PROYECTO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS DE "PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN"

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	26/03/2024	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 0: HOJA RESUMEN

DOCUMENTO 1: MEMORIA

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO 4: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 5: PLAN DE DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO 6: GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO 7: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 8: CRONOGRAMA

DOCUMENTO 9: ANEXOS

DOCUMENTO 10: PLANOS

0 HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Título del proyecto	PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN
Emplazamiento	SENCELLES (ILLES BALEARS)
Titular	DARGON DEVELOPMENT & CONSTRUCTION SL
	B-87736971
	PASEO DE LA CASTELLANA 18 PLANTA 7 28046 MADRID
Redactado por	JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
	COLEGIADO COPITIMA: 4770
Centro Geométrico planta FV	
	X: 486.251,493
	Y: 4.389.066,837
(ETRS89)	HUSO: 31
Potencia instalada	0,800 kW
Potencia Pico	1.215,20 kWp
Tecnología	Fotovoltaica
Superficie vallada	1,99 ha
Perímetro vallado	0,62 km
Nº módulos	1.736
Nº inversores	3
Tipo de estructura	Fija 35°
Azimut	0°
Tensión de conexión a red	15 kV
Presupuesto Ejecución Material	459.235,98 €

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez
Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

MEMORIA

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN**	**REALIZADO**	**REVISADO**	**APROBADO**
0	25/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN 1

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO 1
1.2 EMPRESA PROMOTORA 2
1.3 INGENIERÍA REDACTORA 2
1.4 ORDEN DE PRELACIÓN DE LOS DOCUMENTOS 3
1.5 ABREVIATURAS 3

2 NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS 4

2.1 LEGISLACIÓN NACIONAL 4
2.2 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL 7
2.3 MEDIO AMBIENTE 8
2.4 OTRAS 8

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 9

3.1 UBICACIÓN 9
3.2 REFERENCIAS CATASTRALES 9
3.3 VERTICES 9
3.3.1 Parque fotovoltaico 9
3.3.2 Línea Subterránea de Media Tensión 10
3.4 SUPERFICIE 10

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN 12

4.1 CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN 12
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA 12
4.3 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA 13
4.4 EQUIPOS PRINCIPALES 13
4.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 13
4.4.2 ESTRUCTURA 15
4.4.3 INVERSOR DE STRING 16
4.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 18
4.6 CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM) 20
4.7 OBRA CIVIL 21
4.7.1 ACCESO 21
4.7.2 DESBROCE Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 21
4.7.3 VALLADO 21
4.7.4 VIALES 21
4.7.5 TOPOGRAFÍA 22
4.7.6 ESTUDIO DE PENDIENTES 22
4.7.7 CANALIZACIONES 22
4.7.8 CIMENTACIONES 22
4.7.9 SISTEMA DE DRENAJES 23
4.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 23
4.8.1 CABLEADO BAJA TENSIÓN 23
4.8.2 CABLEADO MEDIA TENSION 23
4.8.3 PROTECCIONES 24
4.8.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA Y SOBREINTENSIDADES 24
4.8.3.2 PROTECCIÓN DE CONTINUA (FUSIBLES DE CC) 25
4.8.3.3 PROTECCIÓN DE INVERSOR 25
4.8.3.4 PROTECCIÓN DE ALTERNA (FUSIBLES DE CA) 25
4.8.4 PUESTA A TIERRA 25
4.9 OTROS 26
4.9.1 SERVICIOS AUXILIARES 26
4.9.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD 26
4.9.3 SISTEMA MONITORIZACIÓN (SCADA) 27
4.9.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA 27
4.9.5 EDIFICIOS 27
4.9.6 POWER PLANT CONTROLLER (PPC) 27
4.9.7 SEGURIDAD EN LAS MAQUINAS INSTALADAS 28

5 LÍNEA DE INTERCONEXIÓN 29

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN 29
5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA 30

5.2.1 CABLE DE POTENCIA ... 30
6 LÍNEA DE EVACUACIÓN ... 31
6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES ... 31
6.2 DATOS DEL CONDUCTOR ... 31
6.3 CABLE DE FIBRA ÓPTICA ... 32
6.4 MÉTODO DE INSTALACIÓN ... 32
6.5 TERMINALES ... 32
6.6 EMPALMES ... 32
6.7 PARARRAYOS ... 33
6.8 TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA ... 33
6.9 OBRA CIVIL ... 35
6.9.1 CANALIZACIÓN ... 35
6.9.2 ARQUETAS DE EMPALME Y CAMBIO DE SENTIDO ... 36
6.9.3 ARQUETAS DE TELECOMUNICACIONES ... 36
6.9.4 SEÑALIZACIÓN ... 37
6.10 PUESTA A TIERRA ... 37
6.11 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS ... 38
6.11.1 CALLES Y CARRETERAS ... 38
6.11.2 FERROCARRILES ... 38
6.11.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS ... 38
6.11.4 TELECOMUNICACIONES ... 39
6.11.5 CONDUCCIONES DE AGUA ... 39
6.11.6 CONDUCCIONES DE GAS ... 40
6.11.7 ALCANTARILLADO ... 42
6.11.8 RESUMEN ... 43
7 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS ... 47
8 PUNTO DE CONEXIÓN ... 48
8.1 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO CONEXIÓN ... 48
8.2 SUBESTACIÓN DEL PUNTO DE CONEXIÓN ... 48
9 RECURSO SOLAR ... 48
10 AFECCIONES ... 48
10.1 CAMINOS EXISTENTES ... 48
11 ORGANISMOS AFECTADOS ... 49
12 CONCLUSIÓN ... 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro Resumen parcelas 9
Tabla 2: Coordenadas perímetro del vallado 9
Tabla 3 Superficies de la instalación fotovoltaica. 10
Tabla 4 Superficies ocupadas sobre el plano normal. 11
Tabla 5 Configuración eléctrica de la planta. 13
Tabla 6 Datos módulo fotovoltaico. 14
Tabla 7 Datos del inversor de string. 17
Tabla 8: Distancias mínimas en cruzamientos con conducciones de gas. 40
Tabla 9 Distancias mínimas en paralelismos con conducciones de gas 41
Tabla 10: Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades es la del reglamento. 43
Tabla 11: Relación de bienes afectados 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de estructura metálica fija 15
Figura 2 Detalle de cable de MT 30
Figura 3.Detalle conexionado de PaT de las pantallas "solid bonding". 37
Figura 4: Cruzamiento con canalizaciones de gas. 41
Figura 5: Paralelismo con canalizaciones de gas 42

1 JUSTIFICACIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO

DARGON DEVELOPMENT & CONSTRUCTION SL, es una sociedad dedicada entre otras actividades, al desarrollo, promoción, construcción y operación de plantas de generación eléctrica mediante el aprovechamiento de energías renovables. Esta sociedad apuesta por la mejora y el aprovechamiento de los recursos de esta Comunidad Autónoma, favoreciendo así a la sostenibilidad energética, mediante las más recientes tecnologías de aprovechamiento energético de recursos y desde el máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

DARGON DEVELOPMENT & CONSTRUCTION SL planea la construcción de un parque solar fotovoltaico, con una potencia en paneles de **1,215 MWp** y una potencia instalada de **800 kWn**.

El proyecto, denominado **"PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN",** está ubicado en el Término Municipal de **SENCELLES**, en la provincia de **ILLES BALEARS**.

La evacuación de la energía se hará a través de una línea de evacuación de **344 metros**, constituida por una Línea Subterránea de Media Tensión (LSMT) desde Centro de protección y Medida (CPM) del parque fotovoltaico hasta el punto de conexión asignado por la distribuidora, en este caso la Distribuidora es **E-DISTRIBUCION (ENDESA)**. El punto de conexión llega hasta la **SET SMARIA** de **15 kV** de tensión.

Las instalaciones que componen este proyecto son:

- Parque fotovoltaico
- Centro de transformación (CT)
- Centro de Protección y Medida (CPM)
- Línea de evacuación de 15 kV

Se procede, mediante el presente documento, para poder solicitar la Autorización Administrativa Previa (**AAP**) y de Construcción (**AAC**), la Declaración de Utilidad Pública **(DUP)**, la calificación y licencia urbanística ante el órgano correspondiente.

