispone de una zona de retranqueo entre las estructuras de los paneles solares y el vallado, de mínimo 8 metros. Esta zona, al igual que el resto del parque se mantendrá permanentemente desbrozada, mediante métodos mecánicos o animales, y libre de elementos combustibles, y actuará a modo de cortafuegos.
- Los viales de acceso tanto de entrada como en el interior de la planta tendrán suficiente capacidad para permitir el acceso a un camión de bomberos.
- Se dotará de extintores en el vallado perimetral en zonas estratégicas, dentro de cajas estancas, que garanticen un correcto estado de conservación de los mismos.
- Los elementos eléctricos son intrínsecamente seguros, los cuadros eléctricos de intemperie serán de protección IP65 o superior y estarán realizados con materiales auto extinguibles, no propagadores de llama, al igual que el cableado empleado.
- Todos los conductores eléctricos se contemplarán bajo el cumplimiento de la norma UNE-EN 60332-1, la cual indica que los conductores no contengan ningún compuesto propagador de llama, con la norma UNE-EN 60754, la cual indica que el conductor se encuentre libre de halógenos, la norma UNE-EN61034, que indica que haya una baja emisión de humos y la UNE-EN 60754-2, que indica una baja emisión de gases corrosivos.
- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 o polvo en seco junto a los principales cuadros eléctricos.

7. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO.

El RAT, recoge en la ITC-RAT 15 que, para las instalaciones exteriores de alta tensión, como es el caso que nos ocupa, se tomarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de la instalación, cuando dichas instalaciones de alta tensión se encuentren ***próximas a edificios de otros usos***. El reglamento, remite al R.D. 1066/2001 para marcar los valores máximos admisibles de los campos electromagnéticos.

En el caso de la Planta Fotovoltaica Belvis, no existen edificios de otros usos próximos que se puedan ver afectados por los campos electromagnéticos de las instalaciones de alta tensión, por lo que no se considera necesario la justificación de su cumplimiento.

Remitiéndonos al R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, queda recogido en su anexo II los límites de exposición que garantizan la adecuada protección de la salud del público en general. Siendo los límites establecidos de obligado cumplimiento en aquellas zonas en las que puedan permanecer habitualmente personas. En el anexo II del RD anterior se definen los siguientes conceptos:

Restricciones básicas:

Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas, reciben el nombre de “restricciones básicas”. Son por tanto los valores límite permitidos.

Niveles de referencia:

Los niveles de referencia sirven a efectos prácticos como evaluación de la exposición, para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las

restricciones básicas. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente. Las magnitudes derivadas que se utilizarán como valores de referencia son la intensidad del campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B), la intensidad de potencia (S) la corriente en extremidades (I_l).

Los niveles de referencia para el campo magnético a una frecuencia de 50 Hz, serán extraídos del cuadro 2 del apartado 3.1 del anexo II, que queda reflejado a continuación.

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m^2)
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037\ f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Para el campo magnético generado por una frecuencia de 50 Hz, los niveles de referencia serán:

Intensidad de campo E (V/m)	5
Intensidad de campo H (A/m)	80
Flujo magnético B(μT)	100

A pesar de no ser requerido por el RAT, existe además normativa de prevención de riesgos laborales que recoge los valores límite permitidos en los puestos de trabajo. Concretamente el RD 299/2016.

Para el caso que nos ocupa, serían de aplicación los limites siguientes de emisión:

Intensidad de campo E (V/m)	10
Flujo magnético B(μT)	500

El artículo 6.2 del RD 299/2016, hace referencia a que la evaluación de riesgos se realizará conforme a lo indicado en la Guía técnica de la Comisión Europea. Esta guía, excluye de la necesidad de realizar una evaluación de CEM a los siguientes lugares de trabajo:

Distribución y transmisión de electricidad (50 Hz):

1. Exposición a campo magnético:
   - Todo conductor aéreo desnudo de cualquier tensión nominal.
   - Toda instalación eléctrica (incluidos cableado, aparamenta, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea ≤100 A.
   - Todo circuito eléctrico (incluidos cableado, aparamenta, transformadores...), donde conductores estén próximos entre sí y cuya intensidad neta sea ≤100 A.
   - Todo circuito eléctrico dentro de una instalación (incluido cableado, aparamenta, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea ≤ 100 A para cada circuito.
2. Exposición a campo eléctrico:
   - Todo conductor aéreo desnudo con una tensión nominal ≤ 100 kV.
   - Toda línea aérea por encima del lugar de trabajo con una tensión nominal ≤150 kV.
   - Todo circuito de cable subterráneo o aislado, de cualquier tensión nominal.
3. Trabajos en generadores y generadores de emergencia.
4. Inversores, incluidos los sistemas fotovoltaicos.

Quedarían por tanto excluidas del alcance de la evaluación de riesgos según el RD 299/2016 todas las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica.

Por todo lo anterior, se considera que no es necesario justificar el cumplimiento de los límites anteriormente citados para el caso de las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica Belvis.

En cualquier caso, a continuación, se realiza un cálculo teórico de emisiones en los puntos críticos que pueden aparecer en la instalación.

7.1. Cálculo del flujo magnético en la instalación

7.1.1. Campo magnético generado por los conductores

El método de cálculo consiste en un cálculo del campo magnético generado por cada fase en el punto de medida.

La expresión empleada para calcular el campo magnético según Biot-Savart viene dada por:

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * \pi * D} [T]$$

Donde:

B = Inducción magnética [T]

μ_0 = Permeabilidad magnética del aire (considerada como la del vacío) = 4 * π * 10-7 $[N/A^2]$

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [m]

Sustituyendo el valor de permeabilidad magnética y tomando como unidad de referencia el microTesla (μT) la expresión resulta de la siguiente manera:

$$B = \frac{2 * 10^2 * I}{D} \ [\mu T]$$

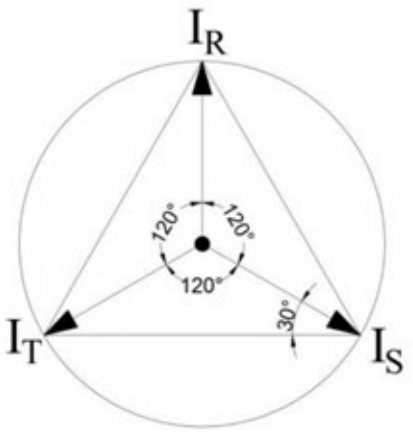
Donde:

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [mm]

La siguiente consideración a tener en cuenta es el hecho de que la corriente sea trifásica. El sistema trifásico es el empleado para el transporte y distribución de energía eléctrica a escala global, y este implica que existan tres fases, cuyas magnitudes eléctricas están desfasadas entre sí.

Las magnitudes eléctricas de un sistema trifásico están desfasadas entre sí. En concreto, este desfase entre las magnitudes de cada fase será de 120º en un sistema perfectamente equilibrado, que es el caso que nos ocupa. Este hecho afecta de manera notable a la hora de contabilizar los campos magnéticos que se generan, ya que las corrientes de las fases están relacionadas las unas con las otras. En la figura siguiente, puede advertirse el desfase entre las corrientes de las tres fases pertenecientes a un circuito trifásico equilibrado, de notación R, S y T.



Si tenemos en cuenta la componente de las fases S y T en la dirección de R, observamos que el ángulo que las relaciona tiene un valor de 30°. Entonces, en un sistema equilibrado llegamos a la conclusión de que:

$$I_S = I_T = -I_R * sen\,(30°) = \frac{-I_R}{2}$$

Aplicando lo anterior al campo magnético generado por cada fase, tendremos:

$$B_R = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}}\,[\mu T]$$

$$B_S = \frac{2 * 10^2 * I_S}{D_{PS}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}}\,[\mu T]$$

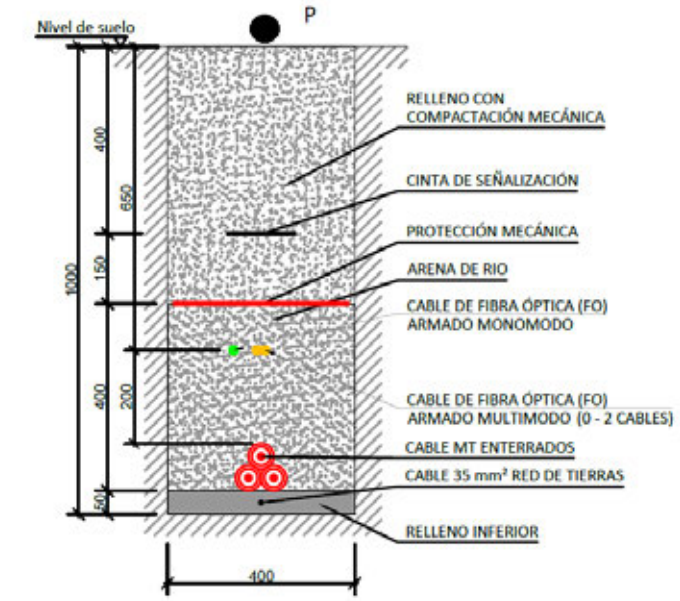
$$B_T = \frac{2 * 10^2 * I_T}{D_{PT}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}}\,[\mu T]$$

El campo magnético total en un punto P será el resultado de la suma de los campos magnéticos de cada una de las fases en ese punto y vendrá dado por la expresión:

$$B_{Total} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}}$$

7.1.2. Campo magnético generado por los conductores subterráneos

En la imagen siguiente se representa la zanja tipo de media tensión empleada en el proyecto de la planta fotovoltaica Belvis:



ZANJA MEDIA TENSIÓN
1 circuito Al 1x1x400/240/95 mm² (MT) + 0 - 2 circuitos FO multimodo + 1 circuito FO monomodo + Cable Red de tierra Cu desnudo 50 mm²

Para un punto P situado a una distancia aproximada de 1 m de los conductores y dada la proximidad que existe entre conductores, se puede suponer que:

$$D_{PR} \approx D_{PS} \approx D_{PT}$$

En base a la expresión anterior del campo magnético total generado, se puede considerar que los campos generados por las tres fases se anulan, siendo el campo electromagnético en P despreciable.

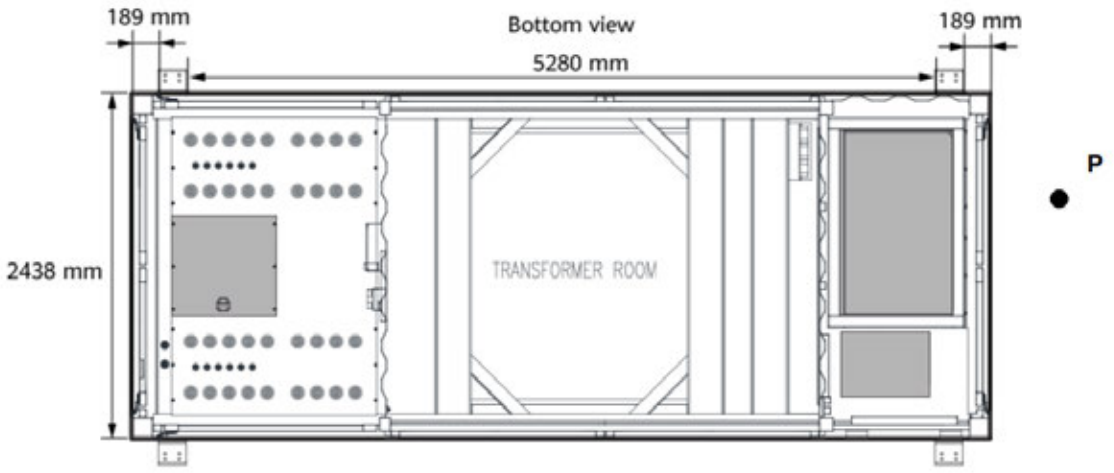
En la tabla siguiente se representan los valores de campo magnético calculados para las líneas de media tensión en el tramo de entrada a la subestación, en el que el valor de la intensidad será mayor y por tanto la más desfavorable en cuanto a la emisión de campo electromagnético:

FASE	I (A)	D_p (mm)	B (µT)
R	134,99	945,2	28,54
S	134,99	980,2	13,77
T	134,99	980,2	13,77
TOTAL			1

Como se puede observar, el valor del flujo magnético total generado por la suma de los flujos magnéticos de las tres fases sobre el punto P, da un valor prácticamente nulo.

7.1.3. Campo magnético generado por los conductores en los puentes del transformador

El caso más desfavorable será en los puentes del transformador a la salida hacia las celdas de media tensión.



Considerando los conductores al aire y separados una distancia máxima de 300 mm entre sí, situados en el mismo plano y contando con que la intensidad que circula por cada fase será de 67,49 A, el campo magnético generado por la suma de las tres fases en un punto situado en la zona más próxima que podría

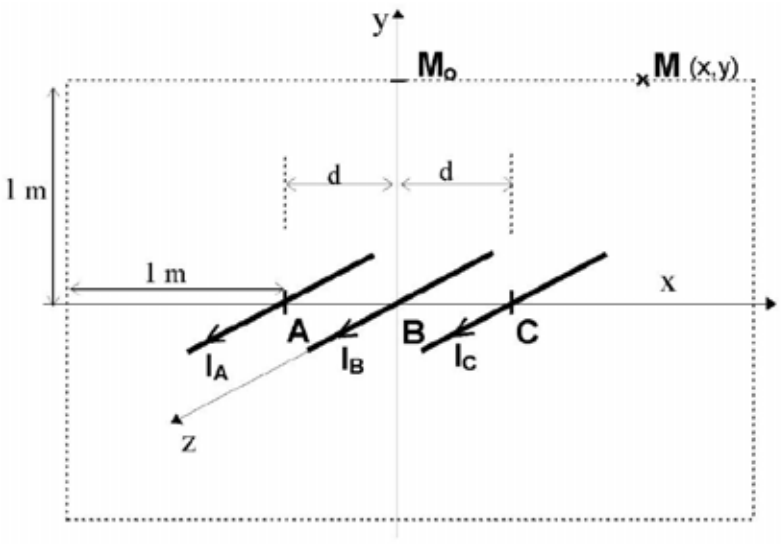
ocupar un trabajador que realiza tareas de mantenimiento (aproximadamente a 2 m) será el siguiente.

FASE	I (A)	D_p (mm)	B (µT)
R	67,49	2000	6,75
S	67,49	2022	3,34
T	67,49	2022	3,34
TOTAL			0,073

7.1.4. Campo magnético generado por las conexiones a las bornas del transformador

La norma UNE 207012-001 plantea un sistema de cálculo del campo magnético alrededor de transformadores a frecuencia industrial.

El documento citado comienza haciendo hincapié en las relaciones entre corrientes trifásicas y para comenzar con el cálculo parte de establecer tres barras separadas entre sí una distancia “d”, perpendiculares a un plano, en este caso el “xy”. Ahora bien, igual que en nuestras consideraciones, crea un rectángulo de un metro alrededor de las tres barras de tal manera que cualquier punto de medida está contenido en él.



Así, para el punto genérico de medida M (x, y), establece que el campo magnético tiene un valor:

$$\frac{B_{Tot}}{2 * 10^{-7} * I} = \left[\left(\frac{y * sen\,(\omega t - \frac{2\pi}{3})}{(x+d)^2 + y^2} + \frac{y * sen\,(\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{y * sen\,(\omega t + \frac{2\pi}{3})}{(x-d)^2 + y^2} \right)^2 + \left(\frac{(x+d) * sen\,(\omega t - \frac{2\pi}{3})}{(x+d)^2 + y^2} + \frac{x * sen\,(\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{(x-d) * sen\,(\omega t + \frac{2\pi}{3})}{(x-d)^2 + y^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} [T]$$

Donde:

x, y = Valor de las coordenadas del punto M [m]

ω = Frecuencia de la red [$rads$]

t = Tiempo [s]

I = Valor eficaz de la corriente que circula por cada barra [A]

d = Distancia entre barras [m]

Sin embargo, considerando todo el conjunto de puntos perteneciente al rectángulo y barras con longitud infinita, se obtiene una expresión en el punto M_0 de la imagen anterior mucho más manejable:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left(\frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) [T]$$

En el caso de que las barras tuviesen una longitud determinada, solo habría que introducir un factor de compensación en la expresión anterior tal que:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left(\frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) * sen(\alpha) [T]$$

Donde α se define como el ángulo tomado desde el punto de medida entre el centro de la barra y su extremo.

Para un ángulo α de 45° el campo magnético en bornes del transformador será de 4,55 µT.

Se puede concluir, que a pesar de no ser aplicables los valores límite de emisión de campo electro magnético, por encontrarse la planta en una zona alejada de cualquier edificio de otros usos, las emisiones no llegarían a alcanzar los valores límite establecidos.

8. VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14.

En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF6, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.

En los locales con instalaciones aisladas por SF6 y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada.

Los locales con instalaciones aisladas con SF6 y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF6 a la temperatura y presión normales, debe tenerse en cuenta el volumen de gas de las botellas de SF6 en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.

Los locales con instalaciones aisladas en SF6 situadas bajo el suelo requieren ventilación forzada si la cantidad de gas que puede acumularse puede llegar a ser peligrosa para las personas. En concreto, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habituación no será necesaria una ventilación forzada. Para calcular este volumen se debe multiplicar el volumen del compartimento mayor por la relación de presiones (presión absoluta interna en el compartimento entre presión atmosférica), para así tener en cuenta la expansión del gas a

temperatura constante en caso de fuga de gas en uno de los compartimentos. Para estar del lado de la seguridad se hará el cálculo suponiendo que el compartimento que fuga es el que tiene mayor volumen de gas.

Las zonas bajas, por debajo de las instalaciones aisladas con SF6 y muy próximas a ellas, pueden acumular escapes de este gas, independientemente de que la instalación de alta tensión se encuentre por encima o por debajo de la cota cero. Ejemplo de estas zonas son locales que albergan bombas, fosos y grandes arquetas visitables. Para evitar la acumulación del gas puede ser necesario disponer en estas zonas de ventilación forzada, aunque esta ventilación no será necesaria cuando el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de estas zonas.

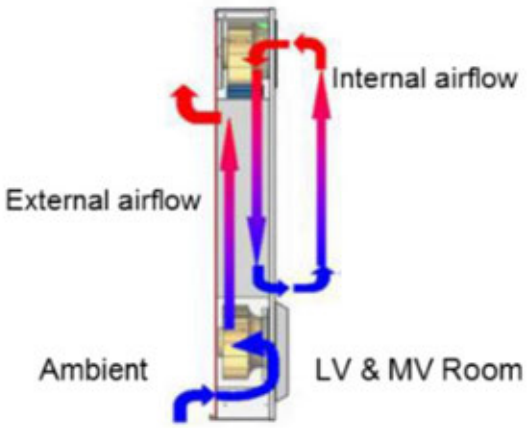
En instalaciones que se encuentren a cota cero o por encima de dicha cota, como por ejemplo los centros de transformación prefabricados o ubicados en edificios de otros usos, las condiciones de ventilación son más favorables que en las instalaciones subterráneas por lo que casi nunca es necesaria la ventilación forzada. En todo caso, si se cumple la misma regla anterior, es decir, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habituación no será necesaria la ventilación forzada, ya que volúmenes inferiores al 10% no resultan peligrosos para la seguridad y salud de las personas.

Otro caso singular de instalaciones que se pueden encontrar en cota cero o por encima de dicha cota lo constituyen los centros de seccionamiento y de reparto, que son instalaciones de alta tensión de tercera categoría con aparamenta de maniobra, pero que no incluyen transformador de distribución. En este tipo de centros requiere de una ventilación mínima, ya que no existen pérdidas de potencia apreciables al no existir transformador de distribución, por lo que no son necesarias rejillas de ventilación, siendo generalmente suficiente la ventilación por conducción o a través del cerramiento del centro. A estos

centros de seccionamiento o reparto, que contengan equipos con SF6 les resulta también de aplicación la mencionada regla del 10% de volumen de gas para evitar la necesidad de una ventilación forzada. Si esa condición de volumen no se cumple, deberá dotarse al local de ventilación natural o forzada independiente de su situación, por encima del suelo o por debajo de él.

Los centros de transformación del proyecto se instalan por encima de la cota cero. El sistema de ventilación adoptado es una solución por convección forzada. El aire del interior del centro de transformación será enfriado en un intercambiador de calor con el aire procedente del exterior. De este modo, se evitará la entrada de aire procedente del exterior hacia el interior del centro de transformación. La cabina de baja tensión del centro de transformación estará equipada con dos intercambiadores, y otro intercambiador de calor para la cabina de MT en ambos casos.

En la imagen siguiente se puede ver el principio de funcionamiento del sistema de ventilación de los centros:



Para reducir las altas temperaturas, se ha previsto una capa de aislamiento térmico en el techo del centro de transformación.

9. CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO

El RAT, establece en la instrucción ITC-RAT-15, apartado 3.16, que, para las instalaciones eléctricas de exterior, con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones, éstas se dimensionarán y se diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el R. D. 1367/2007, de 19 de octubre.

Para el caso que nos ocupa, las instalaciones generadoras de ruido serán los inversores y los transformadores que se encuentran en las centrales de potencia. Por tanto, el objeto de este apartado será justificar que los niveles de ruido emitidos por los inversores y los transformadores de las centrales de potencia en el exterior de la planta se ajustan a los niveles requeridos.

Del artículo 14 del R. D. 1367/2007, se desprende que el objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas y en campo abierto será mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A del anexo II, disminuido en 5 dB.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

Dado que este R.D. está enfocado a la protección de la población frente a las emisiones de ruido, se centra en áreas en las que se desarrolla la actividad humana. Esta tabla recoge los índices de ruido para áreas que nada tienen que ver con el área en que se encuentra la planta, ya que se trata de una zona rural sin edificaciones próximas.