No es objeto del proyecto la ejecución de las instalaciones incluidas en el mismo. Una vez obtenidas las autorizaciones pertinentes, se deberán realizar los proyectos de ejecución de las instalaciones.

1.2 EMPRESA PROMOTORA

A continuación, se detallan los datos del peticionario de la instalación:

- NOMBRE: DARGON DEVELOPMENT & CONSTRUCTION SL
- CIF: B-87736971
- DOMICILIO: Paseo de la Castellana Nº18. Piso 7. CP: 28046 (MADRID)

1.3 INGENIERÍA REDACTORA

La empresa redactora del presente proyecto es **DARGON DEVELOPMENT & CONSTRUCTION SL** a través del técnico Javier Tielas Sánchez, Ingeniero Técnico Industrial, colegiado en el Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga (COPITIMA) con el número 4770.

- INGENIERÍA: DARGON DEVELOPMENT & CONSTRUCTION SL
- CIF: B-87736971
- DOMICILIO: Paseo de la Castellana Nº18. Piso 7. CP: 28046 (MADRID)
- TÉCNICO REDACTOR: JAVIER TIELAS SANCHEZ
- TITULACIÓN: Ingeniero Técnico Industrial
-
- Nº COLEGIADO: 4770

Para efectos de entrega de documentación, pueden usar los canales de comunicación más arriba indicado donde hacer llegar cualquier comunicado.

1.4 ORDEN DE PRELACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

El orden de prelación de la documentación en caso de duda, contradicción y/o error tipográfico será el estipulado en la Norma UNE 157001:2002. Criterios Generales para la elaboración de Proyectos.

1.5 ABREVIATURAS

- PSFV: Parque o planta solar fotovoltaica
- FV: Fotovoltaico
- CT: Centro de Transformación
- EIA: Evaluación de Impacto Ambiental
- SET: Subestación Eléctrica
- REE: Red Eléctrica de España
- CPM: Centro de Protección y Medida
- CS: Centro de Seccionamiento
- CC: Corriente Continua
- CA: Corriente Alterna
- BT: Baja Tensión
- MT: Media Tensión
- PPC: Power Plant Controller
- TM: Término Municipal
- AAP: Autorización Administrativa Previa
- AAC: Autorización Administrativa Construcción
- RDBA: Relación de Bienes y Derechos Afectados
- DUP: Declaración de Utilidad Pública
- POI: Punto de Conexión
- 1V: Un módulo en vertical
- 2V: Dos módulos en vertical
- POT: Pull Out Test
- LSMT: Línea Subterránea Media Tensión
- LSMT: Línea Subterránea Media Tensión
- LSAT: Línea Subterránea Alta Tensión
- LAMT: Línea Aérea Media Tensión
- LAAT: Línea Aérea Alta Tensión
- DC LSMT: Doble Circuito de Línea Subterránea de Media Tensión
- DC LAMT: Doble Circuito de Línea Aérea de Media Tensión

2 NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS

2.1 LEGISLACIÓN NACIONAL

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Real Decreto 244/2019 de 05/04/2019, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018 de 05/10/18, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Resolución de 9 de enero de 2020, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-BT-02 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Reglamento 2016/364 de 01/07/15, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- 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). (BOE 10/06/14)
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- 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 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios de la calidad del agua de consumo humano.
- Orden 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 (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 TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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 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, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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 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 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.
- UNE 62446-1/2019 Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- UNE-HD 60364-7-712/2017 Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE 62053-11/2003 Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos Particulares. Parte 11: Contadores electromecánicos de energía activa (clases 0,5, 1 y 2).
- UNE 62053-24/2015 Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Parte 24: Contadores estáticos para la componente fundamental de la energía reactiva (clases 0,5 S, 1 S y 1)
- UNE 61277 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

- UNE 20003/1954: Cobre tipo recocido o industrial.
- UNE 60076-1/2013 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
- UNE 60332-3-10/2009: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados por capas en posición vertical. Equipos.
- UNE 60332-3-21/2009: Métodos de ensayos para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-21: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A F/R.
- UNE 60332-3-22/2009: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A.
- UNE 60332-3-23: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-23: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría B.
- UNE 60332-3-24/2009: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables en capas en posición vertical. Categoría C.
- UNE 50395/2011 Métodos de ensayo eléctricos para cables de energía en baja tensión.
- UNE 50396/2011 Métodos de ensayos no eléctricos para cables de energía de baja tensión.
- UNE 60364-4-41/2018: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.
- UNE 62271-100/2011: Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
- UNE 21127/1991: Tensiones nominales
- UNE 61869-1/2010: Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales
- UNE 61869-2/2013: Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE 61869-3/2012: Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE 61869-5/2015: Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE EN 60909-0/2016: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE EN 62271-202/2015: Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).
- Recomendaciones UNESA

2.2 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission – conductors of insulated cables
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV
- (Um=36 kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um=1,2 kV) and 3 kV (Um=3,6 kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission – standard colours for insulation for low-frequency cables and wires.
- IEC 60216-1/2013 International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results.
- IEC 60216-83/2006 International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 3: Instructions for calculating termal endurance characteristics
- IEC 60216-8/2013 International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 8: Instructions for calculating termal endurance characteristics using simplified procedures
- IEC 60229/2007: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective.
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission - impulse tests on cables and their accessories IEEE 48/1996: IEEE Standard test procedures and requirements for alternating-current cable terminations 2,5 kV through 765 kV
- IEEE 592/2018: IEEE Standard for insulation shields on medium-voltage (15 kV – 35 kV) cable joints and separable connectors
- IEC 60502-2/2014: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 60055-1/1997: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Paperinsulated metal-sheathed cables for rated voltajes up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables) – Part 1: Tests on cables and their accessories
- IEC 60055-2/1981: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Paperinsulated metal-sheathed cables for rated voltajes up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables). Part 2: General and construction requirements
- IEC 60228/2004: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Conductors of insulated cables
- IEC 60229/2007: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function
- IEC 60230/2018: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Impulse tests on cables and their accessories.
- IEC 60446/2007: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Fundamental safety principles – basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or alphanumerics.

- IEC 60986: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (Um=7,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV)
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV (Um=7,2 kV) up to 30 kV (Um= 36 kV)
- 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).

2.3 MEDIO AMBIENTE

- Decreto Legislativo 1/2020, de 28 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.

2.4 OTRAS

- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Ordenanzas municipales de aplicación.

Todas las normas citadas, así como anexos y/o adendas en las mismas, deberán tenerse en cuenta en su última edición en el momento que sea de aplicación. En caso de discrepancia entre la reglamentación, se aplicará aquella que sea más restrictiva.

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1 UBICACIÓN

El parque solar fotovoltaico denominado **PSFV SMARIA** se desea ubicar en el TM de **SENCELLES**, en la provincia de **ILLES BALEARS** con código postal **07143**. Las coordenadas **UTM ETRS89** Huso **31T** del **centroide** del vallado donde se encontrará ubicado el proyecto corresponden con:

- **X = 486.251,493 m E**
- **Y = 4.389.066,837 m N**

3.2 REFERENCIAS CATASTRALES

La instalación del proyecto se ubica en las fincas con referencia catastral que se detallan a continuación:

Tabla 1: Cuadro Resumen parcelas

CUADRO RESUMEN PARCELAS							
ITEM	**CATASTRO**	**SUPERFICIE (ha)**	**COMUNIDAD**	**PROVINCIA**	**MUNICIPO**	**POLIGONO**	**PARCELA**
1	07047A00900182	1,629	ISLAS BALEARES	BALEARES	SENCELLES	9	182
2	07047A00900213	1,419	ISLAS BALEARES	BALEARES	SENCELLES	9	213

El código postal de la ubicación el proyecto es **07143.**

3.3 VERTICES

3.3.1 Parque fotovoltaico

Las coordenadas de la poligonal del proyecto son las siguientes:

Tabla 2: Coordenadas perímetro del vallado

COORDENADAS UTM VERTICES			
VERTICE	ETRS89 HUSO 31		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	486.136,649	4.389.045,282	116,646
2	486.190,145	4.389.074,520	116,368
3	486.183,541	4.389.087,389	116,556
4	486.225,231	4.389.110,511	116,423
5	486.316,409	4.389.159,660	116,071
6	486.365,915	4.389.074,848	115,327
7	486.177,665	4.388.974,096	115,948

3.3.2 Línea Subterránea de Media Tensión

Las coordenadas de los vértices de la línea de evacuación del proyecto son las siguientes:

COORDENADAS UTM VERTICES		
VERTICE	ETRS89 HUSO 31	
	X (m)	Y (m)
1	486.209,25	4.388.877,19
2	486.203,80	4.388.873,76
3	486.200,77	4.388.878,57
4	486.196,60	4.388.885,20
5	486.179,52	4.388.913,80
6	486.155,05	4.388.950,55
7	486.153,67	4.388.952,49
8	486.143,32	4.388.967,05
9	486.122,38	4.388.999,33
10	486.102,66	4.389.029,71
11	486.187,73	4.389.075,36
12	486.181,24	4.389.088,71
13	486.216,64	4.389.108,33

3.4 SUPERFICIE

A continuación, se resume la superficie ocupada por la totalidad de la planta solar y su relación con la superficie total de la parcela. Cabe definir los siguientes conceptos que aparecerán a continuación:

- Superficie total catastro: Corresponde a la superficie catastral de la parcela.
- Superficie poligonal vallado: Es la superficie poligonal de los paneles y construcciones que se pretenden instalar, teniendo en cuenta la separación entre paneles
- Superficie proyectada: Es la superficie ocupada sobre el plano normal.

Tabla 3 Superficies de la instalación fotovoltaica.

SUPERFICIE TOTAL CATASTRO (ha)	SUPERFICIE POLIGONAL VALLADO (ha)	OCUPACIÓN (%)
3,05	1,99	65,29%

Tabla 4 Superficies ocupadas sobre el plano normal.

	UDS.	SUPERFICIE REAL (m2/ud.)	INCLINACIÓN (º)	SUPERFICIE PROYECTADA (m2)	OCUPACIÓN VERSUS VALLADO (%)
MÓDULOS	1736	3,11	35	4.417,38	22,20%
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT)	1	14,88		14.88	0,07%
CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)	1	19,23		19,23	0,10%
CENTRO DE CONTROL	1	14,88		14,88	0,07%
			TOTAL	**4.451,50**	**22,44%**

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

4.1 CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Según lo establecido en el artículo 2 del RD 413/2014, el proyecto pertenece a la siguiente categoría, grupo y subgrupo:

- Grupo **b1**: Instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar.
- Subgrupo **b1.1**. Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.

La planta se ha diseñado para cumplir con las obligaciones establecidas en el RD413/2014 de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos, así como en el resto de la normativa de aplicación.

4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

Se proyecta una planta fotovoltaica conectada a red con una potencia de módulos bifaciales de **1,215 MWp** con una potencia de inversores de **0,990 MWn**, aunque la potencia instalada y en el punto de conexión (POI) acordado con la empresa eléctrica distribuidora será de **0,800 MWn**. Esta potencia será regulada por el Power Plant Controller (PPC).

El campo generador consistirá en un total de **1.736 módulos** de **700 Wp** distribuidos en **62 estructuras fijas tipo 2V**, con orientación sur con azimut 0º y una inclinación de 35º, con una separación (pitch) entre cada fila de estructura de 11 metros y separación de pasillo entre filas de 7 metros.

La electricidad generada en los módulos fotovoltaicos se convertirá de Corriente Continua (CC) a Corriente Alterna (CA) en los inversores del tipo **STRING** que se instalarán en la planta.

La planta constará de un total de **3 inversores** de string. El inversor tiene una potencia nominal máxima de **330 kVA** a **25ºC** y estarán localizados mayormente en los extremos de las filas de las estructuras. Al haber 3 inversores, la potencia total será de **330 kVA x 3 = 990 kVA**.

Los inversores de string son equipos compactos que contienen entradas CC a una tensión de **1.500 V** y salida en CA con una tensión de **800 V**. Las salidas de los inversores se conectan al Centro de Transformación (CT) a un cuadro concentrador de baja tensión, que posteriormente se enlaza a un transformador de la misma potencia o mayor que el inversor a tensión **0,8/15 kV**. Adicionalmente tienen celdas protección en media tensión para la protección del transformador y celdas de línea, para conectar con el Centro de protección y medida (CPM) para su posterior llegada al punto de conexión, que en nuestro caso es hasta el CT existente que tiene como destino la subestación propietaria de **E-DISTRIBUCIÓN**, denominada **SET SMARIA** de **15 kV** de tensión.

Las series (strings) estarán compuestas de **28 módulos** cada uno y se conectarán a los inversores de strings, recogiendo cada uno de ellos **21 series** como máximo, desde las que se saldrán tenderán conductores hasta bornas de CA del cuadro concentrador de BT del Centro de Transformación (CT) comentado anteriormente.

La planta contará con **1 CT** de **1.250 kVA** de potencia. El CT contendrá **3 inversores** y un trafo de SSAA de **15 kVA**. Adicionalmente habrá un CPM, este último albergará un transformador de servicios auxiliares con una potencia de **15 kVA**.

La energía generada por la central fotovoltaica será evacuada en Media Tensión de **15 kV**, Se conectará el Centro de Transformación a través de un tramo corto de aproximadamente **0,014 km** de longitud de Línea Subterránea de Media Tensión con el Centro de protección y medida (CPM). Posteriormente desde el CPM a través de una LSMT de aproximadamente **0,344 km** hasta una torre que tiene como destino la subestación **SET SMARIA** de la empresa distribuidora.

La planta fotovoltaica dispondrá de un PPC. El PPC es una herramienta de control que sirve, principalmente, para regular en planta determinados parámetros fijados por el operador de red, como es el factor de potencia y la potencia. En este caso se buscará regular la potencia evacuada a la red en el PoI (Punto de interconexión) para no sobrepasar aquella acordada con el operador de la red de distribución, en este caso **0,800 MWn**. Adicionalmente el PPC permite una regulación transversal de la potencia activa y reactiva de los inversores. Un analizador de redes de alta precisión se encarga de registrar todos los parámetros de red durante el estado operativo.

4.3 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

El resumen de la configuración eléctrica de la instalación fotovoltaica será la siguiente:

CT	NUMERO DE INVERSOR	POTENCIA DC FRONTAL TOTAL (kWp)	POTENCIA AC / INVERSOR @PF1@TD 25ºC (kW)	RATIO DC/AC @STC	RATIO DC/AC @PF0,95@ TD32ºC (kW)	POTENCIA FRONTAL MÓDULOS (Wp)	MÓDULOS EN SERIE	MODELO INVERSOR	STRINGS/ INVERSOR	MODULOS/ INVERSOR	ESTRUCTURA 1 STR (UDS)
1	1	392,00	330,00	1,19	1,47	700,00	28,00	SUN2000-330KTL-H1	20,00	560,00	20,00
	2	411,60	330,00	1,25	1,54	700,00	28,00	SUN2000-330KTL-H1	21,00	588,00	21,00
	3	411,60	330,00	1,25	1,54	700,00	28,00	SUN2000-330KTL-H1	21,00	588,00	21,00
TOTAL		**1.215,20**	**990,00**	**1,23**	**1,52**			**3,00**		**1.736,00**	**62,00**

Tabla 5 Configuración eléctrica de la planta.

4.4 EQUIPOS PRINCIPALES

4.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1.000 W/m2
- Temperatura de célula de 25º C
- Valor espectral 1,5 AM

Para la instalación fotovoltaica proyectada, se utilizarán módulos fotovoltaicos bifaciales de alta potencia, monocristalino PERC de Media Célula, modelo **SKA611HDGDC-700**, de **700 Wp** de **AKCOME** (o una referencia con características de generación y dimensiones similares) con marcos de aluminio, compuestos por 132 células monocristalina. Los módulos contarán con una capa anti-reflejante o ARC, la cual mitiga la reflexión de la luz sobre el módulo, para incrementar la eficiencia y que a su vez evita que se produzca el deslumbramiento.