Por el entorno en que se desarrollará la planta, el predominio podría asemejarse a un uso industrial o uso primario, se tomará como valor de referencia 65 dB.

Nivel de ruido en los inversores.

Los inversores cumplen con la IEC62109 “Seguridad de conversores de potencia para uso en sistemas de potencia fotovoltaica”, el nivel de ruido es parte de los requerimientos de seguridad de los inversores y por eso los equipos son testeados para ser certificados conforme a la IEC62109.

Los resultados de los test indican los siguientes resultados

Modelo de Inversor	Nivel de ruido
SUN2000-215KTL-H0/H3	<= 65 dB (Condiciones habituales)

Lo cual asegura el cumplimiento del nivel límite tomado de 65 dB.

Nivel de ruido emitido por los transformadores.

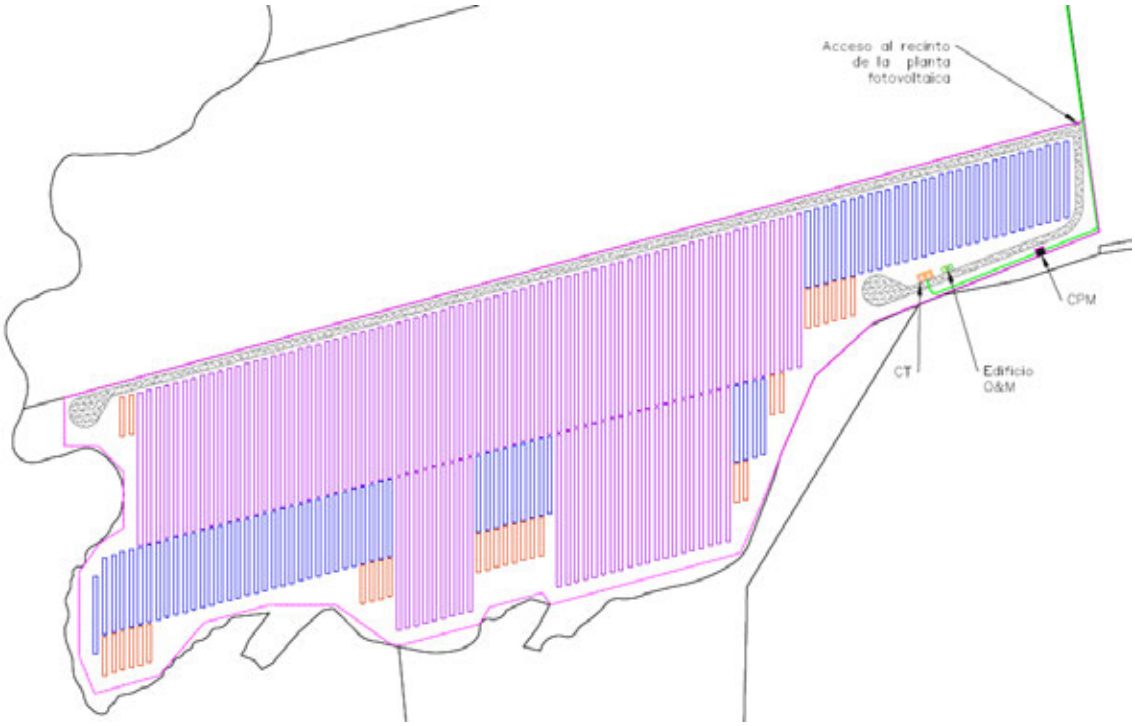
La estación transformadora inteligente STS de Huawei está diseñada y se fabricará de acuerdo con las normas IEC 62271-202, IEC 60076 e IEC 61439. Y el nivel de ruido de la STS cumplirá y se probará en su totalidad de acuerdo con la IEC 60076-10 "Transformadores de potencia - Parte 10 Determinación de niveles de ruido - Guía de aplicación".

El nivel de ruido detallado para la STS aplicable se recoge en la siguiente tabla.

Modelo de STS	Nivel de ruido
STS-6000K-H1	70 dB @ 1m

Las medidas del nivel de ruido en las STS se realizan a la tensión nominal de salida y a la frecuencia nominal, e inmediatamente después de las medidas de fondo, se realizan medidas ponderadas del nivel de presión sonora para cada posición de medida situada alrededor del transformador, tal y como se detalla en la norma IEC 60076-1.

La ubicación de los centros de transformación queda detallada en el plano de planta del proyecto de ejecución:



La planta incluye un único centro de transformación. El transformador se encuentra a 95 m del camino exterior de la planta.

El fabricante establece unos requerimientos de instalación del transformador, en los que se recoge que se debe garantizar una distancia mínima de 50 m desde el transformador hasta la zona residencial más cercana para evitar llegar a niveles de contaminación acústica.

Los 95 m que separan el centro de transformación del camino público exterior de la planta, evitan que se puedan superar los niveles mínimos de ruido establecidos de 65 dB.

Como conclusión, dado que el valor de inmisión que habría que cumplir es de 65 dB, y según los datos del fabricante, el valor de ruido en el exterior sería siempre inferior a ese valor, se puede afirmar que se cumple con la limitación de ruido.

Murcia, septiembre de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.



José Manuel Zambudio Bravo
Ingeniero Industrial
COIIRM. Colegiado nº 1.074
SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.

synergia
Energy Solutions

ANEJO II. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN.

REV 2. SEP.-2024

Versión 7.2.8

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: MADFV0086 BELVIS

Variante: 5 MW - 6,24 MWp

Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 6240 kWp

Belvis de Jarama - Spain

Autor(a)

PVsyst V7.2.8
VC0, Fecha de simulación:
20/04/23 14:01
con v7.2.8

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Belvis de Jarama
España

Situación

Latitud	40.57 °N
Longitud	-3.55 °W
Altitud	623 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Belvis de Jarama
Meteonorm 8.0 (2005-2017), Sat=13% - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Sistema de rastreo, con retroceso

Orientación campo FV
Plano de rastreo, eje horizontal N-S
Azimut del eje 0 °

Sombreados cercanos
Sombreados lineales

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Conjunto FV

Núm. de módulos	9600 unidades
Pnom total	6240 kWp

Inversores

Núm. de unidades	25 unidades
Pnom total	5000 kWca
Límite de potencia de red	5000 kWca
Proporción de red lim. Pnom	1.248

Resumen de resultados

Energía producida	11920 MWh/año	Producción específica	1910 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	85.41 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del conjunto 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 especiales 9
Evaluación P50 - P90 10

PVsyst V7.2.8
VC0, Fecha de simulación:
20/04/23 14:01
con v7.2.8

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sistema de rastreo, con retroceso

Orientación campo FV

Orientación
Plano de rastreo, eje horizontal N-S
Azimut del eje 0 °

Estrategia de retroceso
Núm. de rastreadores 150 unidades

Tamaños
Espaciado de rastreador 4.95 m
Ancho de colector 2.38 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 48.2 %
Phi mín/máx. -/+ 60.0 °

Ángulo límite del retroceso
Límites de phi +/- 60.8 °

Modelos usados
Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Horizonte
Altura promedio 2.3 °

Sombreados cercanos
Sombreados lineales

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Sistema bifacial
Modelo Cálculo 2D
rastreadores ilimitados

Geometría del modelo bifacial

Espaciado de rastreador	4.95 m
Ancho de rastreador	2.42 m
GCR	49.0 %
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m

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 %

Limitación de potencia de red
Potencia activa 5000 kWca
Proporción Pnom 1.248

Características del conjunto FV

Módulo FV
Fabricante Risen Energy Co., Ltd
Modelo RSM132-8-650BMDG
(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia 650 Wp
Número de módulos FV 9600 unidades
Nominal (STC) 6240 kWp
Módulos 300 Cadenas x 32 En series

En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 5710 kWp
U mpp 1101 V
I mpp 5186 A

Inversor
Fabricante Huawei Technologies
Modelo SUN2000-215KTL-H0
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 200 kWca
Número de inversores 25 unidades
Potencia total 5000 kWca
Voltaje de funcionamiento 500-1500 V
Potencia máx. (=>30°C) 215 kWca
Proporción Pnom (CC:CA) 1.25

Potencia FV total
Nominal (STC) 6240 kWp
Total 9600 módulos
Área del módulo 29821 m²
Área celular 27942 m²

Potencia total del inversor
Potencia total 5000 kWca
Núm. de inversores 25 unidades
Proporción Pnom 1.25

PVsyst V7.2.8
VC0, Fecha de simulación:
20/04/23 14:01
con v7.2.8

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 3.0 %

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 2.3 mΩ
Frac. de pérdida 1.0 % en STC

Pérdida diodos serie
Caída de voltaje 0.5 V
Frac. de pérdida 0.0 % 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 0.5 % en MPP

Factor de pérdida IAM
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	20°	40°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	0.978	0.946	0.850	0.000

Pérdidas del sistema.

Indisponibilidad del sistema
Frac. de tiempo 0.5 %
1.8 días,
3 períodos

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV
Voltaje inversor 800 Vca tri
Frac. de pérdida 1.00 % en STC
Inversor: SUN2000-215KTL-H0
Sección cables (25 Inv.) Alu 25 x 3 x 400 mm²
Longitud media de los cables 332 m

Línea MV hasta inyección
Voltaje MV 20 kV
Cables Alu 3 x 240 mm²
Longitud 2801 m
Frac. de pérdida 0.56 % en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV
Voltaje de red 20 kV
Pérdidas operativas en STC
Potencia nominal en STC 6122 kVA
Pérdida de hierro (Conexión 24/24) 6.12 kW
Frac. de pérdida 0.10 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.05 mΩ
Frac. de pérdida 1.00 % en STC

PVsyst V7.2.8
VC0, Fecha de simulación:
20/04/23 14:01
con v7.2.8

Definición del horizonte

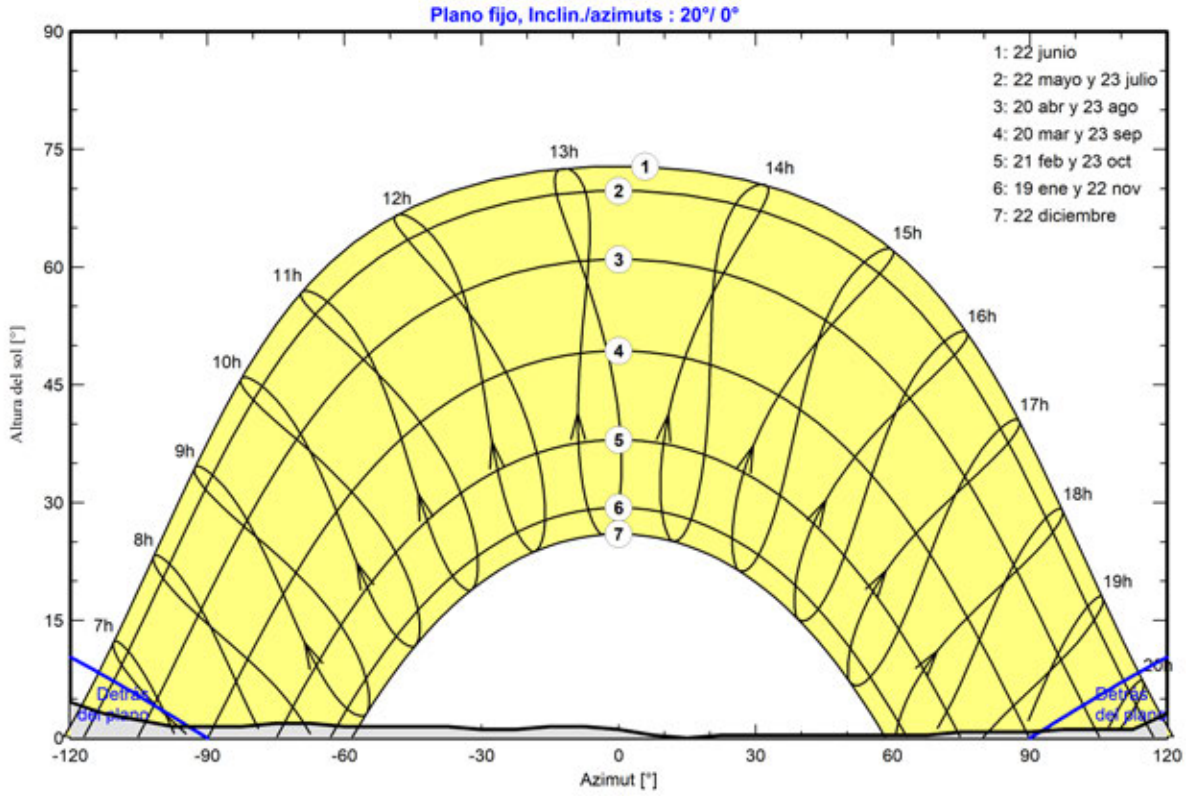
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°33'59', Long=-3°32'56', Alt=623m

Altura promedio	2.3 °	Factor Albedo	0.93
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-150	-143	-120	-113	-105	-98	-83	-75	-68
Altura [°]	5.0	5.0	4.6	4.6	3.1	2.3	1.5	1.5	1.9	1.9
Azimut [°]	-60	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23
Altura [°]	1.5	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5	1.1	0.4	0.0	0.4
Azimut [°]	68	75	90	98	113	120	143	150	180	
Altura [°]	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	3.1	3.1	5.0	5.0	

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

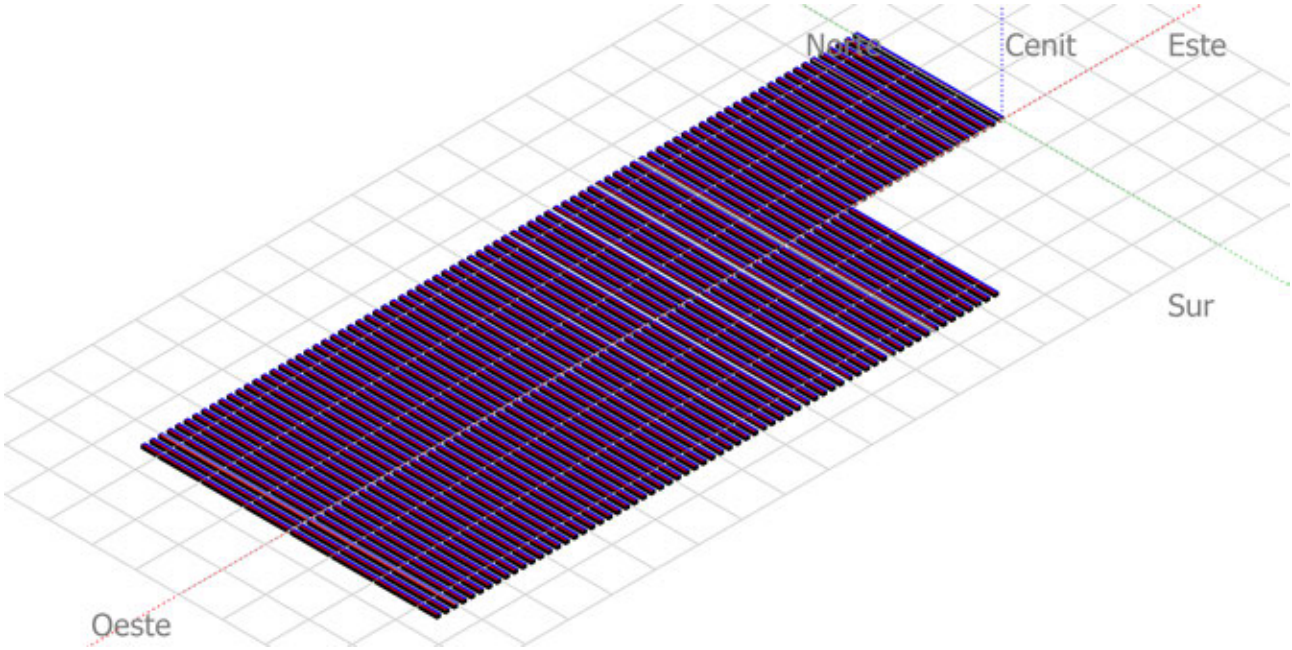
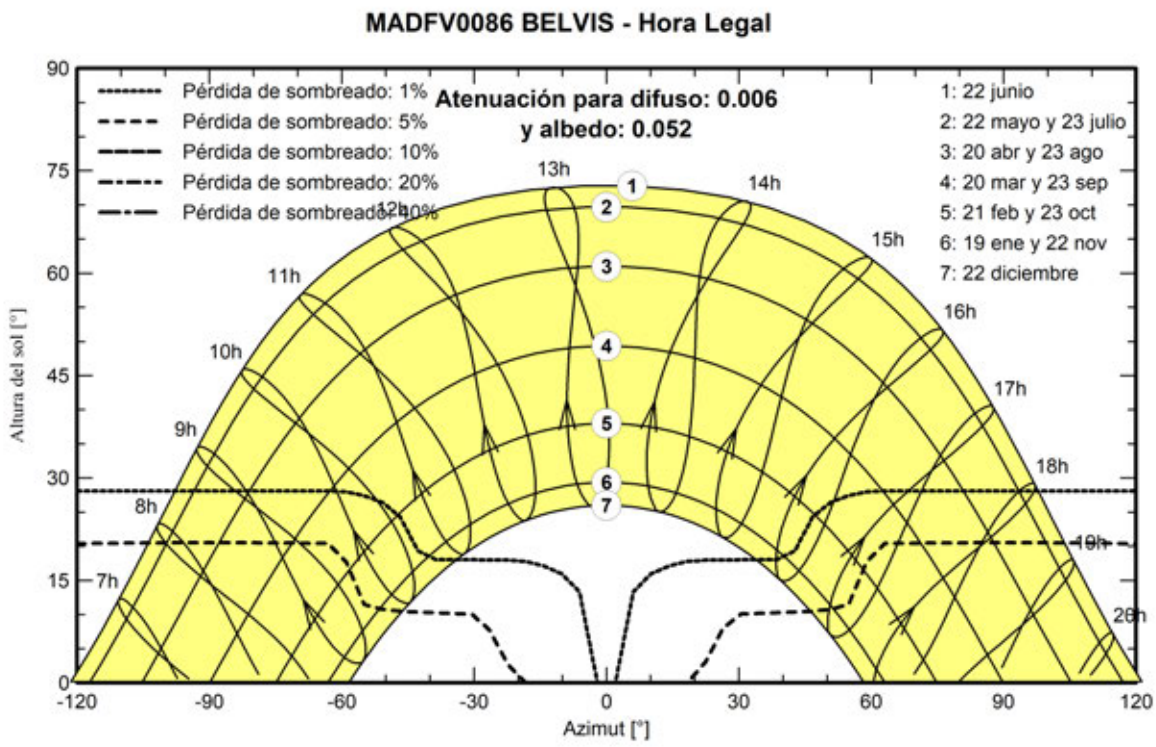


Diagrama de iso-sombreados

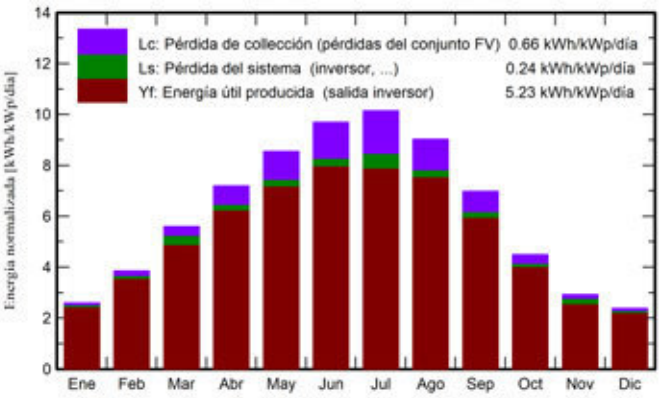


Resultados principales

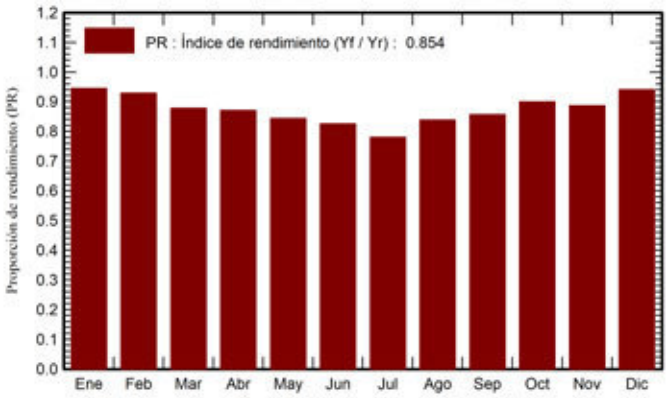
Producción del sistema

Energía producida	11920 MWh/año	Producción específica	1910 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	85.41 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