Los datos eléctricos, entre otros, la potencia nominal de los módulos fotovoltaicos está sometidos a tolerancias y pueden variar. Con ello, la potencia total de la instalación fotovoltaica puede, en caso dado, variar en un 0/+3%.

Tabla 6 Datos módulo fotovoltaico.

MÓDULO FOTOVOLTAICO		
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Fabricante	AKCOME	
Modelo	SKA611HDGDC	
Potencia Módulo	700	Wp
Tolerancia	+3	%
Tensión Punto de Máxima Pot. (Vmp)	43	V
Corriente Punto de Máxima Pot. (Imp)	16,28	A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	50,31	V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	17,21	A
Máxima Tensión del Sistema	1.500	V
Fusible	35	A
PARÁMETROS TÉRMICOS		
TONC	45	ºC
Coef Tª Pmp	-0,24	%/ºC
Coef Tª Voc	-0,22	%/ºC
Coef Tª Isc	0,047	%/ºC
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Largo	2384	mm
Ancho	1303	mm
Espesor	33	mm
Peso	38,3	kg

4.4.2 ESTRUCTURA

Los módulos de la instalación se instalarán sobre estructuras metálicas fijas. Dichas estructuras serán de acero galvanizado y están diseñadas para resistir el peso propio de los módulos, las sobrecargas de viento, nieve y sismo, acorde a las prescripciones del Código Técnico de la Edificación (CTE).

La tornillería de la estructura será de acero galvanizado o inoxidable para prevenir y evitar oxidación. La de fijación de módulos estará, sin embargo, realizada en acero inoxidable. El modelo de fijación garantizara 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 y tornillería con par de apriete indicado por el fabricante.

Dicha estructura se hinca en el suelo con pilares. Este método permite una fácil adaptación a terrenos que no sean totalmente planos. La profundidad a la que se hincan los pilares depende de las características del terreno y se calcula después de realizar las correspondientes comprobaciones in-situ, tales como estudio geotécnico y Pull Out Test (POT).

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 y/o proveedor de este.

La estructura será fija **biposte tipo 2V,** con orientación sur con **azimut 0º** y una inclinación de **35º**, con una separación (pitch) entre cada fila de estructura de **11 metros** y separación de pasillo entre filas de **7 metros.** La configuración de las mesas será **2Vx14** y se instalarán un total de **62 unidades**.

Habrá un tipo de configuración:

1) Tipo 2Vx14 (62 Unidades)

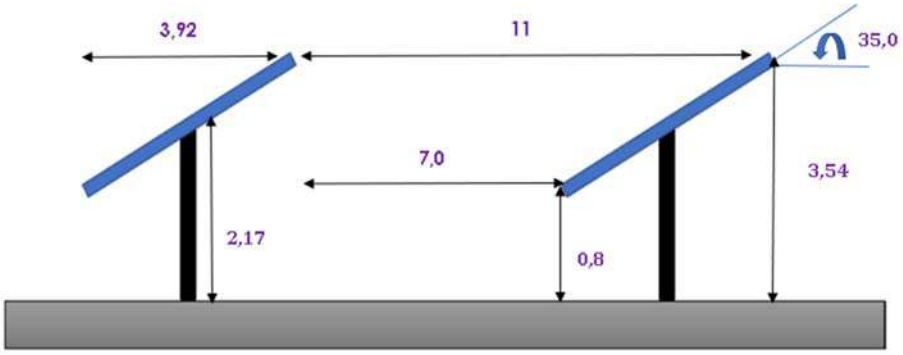


Figura 1. Diseño de estructura metálica fija

La estructura metálica al estar hincada directamente al terreno está puesta a tierra por su propio sistema de instalación. Para garantizar el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto y no dar lugar a situaciones peligrosas eléctricas, todas las estructuras se conectarán a la malla de tierra de la planta, mediante unión mecánica con cable de cobre desnudo. Además, las estructuras contiguas se unirán entre sí con cable aislado.

4.4.3 INVERSOR DE STRING

Los módulos fotovoltaicos generan corriente eléctrica continua a partir de la radiación solar que incide sobre ellos. Esta corriente continua generada no es posible entregarla a la red eléctrica, es necesaria su transformación en corriente alterna sincronizada a la frecuencia de la red.

El Inversor Fotovoltaico es el dispositivo que convierte dicha corriente continua generada por el campo generador en corriente alterna a 50 Hz sincronizada con la red eléctrica.

Los inversores se pueden clasificar de diferentes formas. De acuerdo con el número de fases se pueden distinguir entre inversores monofásicos y trifásicos. Con respecto a la configuración del sistema, se suelen distinguir entre inversores centrales, inversores en cadena (string) e inversores modulares (AC módulos). Asimismo, con respecto al número de etapas, se pueden distribuir entre los inversores de una etapa, de dos etapas y multietapas.

Los inversores string son inversores más pequeños que permiten hacer un riguroso seguimiento del punto de máxima potencia, presenta eficiencias ligeramente superiores a los inversores centrales y, además, en caso de haber incidencias en el inversor, las consecuencias se minimizan cuando se trata de inversores de string.

Los seguidores del punto de máxima potencia, MPPT (Maximum Power Point Trackers) son dispositivos electrónicos capaces de hacer operar a los módulos fotovoltaicos alrededor del punto de trabajo donde se genera la máxima potencia capaz de obtenerse para las condiciones de irradiación y temperatura de ese momento.

Con un regulador MPPT, la electrónica se encarga de buscar automática y permanentemente la tensión donde el panel entrega su máxima potencia, hace un seguimiento de esta y opera en ese punto hasta que cambian las circunstancias, tales como una nube, una sombra o un cambio en la temperatura. En este momento, el seguidor del MPPT adapta la tensión de entrada de los paneles al mejor punto de rendimiento para las condiciones del momento.

Para la evacuación de la potencia proyectada en la presente instalación, será necesaria la instalación de un total de **3 inversores**, serán inversores de **string**, similares a los del fabricante **HUAWEI** modelo **SUN 2000-330 KTL-H1** de conexión a red con una potencia máxima de **330 kW** cada uno. Éstos serán colocados sujetos sobre la misma estructura metálica que sostiene los módulos solares o en hincas colindantes y estratégicamente dispersos por la planta acorde a la configuración eléctrica más adecuada.

Debido a que la suma de la potencia de los inversores sobrepasa la potencia en el punto de conexión de la red de la distribuidora de **0,800 MWn**. Los inversores estarán limitados eléctricamente para alcanzar dicha potencia en el PoI.

Los inversores operan de forma totalmente automática. Su sistema de control se basa en la toma de datos de tensión, frecuencia y potencia producida por los módulos para su operación mediante electrónica de potencia. El inversor, puesto que, aunque sea mínimo, tiene un consumo de la red, sólo arranca cuando los módulos solares generan energía suficiente para ello. En el momento en que se genera ese mínimo de energía, el inversor comienza a inyectar a la red. El inversor está diseñado para cumplir los códigos de red de Red Eléctrica de España, así como limitar la potencia en el punto de conexión a la potencia concedida en el permiso de acceso.

A continuación, se definen las características del inversor similar al que se utilizará:

Tabla 7 Datos del inversor de string.

INVERSOR STRING		
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Fabricante	HUAWEI	
Modelo	SUN2000-330KTL-H1	
Potencia Máxima @25ºC @FP=1	330	kWac
MPPT Vmin / MPPT Vmax	500/1.500	V
Máxima corriente de entrada permitida por MPPT	65	A
Máxima corriente de corto circuito permitida por MPPT	115	A
Máximo Voltaje de entrada permitido	1.500	V
Número máximo de MPPT	6	uds
Número máximo de entradas por MPPT	4/5/5/4/5/5	uds
Tensión CA	800	V
Corriente Nominal CA	216,6	A
Máxima Corriente CA	238,2	A
Eficiencia máxima	99	%
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Longitud	1.048	mm
Anchura	732	mm
Profundidad	395	mm
Peso	112	kg

La potencia de los inversores se ha dimensionado de tal manera que la instalación fotovoltaica sea capaz, al mismo tiempo, de suministrar toda la potencia activa disponible en el punto de conexión y de cumplir con el requerimiento más restrictivo de potencia reactiva según el Código de Red, a máxima temperatura y sin la necesidad de equipos adicionales para la compensación de potencia reactiva.