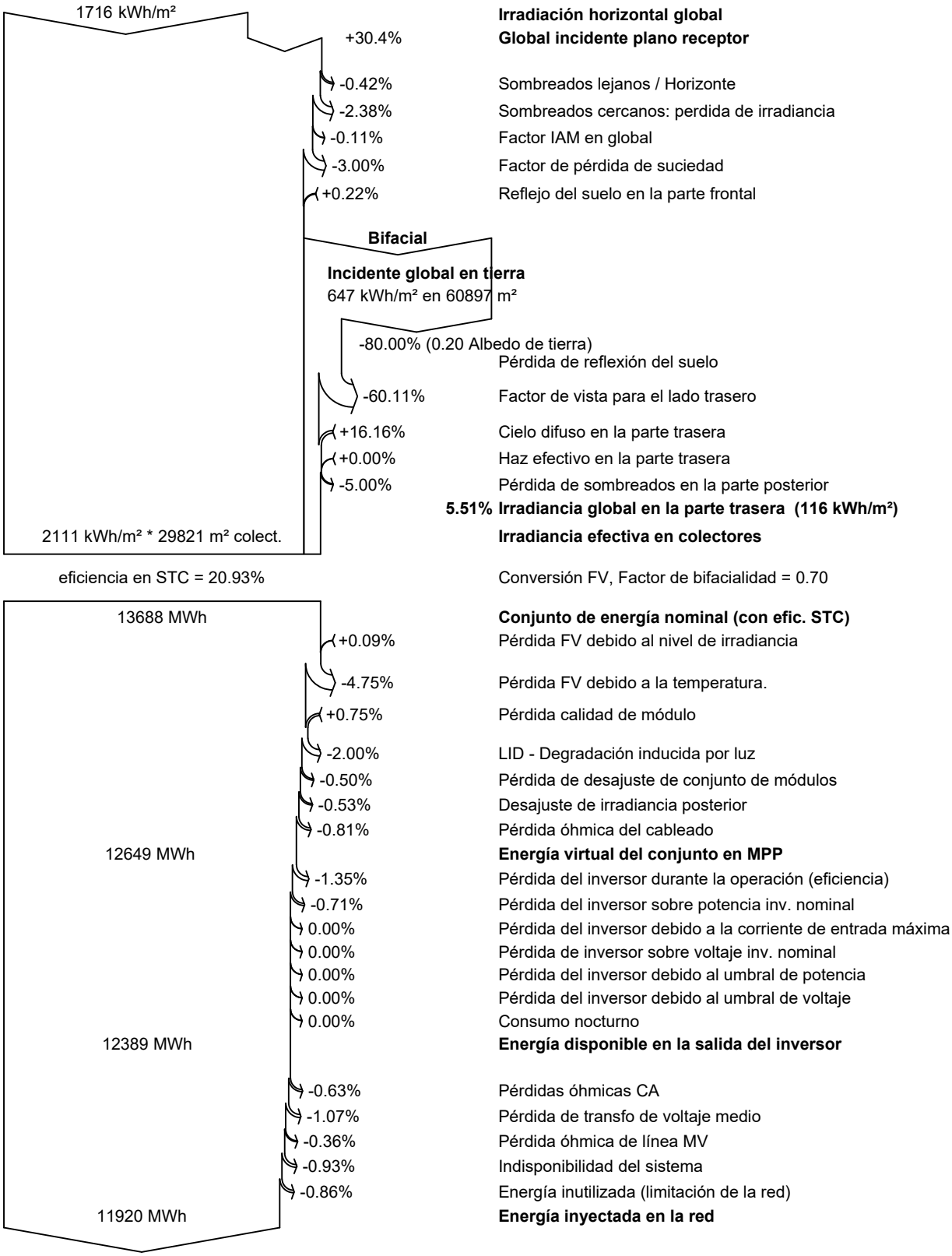
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	62.0	28.07	5.15	80.4	75.4	489	474	0.945
Febrero	83.4	33.97	6.25	107.7	101.1	645	624	0.929
Marzo	134.7	54.53	9.85	173.3	162.9	1018	950	0.878
Abril	167.5	56.60	12.51	215.8	203.8	1214	1173	0.871
Mayo	204.5	71.86	17.26	264.9	250.1	1444	1394	0.843
Junio	224.4	65.50	23.08	290.8	275.1	1552	1498	0.825
Julio	239.9	53.07	26.69	314.3	298.2	1642	1530	0.780
Agosto	211.1	54.16	26.10	279.8	265.3	1518	1463	0.838
Septiembre	156.5	40.84	20.78	209.4	197.8	1160	1119	0.856
Octubre	107.4	41.20	15.25	139.0	130.6	806	780	0.899
Noviembre	67.9	30.75	8.80	87.6	82.0	523	484	0.886
Diciembre	56.5	24.30	5.62	73.7	69.0	447	432	0.940
Año	1715.7	554.87	14.83	2236.6	2111.3	12457	11920	0.854

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

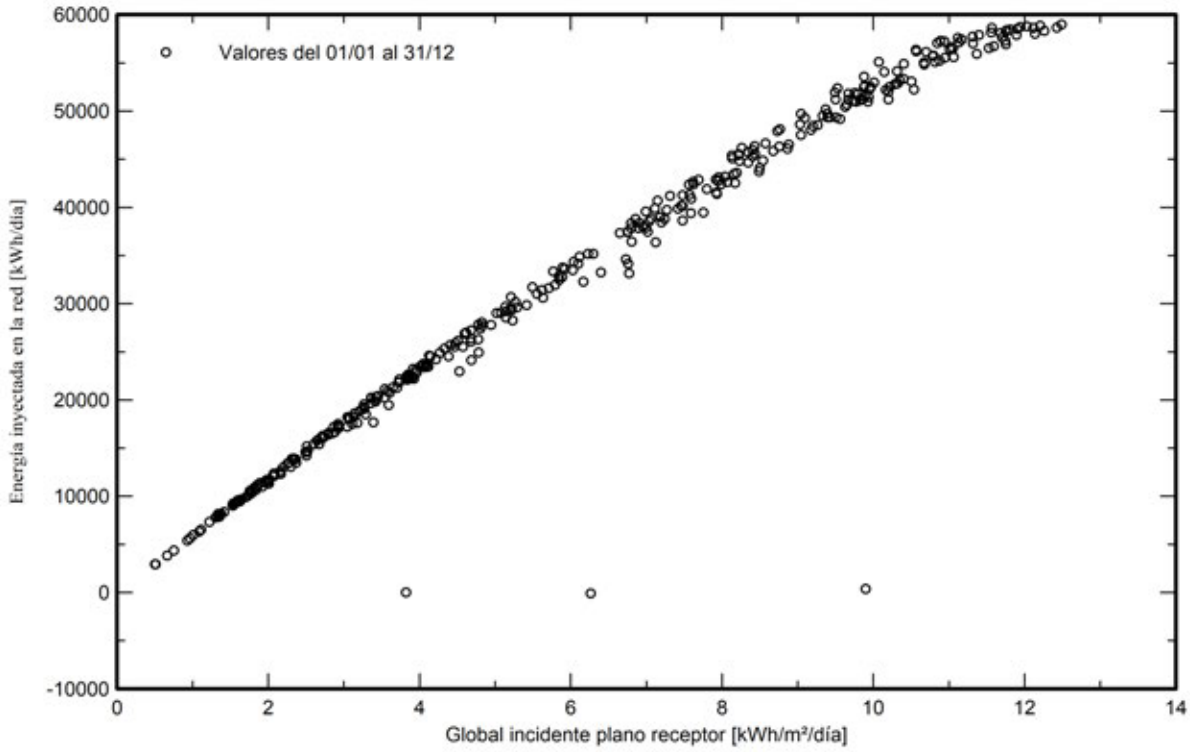
PVsyst V7.2.8
VC0, Fecha de simulación:
20/04/23 14:01
con v7.2.8

Diagrama de pérdida

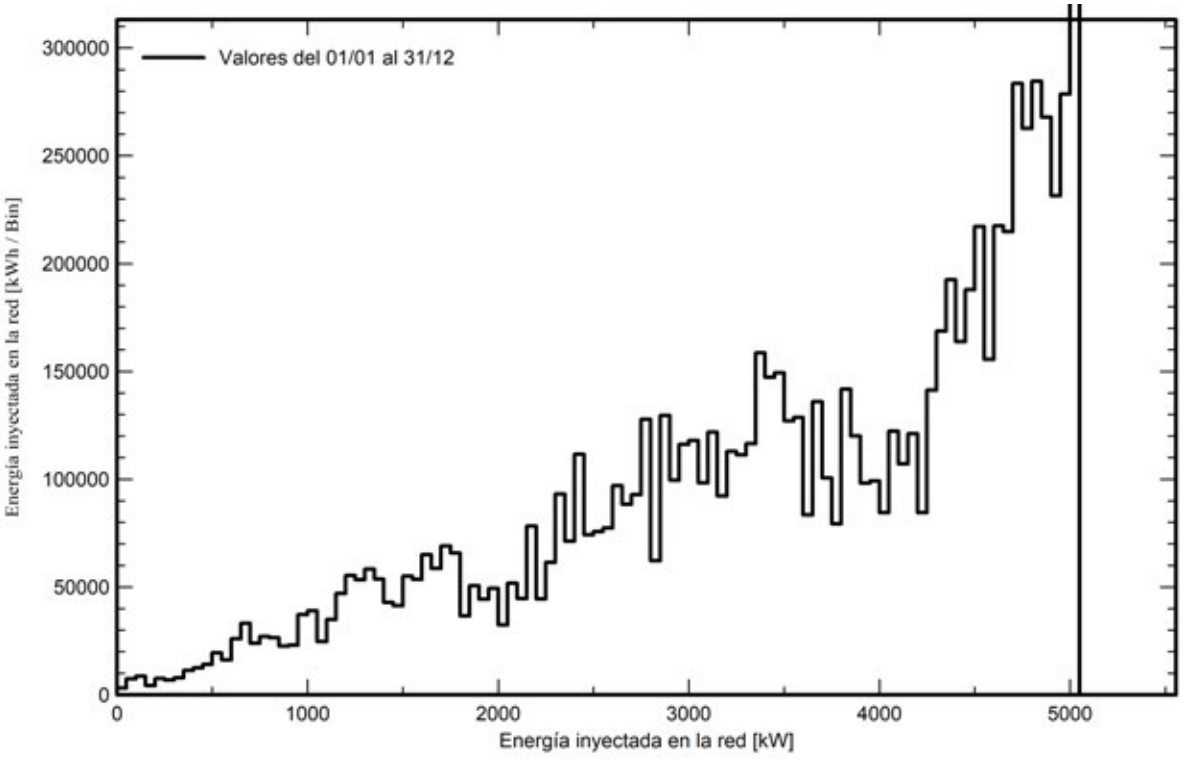


Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



PVsyst V7.2.8
VC0, Fecha de simulación:
20/04/23 14:01
con v7.2.8

Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente	Meteonorm 8.0 (2005-2017), Sat=13%
Tipo	No definido
Variabilidad año a año(Varianza)	0.5 %

Desviación especificada

Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática)	1.9 %

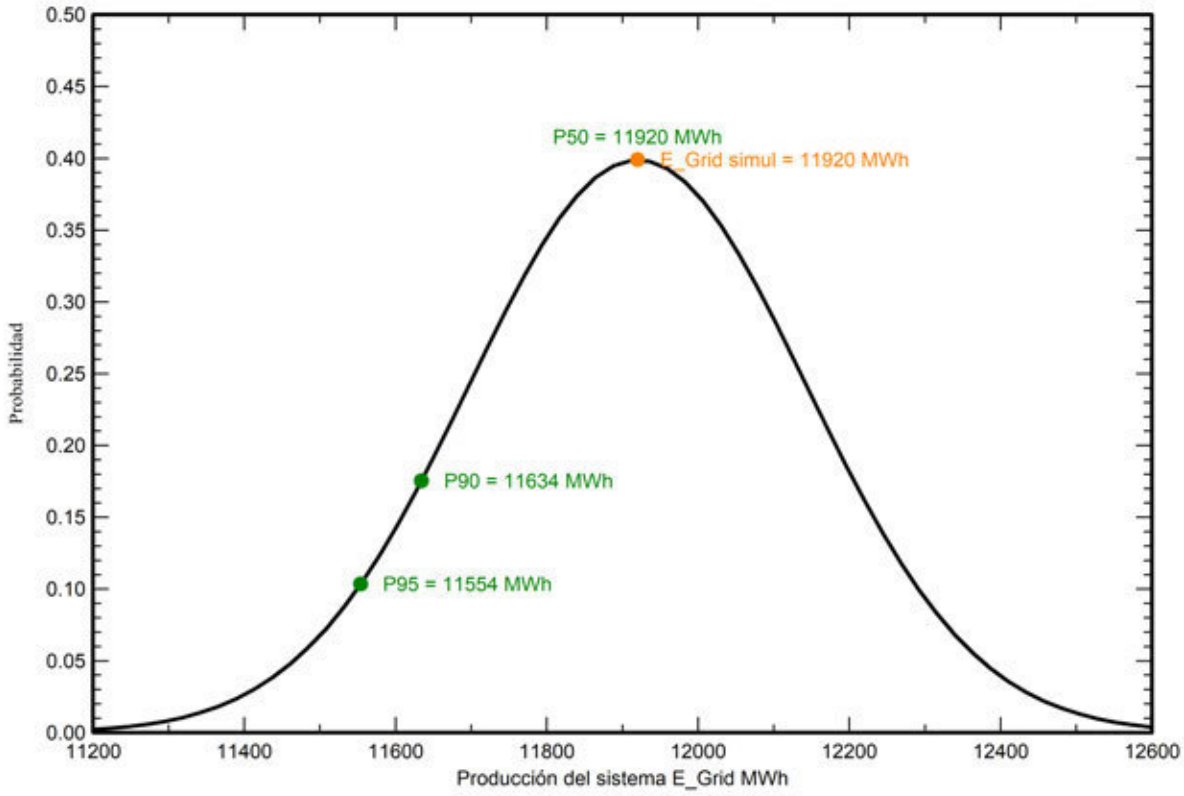
Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV	1.0 %
Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %
Incertidumbres de suciedad y desajuste	1.0 %
Incertidumbre de degradación	1.0 %

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	223 MWh
P50	11920 MWh
P90	11634 MWh
P95	11554 MWh

Distribución de probabilidad



synergia
Energy Solutions

ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS

REV 2. SEP.-2024

ÍNDICE

1 DATOS DE EQUIPOS PRINCIPALES 3
1.1 MÓDULOS FV 3
1.2 INVERSORES FV 5
1.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 7
1.4 SEGUIDOR SOLAR 9
2 DATOS DE EQUIPO ELÉCTRICO 11
2.1 CABLEADO PARA DC 11
2.2 CABLEADO PARA LV-AC 12
2.3 CABLEADO PARA MT 13
2.4 CABLEADO PARA SERVICIOS AUXILIARES 16
2.5 CABLEADO PARA RED DE TIERRAS 17
3 DATOS DE EQUIPO DE COMUNICACIONES 18
3.1 CABLES PARA COMUNICACIONES 18
3.2 FIBRA ÓPTICA 20

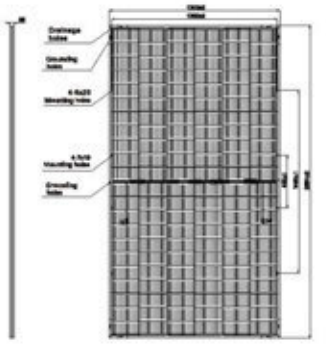
1 DATOS DE EQUIPOS PRINCIPALES

1.1 Módulos FV



TITAN

Dimensions of PV Module



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	635	640	645	650	655	660
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	18.03	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Impp(A)	17.02	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) *	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
Bifacial factor: 70%±5 *Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Total Equivalent power -Pmax (Wp)	699	704	710	715	721	726
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	19.83	19.89	19.94	20.00	20.05	20.11
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Impp(A)	18.72	18.78	18.83	18.89	18.94	19.00

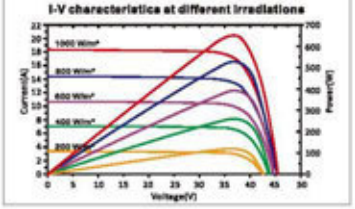
Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

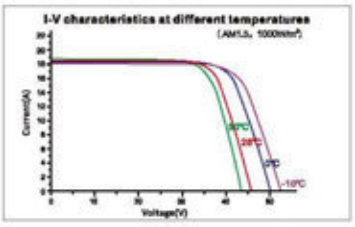
Model Number	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	481.0	484.9	488.8	492.4	496.2	500.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	41.75	41.93	42.12	42.31	42.49	42.68
Short Circuit Current-Isc (A)	14.78	14.83	14.87	14.91	14.95	14.99
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	34.63	34.81	34.98	35.14	35.31	35.48
Maximum Power Current-Impp (A)	13.89	13.93	13.97	14.01	14.05	14.09

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

RSM132-8-660BMDG
I-V characteristics at different irradiations



I-V characteristics at different temperatures



Our Partners:

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	40kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	527
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	17
Box gross weight[kg]	1290

REM132-8MDG-(385-EN-H2-3-2021

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
©2021 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.
No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

THE POWER OF RISING VALUE

1.2 Inversores FV



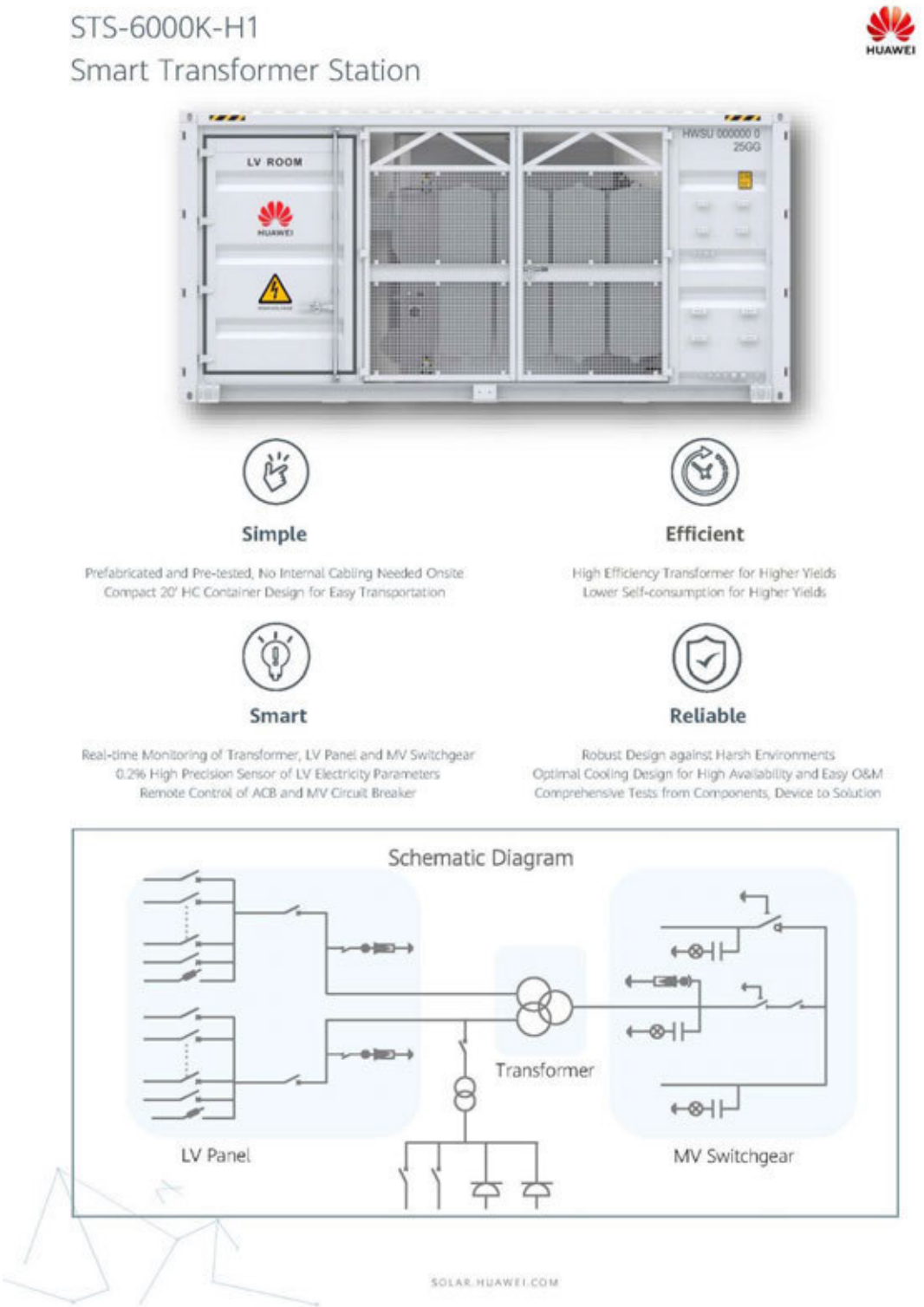
SUN2000-215KTL-H0

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

1.3 Centros de Transformación



STS-6000K-H1

Technical Specifications

Input		
Available Inverters	SUN2000-200KTL-H2 / SUN2000-215KTL-H0	
AC Power	6,500 kVA @40°C / 5,920 kVA @50°C [1]	
Max. Inverters Quantity	32	
Rated Input Voltage	800 V	
Max. Input Current at Nominal Voltage	2,482.7 A x 2	
LV Main Switches	ACB (2900 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2 x 16 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	10 kV, 11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV [2]	13.8 kV, 34.5 kV [2]
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11-y11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	In Accordance with EN 50588-1	
Transformer Load Losses	50.1 kW	41.7 kW
Transformer No-load Losses	5.0 kW	6.0 kW
Impedance (HV-LV1, LV2)	8% (0 ~ +10%) @6,500 kVA	
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Units	
MV Switchgear Configuration	1 Transformer Unit with Circuit Breaker 1 Cable Unit with Load Breaker Switch 1 Cable Direct Connection Unit	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11	
Output Voltage of Auxiliary Transformer	400 / 230 Vac	220 / 127 Vac
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
MV Surge Arrester for MV Circuit Breaker	Equipped	
LV Overvoltage Protection	Type I+II	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 22 t (48,502 lb.)	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C [3] (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	2,000 m (6,562 ft.)	2,500 m (8,202 ft.)
Enclosure Color	RAL 9003	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	
Features		
Auxiliary Transformer (50 kVA, Dyn11)	Optional [4]	
1.5 kVA UPS	Optional [4]	
MV Switchgear Updated to: 1 Transformer Unit with Circuit Breaker 2 Cable Units with Load Breaker Switch	Optional [4]	
Updated to 25kA 1s MV Switchgear	Optional [4]	
IMD	Optional [4]	
STS Interlocking	Optional [4]	