4.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Un centro de transformación es una instalación eléctrica que convierte la energía que recibe de media tensión en energía a baja tensión para que pueda ser utilizada según los requerimientos de la instalación. En nuestro caso, un transformador que convierte a la tensión que los inversores puedan funcionar.

Para la correcta evacuación de la energía generada en el campo solar se opta por la instalación de **1** transformador de **1.250 kVA**, ya que la potencia de la suma de inversores instalados es de **0,990 kWn**, lo que supone una potencia mayor a la potencia instalada en los inversores

El centro de Transformación serán de tipo prefabricado Ormazábal tipo PFU-4. Dichos edificios prefabricados son una solución compacta especialmente diseñada para instalaciones fotovoltaicas, de modo que en un mismo edificio se instalarán el cuadro de baja tensión en el cual se conectarán las salidas de cada inversor en CA y el transformador de potencia (este último pese a encontrarse en el mismo edificio se encuentra en un habitáculo totalmente diferenciado del resto de la instalación. Todo ello cumpliendo con las normativas vigentes.

Los elementos que componen el centro de transformación son:

- Transformador: es el elemento clave ya que aumenta o disminuye la tensión y de potencia dimensionada y acorde a la potencia instalada en el sistema.
- Celdas: entrada de línea, de seccionamiento, de remonte, de medida y de protección del transformador mediante relés.
- Cuadros de baja tensión.
- Cables de media y baja tensión para transportar la energía.
- Envolvente: el recinto o instalación dónde está instalado el centro de transformación.

El Centro de Transformación (CT) estará formada por dos zonas diferentes:

1) Lado de Media Tensión (MT)

Esta zona estará compuesta celdas de Media Tensión (MT), las cuales realizan las funciones de acometer los conductores procedentes de las distintas líneas que llegan de la red de distribución.

El Centro de Transformación (CT) consta de las siguientes posiciones de celdas:

- Una (1) posición de protección del transformador de potencia
- Una (1) posición de línea

Se ha adoptado, para la tensión la tensión de la instalación, un módulo de celdas blindadas de media tensión. La tensión más elevada que soportan las celdas es de 36 kV.

2) Lado de Baja Tensión (BT) 400/230 V

La zona de Baja Tensión estará compuesta por un cuadro de Baja Tensión (BT), de él salen las líneas de BT y dispone de un dispositivo de seccionamiento general que se conectará a convertidor CA/CC para alimentar a los inversores de string.

Trafo SSAA:

El CT albergará un pequeño trafo de servicios auxiliares BT-B/ (0,8/0,4 kV) de 15 kVA.

Celdas de MT:

Las celdas de media tensión de la estación transformadora contarán con los elementos de protección necesarios para protegerse contra sobreintensidades, de acuerdo con lo establecido en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1:

- Las celdas de línea estarán equipadas con interruptor/seccionador en carga, seccionador de puesta a tierra y conectores enchufables para los cables subterráneos.
- Las celdas de protección estarán compuestas por un interruptor automático acompañado de un seccionador como medida de seguridad.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

- Tensión nominal..... 30 kV
- Tensión máxima de servicio..... 36 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz ..... 70 kV
- Corriente admisible asignada de corta duración 1 s ..... 16 kA
- Corriente asignada servicio continuo..... 630 A
- Frecuencia …… ..... 50 Hz

Los materiales y la composición de estas construcciones se adaptarán al entorno donde se localicen tal y como se indica en la norma 22 del Pla Territorial insular de Mallorca.

4.6 CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

El CPM serán de tipo prefabricado Ormazábal tipo PFU-5 o similar. El edificio, al cual llegará la energía procedente del centro de transformación, en donde se realizará la medida fiscal de la energía, y de donde partirá la línea eléctrica subterránea de media tensión que conectará la planta fotovoltaica con el punto de conexión.

Dicho centro estará emplazado dentro del recinto del proyecto de la instalación de la planta fotovoltaica.

El Centro de Protección y Medida (CPM) consta de las siguientes posiciones de celdas:

Compañía distribuidora:

- Tres (3) posición de línea de salida motorizadas
- Una (1) posición protección de los SSAA telemedida

Instalación del cliente:

- Una (1) posición de remonte
- Una (1) posición de protección general motorizada
- Una (1) posición de medida de la instalación
- Una (1) posición protección de los SSAA
- Una (1) posición de línea de salida

Celdas de MT:

Las celdas de media tensión de las estaciones transformadoras contarán con los elementos de protección necesarios para protegerse contra sobreintensidades, de acuerdo con lo establecido en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1:

- Las celdas de línea estarán equipadas con interruptor/seccionador en carga, seccionador de puesta a tierra y conectores enchufables para los cables subterráneos.
- Las celdas de protección estarán compuestas por un interruptor automático acompañado de un seccionador como medida de seguridad.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

- Tensión nominal..... 20 kV
- Tensión máxima de servicio..... 24 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz ..... 70 kV
- Corriente admisible asignada de corta duración 1 s ..... 16 kA
- Corriente asignada servicio continuo..... 630 A
- Frecuencia ……..... 50 Hz

Los materiales y la composición de estas construcciones se adaptarán al entorno donde se localicen tal y como se indica en la norma 22 del Pla Territorial insular de Mallorca.

4.7 OBRA CIVIL

4.7.1 ACCESO

El acceso a la planta fotovoltaica se realizará desde un camino que se accede desde el camino colindante a la parcela del proyecto.

Cabe destacar, que resulta necesario un vial externo al vallado para facilitar el acceso de la carretera a la planta. Este camino externo de acceso tiene una longitud de aproximadamente 9,90 m y se ejecutará con las mismas características que los viales internos más adelante especificadas.

4.7.2 DESBROCE Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

El desbroce y la limpieza del terreno se realizarán con medios mecánicos y comprenderán los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la instalación solar fotovoltaica: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente y carga a camión.

También se retirarán aquellos árboles muertos y en estado de abandono, para poder instalar los módulos solares fotovoltaicos.

Se realizará la remoción mecánica de los materiales de desbroce, la retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce, la carga a camión y el transporte de residuos vegetales a vertedero específico.

4.7.3 VALLADO

Con la finalidad de respetar la fauna de la zona, se realizará la instalación de la malla cinegética metálica anudada ancha con dimensiones de cerramiento de 15x15cm con una altura de 2 metros y se levantará 20 cm del suelo para dejar pasar la fauna.

El vallado dispondrá de alambres tensores horizontales de refuerzo de 2,5 mm. Se instalarán postes cada 3,50 m con refuerzos cada cambio de dirección y/o cada 35 m.

Se minimizará el empleo de hormigón en la instalación. Se aplicará el hormigón compactado a los postes de acero galvanizado para garantizar su retirada una vez finalice la vida útil del parque. Se procederá al relleno de los últimos 10 cm de la excavación con tierra vegetal para mejorar su integración.

Por otro lado, para la fijación de los postes de la valla se realizarán pequeños agujeros de unas dimensiones aproximadas de 30cm de diámetro y 40 cm de profundidad en los que se añadirá hormigón HM-20/B/20/I.

Se preverá un portón para el acceso de vehículos y de personal. El portón de acceso a la planta será de doble hoja abatible, con marco metálico, disponiendo de cerradura con resbalón, condenada y bombín. La anchura de dicho portón será de 5 metros.

4.7.4 VIALES

En cuanto a los viales interiores del parque solar, se realizarán viales de los cuales se accede a los distintos elementos de planta (CT, CPM, Inversores, caseta de control, etc.).