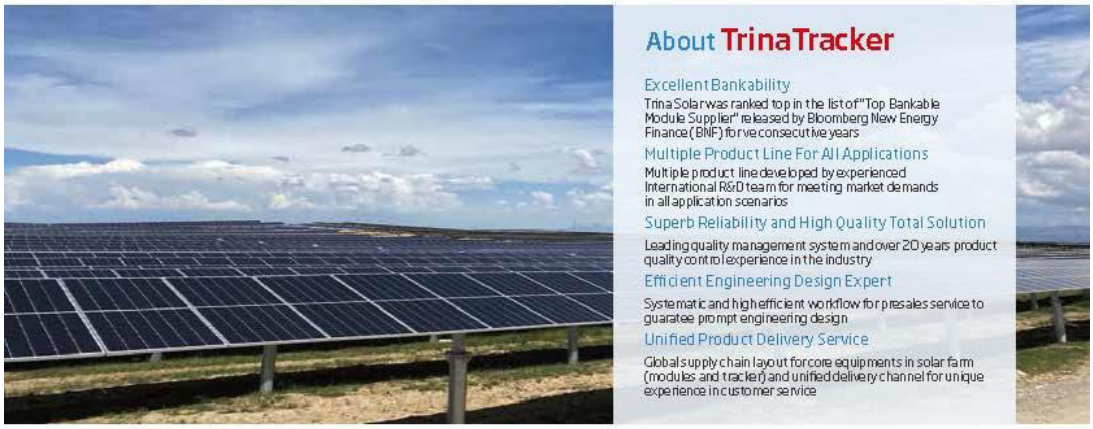
1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request
3 - When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.
4 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.

SOLAR.HUAWEI.COM

1.4 Seguidor solar.

TRACKER Vanguard™-1P
Single-Row

TrinaTracker



About TrinaTracker

Excellent Bankability
Trina Solar was ranked top in the list of "Top Bankable Module Supplier" released by Bloomberg New Energy Finance (BNF) for ve consecutive years

Multiple Product Line For All Applications
Multiple product line developed by experienced International R&D team for meeting market demands in all application scenarios

Superb Reliability and High Quality Total Solution
Leading quality management system and over 20 years product quality control experience in the industry

Efficient Engineering Design Expert
Systematic and high efficient workflow for presales service to guaratee prompt engineering design

Unified Product Delivery Service
Global supply chain layout for core equipments in solar farm (modules and tracker) and unified delivery channel for unique experience in customer service

Compatible with Larger Modules
Vanguard™-1P is designed to reduce LCOE with larger modules. Compatible with modules up to 670W+

Highly reliable with strengthened structure
Optimized torque tube improves the torsional resistance by 29.6% and the bending resistance by 12.4%

Less Installation Time & Costs
Trina Clamp is a proprietary product that is quick and easy to use with the 1P configuration, reducing the installation time and costs.

Highly stable with Bilateral - damper system
The bilateral damper system increases stability and structural flexibility of the tracker, improving the tracking system´s resistance to wind gusts from all directions by 20%.

Innovative SuperTrack Technology
SuperTrack can improve power generation under highly diffused irradiation weather, reduce generation losses due to row-to-row shading. Up to 8% yield gain compared with conventional tracking algorithm.

BILATERAL DAMPER SYSTEM
The bilateral damper system can shorten the tracker oscillation time, thus preventing oscillation. Dynamic responses are reduced and the critical wind speed increased.



SPHERICAL BEARING
Global patented spherical bearings with up to 30% angle adjustability, alleviate the damage caused by uneven foundation settlement during operations.
The spherical bearings dissipate the extra stress caused by the deformation of the tracker system, thus reduce the load and failure rate of each component.



CE 1035

DNV·GL

Vanguard™-1P

TECHNICAL SPECIFICATIONS

GENERAL FEATURES

Solar tracker type	Single row Single-Axis
Tracking range	±60° (120°)
Driver	Slewing driver
Configuration	One module in portrait (1P) up to 90 modules per tracker (1500V string)
Solar module supported	Framed
Foundation options	Direct ramming / Pre-drilling + ramming / Micropile / PHC piles
Pile section	W, compatible with IPE, IPEA, HEA and HEB
Modules attachment	Bolts, Rivets and Clamps
Piles per MW (550Wp module)	~250 piles/MW[1] (87 modules per row)
(670 Wp module)	~242 piles/MW[1] (64 modules per row)
Terrain adaptability	20% N-S[2]
Wind and snow loads tolerance	Tailored to site requirement

STRUCTURE

Material	High Yield Strength Steel
Coating	HDG, Pregalvanized & ZM[3]

CONTROLLER

Controller	Electronic board with microprocessor
Ingress protection marking	IP65
Tracking method	Astronomical algorithms + SuperTrack technology[4]
Advanced wind control	Customizable
Anemometer	Cup/Ultrasonic
Night-time stow	Configurable
Communication with the tracker	Wired option: RS485 Wireless option: LoRa/Zigbee
Operating conditions	Altitude < 4000m[5] Temperature: -30°C to 60°C[5]
Sensors	Digital inclinometer
Power (motor drive)	DC motor: 0.15kW
Power supply	Grid connection / String powered / Self-powered with battery

WARRANTY

Structure	10 years
Driver and control components	5 years

(1) Depending on layout
(2) For scenarios beyond the scope of use, please consult TrinaTracker
(3) Standard configuration. Other coating under request, please consult TrinaTracker
(4) Includes smart tracking algorithm and smart backtracking algorithm
(5) Standard configuration. Different conditions under request, please consult TrinaTracker

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2022 Trina Solar Co.,Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
Doc.number: DT-T-0004 Rev:B

TrinaTracker

2 DATOS DE EQUIPO ELÉCTRICO

2.1 Cableado para DC

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Halogen-free
1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

CPR E_{ca}

STANDARDS:

CONSTRUCTION
EN 50618

FIRE PERFORMANCE*
IEC 60332-1-2
IEC 60754-1
IEC 61034-2



CPR CLASSIFICATION:

DOP 0163 Rev.001
Class E_{ca}

CONSTRUCTION:

1. **CONDUCTOR**
Tinned copper class 5 to IEC 60228.

2. **INSULATION**
Cross-linked halogen-free compound.
Natural colour.

3. **SHEATH**
Cross-linked halogen-free compound.
Red or Black colour.



APPLICATIONS:

Intended for panel interconnection in PV installations and from those to the string boxes or to the inverter, whether iir is indoor or outdoor, fixed or mobile (solar trackers), on ground, roof or architectural integration. Not recommended for installation directly buried.
These cables are not designed for immersed use.

Maximum temperature rating of the conductor: +90 °C (120 °C during 20.000 hours).
Minimum working temperature: -40 °C.

* Performance outside CPR scope.

APPROVALS: LCIE

General Cable

106

2.2 Cableado para LV-AC

HARMOHNY class

HARMOHNY® Class

XZ1 (S) Al - Halogen-free
0.6/1 kV

CPR
E_{ca}

STANDARDS:

CONSTRUCTION	FIRE PERFORMANCE*	
HD 603-5X	IEC 60332-1-2	IEC 60754-2
	IEC 60754-1	IEC 61034

CPR CLASSIFICATION:

Range
XZ1-Al: 1x16-1x25 1x35-1x1000
XZ1-Al All Ground: 1x150 1x240 1x300
XZ1Z-Al: 3x1x240+1x150 3x1x150+1x95 4x1x240 4x1x150
DOP 0013 Rev.005
Class E_{ca}

CONSTRUCTION:

1. **CONDUCTOR**
Aluminium class 2 to IEC60228.

2. **INSULATION**
Cross-linked polyethylene (XLPE).

3. **SHEATH**
Halogen-free thermoplastic polyolefine.



APPLICATIONS:

Low voltage power distribution cable for indoor, outdoor, in conduit and/or directly buried installations.
Safety cable with flame retardant properties, halogen-free, low acidity and corrosiveness of gases and low opacity of smoke evolved during combustion.
Wheathering, tear and abrasion resistant.
Water resistant due to the adherence of the jacket to the insulation.

Maximum temperature rating of the conductor: +90 °C

* Performance outside CPR scope.

General Cable

112

2.3 Cableado para MT

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

AL EPROTENAX H COMPACT
AL HEPRZ1 *(NORMALIZADO POR IBERDROLA)*

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E
Designación genérica: AL HEPRZ1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

LIBRE DE HALÓGENOS EN 60754-1 IEC 60754-1
REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS EN 60754-2 IEC 60754-2
BAJA OPACIDAD DE HUMOS EN 61034-2 IEC 61034-2

CPR COMPLIANT
Fca CPR

DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR. www.prysmianclubes.es/cpr/blog/DoP
Nº DoP1003884

ALTA RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA
RESISTENCIA AL FRÍO
RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA

CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRIO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).

Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:
- Clase de reacción al fuego (CPR): Fca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:
- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

PRYSMIAN

Prysmian Group

V-2018-02-28

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

AL EPROTENAX H COMPACT
AL HEPRZ1 *(NORMALIZADO POR IBERDROLA)*

Tensión asignada: **12/20 kV, 18/30 kV**
Norma diseño: **UNE-HD 620-9E**
Designación genérica: **AL HEPRZ1**



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA
Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO
Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). Espesor reducido.

SEMICONDUCTORA EXTERNA
Capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.

PANTALLA METÁLICA
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
Sección total 16 mm² (12/20 kV) ó 25 mm² (18/30 kV).

SEPARADOR
Cinta de poliester.

CUBIERTA EXTERIOR
Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.
Color: rojo.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1x50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (†)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (†)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (†)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (†)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1x95/25 (†)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1x150/25 (†)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1x240/25 (†)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1x400/25 (†)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1x630/25 (†)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(†) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.
(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, Uo (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

PRYSMIAN

Prysmian Group

V-2018.02.28

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 *(NORMALIZADO POR IBERDROLA)*

Tensión asignada: **12/20 kV, 18/30 kV**
Norma diseño: **UNE-HD 620-9E**
Designación genérica: **AL HEPRZ1**



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1 s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant. 16 mm²)	18/30 kV (pant. 25 mm²)
1 x 50/16	185	145	180	4700	3180	4630
1 x 95/16 (1)	200	215	275	8980	3180	4630
1 x 150/16 (1)	255	275	360	14100	3180	4630
1 x 240/16 (1)	345	365	495	22560	3180	4630
1 x 400/16 (1)	450	470	660	37600	3180	4630
1 x 630/16 (2)	590	615	905	59220	3180	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.
(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.
(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrados a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.
(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.
(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD µF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1 x 630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.
(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al tresbolillo.

PRYSMIAN

Prysmian Group

V-2018.02.28

2.4 Cableado para Servicios Auxiliares

Cables 0,6/1 kV

RV-K 0,6/1 kV





Descripción

Los cables RV-K 0,6/1 kV son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión. Recomendado para conexiones industriales, acometidas, distribución interna y otras instalaciones fijas. Adecuados para instalaciones en interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.
Dada su gran flexibilidad son muy apropiados para instalaciones complejas y de gran dificultad.

Normas de Referencia: UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502

Aplicaciones

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:
- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales

Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Características Técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1
3. Cubierta	PVC tipo DMV-18 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 V C.A.
Temperatura máxima	90 °C
Otras características	

Resistencia UV: ensayo climático según UNE 211605
Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)
No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2
El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC
Clasificación CPR según EN 50575

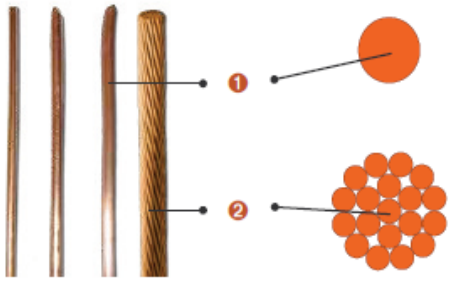
Los datos contenidos en esta página, son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. 8 marzo 2019
Asi mismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso.

RCT cablesrct.com

2.5 Cableado para Red de Tierras

Conductores Desnudos

CABLES Y ALAMBRES DE COBRE DESNUDOS



1. Alambres sólidos.
2. Cable concéntrico.

Tanto alambres como cables están fabricados de cobre electrolítico tipo ETP, con 99,95% de pureza. El temple puede ser duro, semiduro o blando (según sea solicitado) .

TIPO DE MARCADO: La identificación de este producto se hace adosando una etiqueta en el embalaje que indica: Código del producto, peso, diámetro del alambre, temple y otros datos de fabricación.

APLICACIONES Y USOS

Todos los cables y alambres de cobre pueden ser usados como los conductores principales de cables y alambres eléctricos aislados.

Los alambres y cables de temple duro se utilizan en líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, mientras que los de temple blando se utilizan en sistemas de conexión a tierra para protección de equipos eléctricos, en puesta a tierra de pararrayos.

Los semiblandos en aquellas aplicaciones en las que se requieren cables de dureza intermedia.

Por su configuración, los cables ofrecen mayor flexibilidad que los alambres y por ello son apropiados para los enganches y conexiones que no llevan aislación, en la elaboración de jumpers y conexiones a tierra.

CERTIFICACIONES, PRUEBAS Y NORMAS

La fabricación, métodos y frecuencias de prueba de estos cables están basados en las siguientes normas: ASTM B1 (alambres duros), ASTM B2 (alambres semiduros), ASTM B3 (alambres blandos) y ASTM B8 (cables desnudos concéntricos) y en lo establecido en el Sistema de Gestión de Calidad de General Cable/Cocesa ISO 9001.

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Los conductores de cobre son resistentes a la corrosión. Ofrecen una gran resistencia mecánica.

EMBALAJE

Alambres: En rollos de 50 kg.

Cables: En carretes de madera no retornables.

CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los cables de temple duro se instalan en forma aérea sobre aislantes. Los de temple blando en bandejas metálicas o directamente enterrados.

CAMINO A MELIPILLA 6307, CASILLA 100, CERRILLOS, SANTIAGO, CHILE
SERVICIO AL CLIENTE: (56) 22 422 2200 • servicio.cliente@generalcable.cl
MESA CENTRAL: (56) 22 422 2000

General Cable cocesa

3 DATOS DE EQUIPO DE COMUNICACIONES

3.1 Cables para comunicaciones

INDECA Industria del cable

Hoja Nº 18
C 2017

Cable para RS 485

Hoja de datos técnicos

Descripción general: Cable de un par blindado AWG 24 de cobre estañado aislado en polietileno para aplicaciones en RS 485.



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Conductor central (Flexible)	Cuerda formada por 7 alambres de 0,20 mm de cobre estañado, 0,25 mm² de sección, (Equivalencia AWG 24) .
Aislante (PE)	Cada conductor está aislado con Polietileno de baja densidad (PEBD), siendo uno color rojo y el otro color negro.
Blindaje (Compuesto)	Cinta de aluminio poliéster y malla trenzada de alambres de cobre estañado, porcentaje de cobertura 100 % , malla 85 %.
Cubierta exterior (PVC)	Policloruro de vinilo (PVC) color gris de 6,00 mm de diámetro.

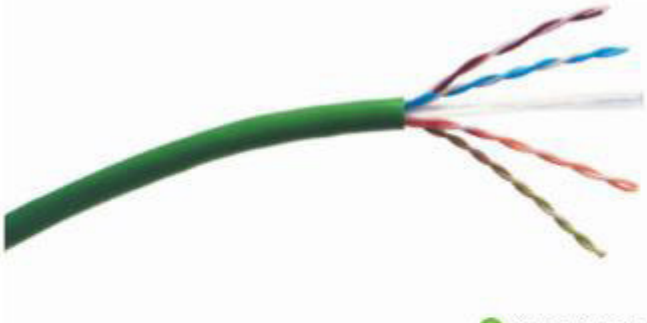
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Tensión máxima	300	Vca
Capacidad nominal entre conductores	44	pF/m
Impedancia	120	Ohms
Capacidad entre un conductor y otro conectado al blindaje	78	pF/m
Resistencia del conductor en CC	79	Ohms/km
Velocidad de propagación	66	%

CONDICIONES DE INSTALACIÓN Y SERVICIO		
Temperatura de operación	- 40 a + 80	Cº
Radio mínimo de curvatura	63	mm
Tracción máxima	32	Kg/f
Apto para ambiente	Interior	Exterior
Plenum		No

FRACCIONAMIENTO		
Rollos de 100 m	Bobinas de 300 m	Otros a pedido

Tipo	Un par blindado
Aplicaciones	RS 485

Indecable S.A - Tel/fax: (54 11) 4713 3518 / 4753 1806 - Web: www.indeca.com.ar - Email: indeca@indeca.com.ar



Cable UTP Cat. 6 100 omhs 23 AWG, PVC, 4 pares (CM, CMR)

Color Disponible

No. de Parte	Descripción
VOL-6UP4-305R	Cable Cat.6, 100 ohms, Sólido, 23 AWG, UTP PVC (CM) 4 Pares, Color Verde, Reel in a Box 305 mts
VOL-6UP4-305C	Cable Cat.6, 100 ohms, Sólido, 23 AWG, UTP PVC (CM) 4 Pares, Color Verde, Carrete 305 mts
VOL-6UR4-305C	Cable Cat.6, 100 ohms, Sólido, 23 AWG, UTP PVC (CMR) 4 Pares, Color Verde, Carrete 305 mts

Características

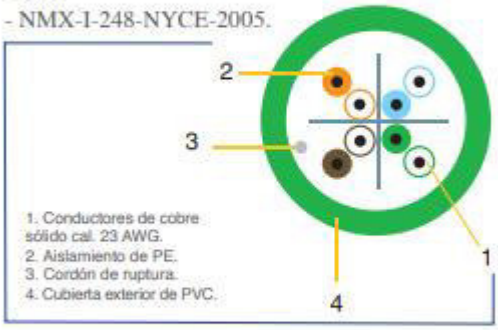
- Calibre del conductor: 23 AWG.
- Tipo de aislamiento: Polietileno.
- Tipo de ensamble: 4 pares con cruceta central.
- Tipo de cubierta: PVC con propiedades retardantes a la flama.
- Separador de polietileno para asegurar alto desempeño contra diafonía.
- Para conexiones y aplicaciones IP.
- Conductor de cobre sólido de 0.57 mm.
- Diámetro exterior 6.1 mm.
- Desempeño probado hasta 300 Mhz.
- Impedancia: 100 Ω.

Aplicaciones

- 1.2 Gbps ATM.
- 622 Mbps ATM.
- 100 Base T.
- 100 Mbps TP-PMD.
- 100 BASE VG ANYLAN.
- 1000 Base T.
- Video digital.
- Video Banda Base y Banda Ancha.

Normas Aplicables

- ANSI/TIA/EIA 568B.2-1.
- ANSI/ICEA S-102-700.
- ISO/IEC 11801 (2a edición, clase E).
- NEMA WC66.
- EN 50173-1.
- UL.
- NMX-I-248-NYCE-2005.



Tensión máxima de instalación (N)	Rango de Temperatura (°C)	Peso aproximado (kg/km)
90	Instalación 0 a 50 Operación -20 a 60	44

3M *Innovación*

3.2 Fibra óptica

fibergen
µSheath

Cables drop FTTH µSHEATH®

para aplicaciones exteriores y aéreas
1, 2 y 4 fibras – Ø 5,2 mm

NORMAS

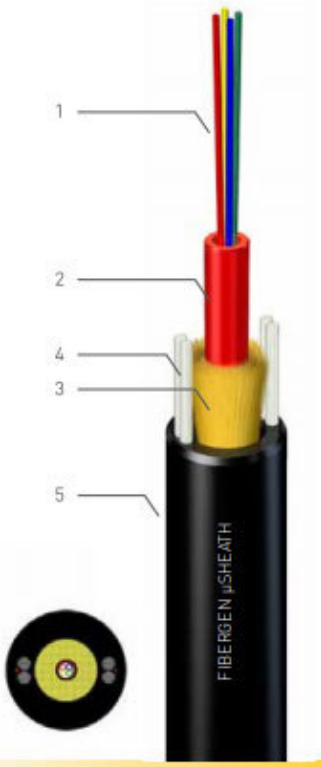
IEC/EN 60794
IEC/EN 60332

APLICACIONES

Este cable drop FTTH µSHEATH® está indicado para la instalación exterior en viviendas de abonados (instalación en conductos, fachadas, aérea). La versión con 1 fibra está realizada con un elemento búfer holgado de 900µm.
Gracias a la tecnología µSHEATH®, el acceso a los módulos y las fibras (en los extremos o en la mitad del tendido), así como los empalmes, resultan de muy fácil uso.
Con sus micromódulos, la tecnología µSHEATH® inventada y patentada por General Cable a principios de los años 90 y perfeccionada constantemente puede utilizarse en una amplia gama de cables para ahorrar tiempo y costes en todo tipo de aplicaciones y técnicas de instalación.

CONSTRUCCIÓN

1. Fibras ópticas identificadas por colores.
2. Módulo µSHEATH® identificado por color (versión con 2/4 fibras) con elemento 900µm para 1 fibra.
3. Fibras de aramida para fuerza de tensión.
4. 2x2 FRP opuestos.
5. Cubierta externa de HDPE de color negro (más colores disponibles bajo pedido).



IDENTIFICACIÓN

Código de color de la fibra

1 2 3 4

48