Los viales interiores se ejecutarán con una base de 30 cm de espesor de zahorra artificial. Este ancho dependerá de los estudios geotécnicos que se realizaran en la etapa de ingeniería de detalle.

El ancho de los viales internos y de acceso será de 3-6 metros de ancho. Se garantizará el pertinente bombeo en sección para el correcto desagüe de precipitaciones.

4.7.5 TOPOGRAFÍA

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la planta, los viales de acceso, estructuras, cimentaciones, CCTV, vallado, etc.

4.7.6 ESTUDIO DE PENDIENTES

Se ha realizado un análisis de la topografía para estudiar si el terreno es adecuado para la construcción de la instalación fotovoltaica. De este modo, se han obtenido las pendientes de las parcelas en las que se sitúa el parque fotovoltaico. Se distinguen las siguientes zonas:

- Zonas con pendientes entre 0% y 7%.
- Zonas con pendientes entre 7% y 15%.
- Zonas con pendientes entre 15% y 20%.
- Zonas con pendientes superiores al 20%.

Se adjunta plano donde se representan las pendientes del terreno, con diferentes colores para cada una de las zonas.

4.7.7 CANALIZACIONES

Tramo String-Inversor String:

Las series de los módulos irán al aire a través de la estructura hasta el inversor. En el caso de que deban cruzar los pasillos entre estructura. Éstos bajaran por última hinca de la estructura bajo tubo al aire hasta el suelo. Desde ahí hasta el inversor irán enterrados bajos tubos hasta el inversor y subirán hasta el inversor en tubo al aire.

Tramo Inversor String-Cuadro de BT:

El tipo de instalación será directamente enterrado. En el tramo que realiza el cableado desde los inversores hasta el cuadro de BT se dispondrá de una canalización bajo tubo con hormigón.

Tramo CT-CPM:

El tipo de instalación será directamente enterrado. En el caso de haya cruces en viales, estas irán bajo tubo con hormigón.

Tramo CPM-Punto de conexión:

El CPM se conectará al CT existente que tiene como destino la subestación propietaria de **E-DISTRIBUCION,** denominada **SET SMARIA** de **15 kV** de tensión. Todos ellos se realizan directamente enterrado bajo tubo.

4.7.8 CIMENTACIONES

Para el correcto asentamiento de los edificios, CT y CPM, etc., se empleará losas de hormigón cubierta de una cama de arena y con acera perimetral para evitar la entrada de humedad.

Las dimensiones de las losas a realizar y su profundidad serán las adecuadas al tamaño de edificio a instalar y la resistencia del terreno.

La cimentación propuesta será objeto de un proyecto independiente y podrá sufrir modificaciones de acuerdo con el estudio geotécnico realizado en las fases de ingeniería de detalle.

4.7.9 SISTEMA DE DRENAJES

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con topografía del emplazamiento, viales, el movimiento de tierras y explanaciones. En caso de ser necesario se realizarán cunetas de drenaje.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

4.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.8.1 CABLEADO BAJA TENSIÓN

Los cables de baja tensión se utilizarán principalmente para la unión de cadenas de módulos fotovoltaicos en corriente continua, que llegarán hasta el inversor de string o cajas de nivel, y para la conexión de los inversores con el centro de transformación.

Formación de Strings:

Se agruparán cierta cantidad de paneles fotovoltaicos en serie para formar los string. Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según las siguientes consignas:

- Terminal positivo de un módulo con el terminal negativo del módulo siguiente en el orden de conexión.
- Se emplearán los terminales de conexión dispuestos por el fabricante de los módulos y no se manipularán, cortarán ni empalmarán. Si fuera necesario una adaptación por no poder cubrir longitudes, se consultará a la Dirección Facultativa.

Tramo String-Inversor String:

Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con los inversores de string serán de cobre flexible estañado, unipolares, tensión asignada de 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx), del tipo H1Z2Z2-K, cable específico para este tipo de instalaciones.

Se adjunta la ficha técnica en el anexo correspondiente.

Tramo Inversor String-Cuadro de BT:

Los conductores que unen los inversores de string con el cuadro de BT del Centro de Transformación serán de aluminio, unipolares, XLPE, tensión asignada de 0,6/1 kVac, del tipo XZ1 (AS) Al.

Se adjunta la ficha técnica en el anexo correspondiente.

4.8.2 CABLEADO MEDIA TENSION

Los cables de media tensión se utilizarán principalmente para la unión entre el Centro de Transformación y de éste con el Centro de Protección y Medida. Finalmente, el CPM con el punto de conexión.

La evacuación de la energía generada por la instalación fotovoltaica se realizará a través de una LSMT conectando el Centro de Transformación hasta el Centro de Protección y Medida. Finalmente, del CPM hasta el punto de conexión.

El conductor empleado en el circuito de MT tendrá las siguientes características:

- Denominación: RH5Z1
- Conductor: Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2
- Aislamiento: XLPE
- Pantalla: Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica, Z1 Vemex
- Voltaje: 12/20 (36) kV
- Pantalla metálica: 16 mm2

Los circuitos de media tensión irán enterrados bajo tubo.

4.8.3 PROTECCIONES

Las protecciones para las distintas líneas que componen dicha instalación han sido calculadas para las intensidades y voltajes que circulan por cada una de ellas.

Básicamente son fusibles, descargadores de sobretensiones e interruptor de desconexión adecuados a las características de las líneas.

A su vez, se incorporarán protecciones contra sobreintensidades a la salida de los inversores y a la llegada de estas líneas a los cuadros que anteceden a los devanados del transformador.

4.8.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA Y SOBREINTENSIDADES

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

1) Protección contra sobrecargas: El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado, teniendo en cuenta que la intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
2) Protección contra cortocircuitos: En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

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

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

4.8.3.2 PROTECCIÓN DE CONTINUA (FUSIBLES DE CC)

Instalación de fusibles de 15A hasta 35A de continua en cada string de módulos fotovoltaicos conectados en serie situados en las cajas de nivel.

En el caso de que los inversores sea del tipo string, no hará falta de éstos ya que no habrá Cajas de nivel (Combiner Box), ya que estos inversores poseen estas protecciones internamente.

4.8.3.3 PROTECCIÓN DE INVERSOR

Las protecciones con las que cuenta el inversor internamente son de fusibles de CC y pararrayos de CC inducidos por rayos tipo 2 e interruptor de aislamiento de CC manual. Como accesorio pueden incluirse pararrayos tipo 1.

Se instalarán en los inversores un seccionador de corte en carga para proteger la línea de enlace con el inversor y disponer de la capacidad de corte para dotar de seguridad a las instalaciones en el mantenimiento.

La protección tendrá capacidad de corte en todas las fases, tendrá una intensidad nominal y un poder de corte ajustados a las necesidades de cada línea tal y como se describe en el esquema unifilar.

4.8.3.4 PROTECCIÓN DE ALTERNA (FUSIBLES DE CA)

Instalación de fusibles de alterna de cada uno de los inversores string en el cuadro de baja tensión situado en el centro de transformación.

En el caso de que los inversores sean del tipo central, no harán falta. Debido a que se conectarán a los fusibles tipo NH, dentro del inversor central.

4.8.4 PUESTA A TIERRA

Todas las partes metálicas de la instalación estarán conectadas a la red de tierra para evitar tensiones de contacto peligrosas.

La red de tierras será de cobre o aleación de cobre para asegurar su resistencia a la corrosión con los siguientes materiales:

- Cables: cobre desnudo de sección 35 mm2 en la malla principal.
- Electrodos de tierra: de acero recubierto de cobre con 0,25 mm de espesor de recubrimiento de cobre 14" de diámetro y 2 m de longitud.
- Conectores: de cobre o aleación de cobre de fusión, en conexiones enterradas.

Se realizará una malla de PaT mediante tendido de conductor de 35 mm2 de cobre desnudo enterrado. Este conductor unirá cada una de las mesas a las que se conectarán las puestas a tierra de los paneles.

Los paneles irán todos conectados a la red de tierra mediante conductor aislado de Cu 16 mm2 (0,6/1 kV). La red de tierra del sistema de herrajes del centro de transformación irá igualmente conectado a la red de tierras general.

Para la formación de las mallas de PaT se realizará un tendido perimetral del conductor de 35 mm2 alrededor de las estructuras de paneles de cada uno de los inversores, con tramos intermedios y en paralelo a las canalizaciones de corriente continua. La profundidad de la instalación de tierras será como mínimo de 50 cm.

Para la puesta a tierra de servicio de los transformadores y con el objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, el neutro del sistema de BT se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de herrajes de MT con un cable de cobre aislado (0,6/1 kV). El sistema de tierras se unirá mediante cable desnudo de cobre de 50 mm2.

Los báculos del sistema de CCTV, torre meteorológica, etc., irán conectadas a una pica individual en cada una de ellas y a la vez conectadas a la red de tierra general y al vallado.

4.9 OTROS

4.9.1 SERVICIOS AUXILIARES

La instalación fotovoltaica no queda completa sin la adición de una serie de elementos y servicios auxiliares que permiten un correcto funcionamiento de la misma durante todo el año. Se alimentarán eléctricamente una serie de consumos, denominados auxiliares, a través de una línea eléctrica, que partirá del Centro de Protección y Medida (CPM) al cual le instalaremos un transformador 15/0,4 kV de 15 kVA de potencia aparente y se tarificará en el contador bidireccional de la compañía distribuidora. Igualmente, en cada centro de transformación habrá un trafo BT/BT de 15 kVA.

4.9.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente.

Las cámaras se instalarán en lugares altos quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos. También permitirán el cambio automático de color a blanco y negro cuando las condiciones de luminosidad sean bajas.

Las lentes de las cámaras garantizarán imágenes nítidas y bien delineadas, por lo que los sistemas de lentes serán diseñados, dimensionados y configurados para operar en zonas en las que se ubicarán las cámaras, teniendo en cuenta la luminosidad del lugar, los requerimientos de zoom y las distancias mínima y máxima entre los objetos que se desean registrar y la cámara.

4.9.3 SISTEMA MONITORIZACIÓN (SCADA)

Para el control de la planta fotovoltaica y conocer su rendimiento, se instalará un sistema de monitorización que permita, vía internet, conocer la producción de los módulos fotovoltaicos, el estado de la planta, avisando en caso de que exista alguna alarma al personal encargado de su mantenimiento.

4.9.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica por instalar tiene como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Constarán de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Albedo
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

Adicionalmente se pueden incluir sensores de suciedad para colocar en las estructuras cercanas a cada estación.

4.9.5 EDIFICIOS

La planta fotovoltaica cuenta con un edificio de control para el personal de operación y mantenimiento y contará con un almacén.

El edificio constará con la suficiente superficie como para que las labores de control y supervisión se desarrollen de manera correcta albergando el correspondiente equipo e instalaciones para el uso del personal de operación y mantenimiento. El edificio dispone de:

- Almacén (Si aplicase)
- Centro de control y supervisión

4.9.6 POWER PLANT CONTROLLER (PPC)

La instalación solar dispondrá de un sistema de monitorización y control constituido por una red de tarjetas de comunicaciones instaladas en los inversores de la planta y un sistema de supervisión del funcionamiento del parque.

Adquirirá los datos de campo, los visualizará y almacenará.

Además, el sistema de control estará permanentemente comunicado con el sistema de control de la planta de manera que pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral del parque.

Con la información suministrada, se tendrá una visión completa del estado del parque y se podrá detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras para evitar la inutilización de equipos y evitar pérdidas de producción.

Se dispondrá de un sistema de control de planta que coordinará todos los inversores de la planta.

El controlador de la planta fotovoltaica (PPC), realizará las siguientes funciones:

- Gestionar la energía activa y reactiva para emparejar generación y consumo: El PPC permite regular potencia activa/reactiva en lazo abierto o cerrado. En lazo abierto, la potencia 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 disponible en planta.
- Control de Potencia-frecuencia: La potencia activa se puede ajustar automáticamente en respuesta a eventos de alta o baja frecuencia.
- Control del factor de potencia: Este modo de control se implementa en lazo cerrado. Sus entradas son la potencia activa medida y el valor ajustado de referencia de factor de potencia a obtener en dicho punto.
- Regular la tensión en el punto de acoplamiento: 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.
- Inyección de corriente reactiva durante las caídas de tensión o inmediatamente después de estas: La potencia reactiva se puede ajustar automáticamente en respuesta a eventos de alta o baja tensión.
- Inyectar / absorber la energía reactiva por la noche.
- Controlar la potencia activa, regulación de frecuencia, control en rampa.
- Controlar ocasionalmente equipos adicionales como bancos de condensadores, bobinas etc.

4.9.7 SEGURIDAD EN LAS MAQUINAS INSTALADAS

Toda la maquinaria que se proyecta instalar con motivo de esta instalación será nueva y por lo tanto cumplirá con los requisitos exigidos en la reglamentación técnica vigente de seguridad en las máquinas instaladas y en especial con lo dispuesto en el RD 1435/1992, de 27 de noviembre, y el Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, relativos a las disposiciones de aplicación del consejo 89/392/CEE. Cada máquina dispondrá de su manual de instrucciones y llevará de forma indeleble y legible como mínimo las siguientes indicaciones:

- Nombre y Dirección del Fabricante.
- Marcado CE y año de fabricación.
- Tipo y Número de fabricación.
- Potencia en kW.

5 LÍNEA DE INTERCONEXIÓN

La línea subterránea de Media Tensión de 15 kV conectará el centro de Transformación al CPM.

La línea comenzará y finalizará en los respectivos sistemas de celdas a las que se conecta.

El cable de la línea es el modelo **AL RH5Z1 12/20 kV 1x240 mm2**.

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

- Tensión de servicio (Us) ..... 15 kV
- Tensión de nominal (Un)..... 20 kV
- Tensión máxima (Um) ..... 24 kV
- Categoría de la red..... Tercera
- Frecuencia de la red..... 50 Hz
- Potencia máxima para transportar.....0,990 MVA
- Potencia en el punto de conexión .....0,800 MVA
- Cable …… .....AL RH5Z1
- Tramo :
  - ✓ Origen tramo ..... CT
  - ✓ Final tramo ..... CPM
  - ✓ Tipo de instalación.....Bajo tubo enterrado
  - ✓ Longitud tramo 1..... 14,41 m
- Tipo de montaje..... Simple Circuito
- Número de conductores por fase.....1
- Tipo de conexión a tierra.....Solid Bonding

5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA

5.2.1 CABLE DE POTENCIA

Las características del cable aislado subterráneo empleado en la línea eléctrica serán:



Figura 2 Detalle de cable de MT

- Denominación .....AL RH5Z1
- Sección ……. 240 mm2
- Aislamiento …..XLPE
- Material ……. ..... Aluminio
- Tª máxima de servicio del conductor (Régimen Permanente) 90ºC
- Tª máxima de servicio del conductor (Régimen Cortocircuito) 250ºC
- Tensión simple, Uo ..... 12 kV
- Tensión entre fases nominal, U ..... 20 kV
- Tensión máxima entre fases, Um ..... 24 kV
- Tensión a impulsos, Up 125kV
- Sección Pantalla (cobre) 16 mm2
- Diámetro del conductor .....28,2 mm
- Diámetro exterior del cable ….. .....36,0 mm
- Peso aproximado …. ..... 1.430 kg/km
- Radio mínimo de curvatura.....540 mm
- Intensidad máx. admisible al aire (40 °C) .....455 A
- Intensidad máx. admisible directamente enterrado .....345 A
- Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado .....320 A
- Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (conductor) .....22,6 kA
- Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (pantalla) .....2,99 kA
- Resistencia en corriente continua a 20 °C .....0,125 Ω/km
- Resistencia en corriente continua a 90 °C .....0,161 Ω/km
- Reactancia inductiva a 50 Hz.....0,106 Ω/km

6 LÍNEA DE EVACUACIÓN

6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La instalación objeto del presente proyecto queda definida por las siguientes características:

Compañía Distribuidora	E-DISTRIBUCION
Tensión nominal de la red [Un]	15 kV
Tensión nominal de diseño [Us]	20 kV
Tensión más elevada de la red [Um]	24 kV
Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Categoría de la línea	3ª
Potencia máxima para transportar	990 kVA
Denominación	AL RH5Z1
Intensidad de cortocircuito	16 kA
Duración de cortocircuito	0,5 sg
Número de circuitos trifásicos	1 circuito
Número de conductores por fase	Uno
Disposición de conductores	Tresbolillo
Tipo de instalación	Enterrado bajo tubo
Longitud Tramo (CPM a la SET)	344 m
Profundidad	0,8/1 m
Resistividad térmica	1,5 m K/W
Factor de potencia	0,9

6.2 DATOS DEL CONDUCTOR

Los conductores que se emplearán para la reforma de la LSMT estarán de acuerdo con la Norma UNE EN 50182 y a la norma de referencia de la distribuidora.

Los conductores a instalar tendrán las siguientes características:

Denominación	AL RH5Z1
Material	Aluminio
Sección	240 mm2
Sección de pantalla	16 mm2
Aislamiento	XLPE
Tensión simple, Uo	12 kV
Tensión entre fases nominal, U	20 kV
Tensión máxima entre fases, Um	24 kV
Tensión a impulsos, Up	125 kV
Resistencia Máx @90ºC	0,125 Ω/km
Reactancia por fase	0,106 Ω/km
Capacidad	0,306 µF/km
Temperatura máxima Servicio permanente (ºC)	90 ºC
Temperatura máxima Cortocircuito t≤5s (ºC)	250 ºC
Intensidad máxima enterrado bajo	320 A

6.3 CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Como cable de comunicaciones subterráneo se empleará un cable de fibra óptica dieléctrico, cuyas principales características son las siguientes:

- Tipo …….....OSGZ1
- Nº de fibras 24
- Diámetro del cable …… ..... < 16 mm
- Peso …… ..... < 280 kg/km
- Tensión máxima de tiro …… .....> 250 kg
- Resistencia a la compresión ……..... > 30 kg/cm
- Temperatura de operación ……..... -20 a +70º C

El cable de comunicaciones irá instalado a lo largo de todo su recorrido en el interior de un tubo de comunicaciones.

6.4 MÉTODO DE INSTALACIÓN

Los cables se instalarán a lo largo de su recorrido con las siguientes disposiciones, siendo las características de estas las siguientes:

- Tramo enterrado bajo tubo hormigonado: la profundidad hasta la parte superior del cable será de 0,9 metros, viéndose modificada según los requisitos del punto 4.2 de la ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008, modificando las características del terreno por las del hormigón empleado.

6.5 TERMINALES

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

- Terminaciones convencionales contráctiles o enfilables en frío, tanto de exterior como de interior: Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.
- Conectores separables: Se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

6.6 EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

En aquellos casos en los que requiera el uso de otro tipo de empalmes (cables de distintas tecnologías, etc.) será necesario el acuerdo previo de la compañía distribuidora.

6.7 PARARRAYOS

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099. Se tomará como referencia la norma de la compañía distribuidora.

6.8 TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Antes de la elección del trazado definitivo de la línea aérea se recopilará toda la información posible (en los Ayuntamientos, empresas de servicios públicos, etc.) acerca de otros servicios previamente existentes en la zona, como telefonía u otras redes de comunicación, agua, alcantarillado, gas, alumbrado público y otras redes eléctricas de media o baja tensión. Además, se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas particulares existentes en los cruzamientos o paralelismos con la nueva línea de alta tensión. Para la elección del trazado se tendrán en cuenta los siguientes principios:

- Viabilidad: Se tendrán en cuenta todos los factores que pueden hacer inviable un proyecto. Zonas restringidas, sobrevuelos no permitidos, parcelas no expropiables y condicionados de organismos oficiales. En las proximidades de aeropuertos se recabará información suficiente para comprobar su viabilidad.
- Calidad de servicio: Se minimizarán los emplazamientos con mayor probabilidad de fallos (zonas de alta contaminación, rayos, vandalismo, etc.).
- Minimización del Impacto Ambiental: Se evitará el paso por zonas protegidas y zonas arboladas. Se tratarán de minimizar los caminos largos de acceso a los apoyos y con pendientes pronunciadas.
- Facilidad para el mantenimiento: Se evitarán las zonas de mayor dificultad de acceso.

Teniendo en cuenta los criterios arriba mencionados, y con el objetivo de reducir en la mayor medida las posibles afecciones que puedan tener lugar en el recorrido de la línea eléctrica, se aplica lo siguiente:

- El trazado será lo más rectilíneo posible, y las curvas tendrán el mayor radio de curvatura posible para no dañar al cable.
- Alejar el trazado de los núcleos de población, teniendo en cuenta sus tendencias de expansión a medio y largo plazo y analizando el planeamiento vigente y las propuestas existentes.
- Evitar zonas que el planeamiento determine como suelo urbanizable, canteras o concesiones mineras.
- Evitar el paso por inmediaciones de enclaves de valor cultural, histórico-artístico o arqueológico.
- Evitar el paso por la proximidad de grandes superficies de agua, marismas y formaciones boscosas compuestas por especies autóctonas o de interés.
- Evitar, en lo posible, la afección a espacios naturales protegidos tales como Parque Nacionales, Zonas de Especial Protección para la Aves, etc. o zonas de alto valor ecológico no declaradas.
- Discurrir por zonas agrícolas menos productivas, o por áreas abiertas, rasas o abandonadas.
- Diseñar el trazado de forma que la línea se recorte contra un fondo opaco con el fin de reducir el impacto paisajístico.
- En caso de atravesar masas arboladas en las que sea necesario abrir una calle talando árboles, analizar la posibilidad de aprovechar cortafuegos existentes. Si no es posible, tratar de quebrar ocasionalmente la línea, dándole apariencia irregular para evitar el efecto túnel abierto a través de la masa forestal que resulta de otro modo.
- A igualdad de condiciones, elegir la línea más directa, sin fuertes cambios de dirección y con menos apoyos de ángulo.

En la fase de proyecto se efectuará el replanteo de la obra asegurándose de la inexistencia de obstáculos al emplazamiento previsto y se investigará la ausencia de impedimentos en el subsuelo mediante calas de reconocimiento. Asimismo, se utilizarán equipos de detección cuando la complejidad del trazado lo requiera o siempre que se considere conveniente. Se abrirán calas de reconocimiento en los sitios en los que se presuma que pueda haber servicios afectados, para confirmar o rectificar el trazado previsto y establecer la profundidad de dichos servicios.

Las catas tendrán una anchura mínima de 70 cm y una profundidad mínima de 10 cm superior a la de la excavación necesaria para la obra en el punto considerado.

Cada cata deberá registrarse y cada uno de los registros formará parte del informe sobre el trazado. Cada registro de cala contendrá, como mínimo, el nombre del proyecto, tramo, pozo Nº ubicación, punto kilométrico, situación respecto al eje de la línea, dimensiones, fecha de inspección, nombre del inspector, descripción del suelo y servicios localizados.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que durante las operaciones de tendido deben tener las curvas en función del diámetro del cable o cables que se vayan a canalizar y del tubo utilizado para la canalización.

Con toda la información cartográfica, de campo y la anteriormente mencionada, se elegirá un trazado siguiendo los siguientes criterios:

- Se respetarán los condicionados y normas particulares de los Organismos afectados en el trazado.
- Siempre las líneas discurrirán por terrenos de dominio público, solamente en casos excepcionales se admitirá la instalación en zonas de propiedad privada. Estos casos excepcionales de paso por zonas privadas tendrán que ser aceptados por REE antes de admitirse como tales.
- Cuando la línea discurra por zonas urbanas, el trazado irá preferentemente bajo calzada, en la proximidad de la acera y paralelo a los bordillos.
- En los casos excepcionales en que la solución racional, desde el punto de vista técnico y/o económico, implique la instalación de la línea en zona privada, además de las condiciones de carácter general, se gestionará, en cada caso, las condiciones especiales, técnicas y jurídicas, en orden a garantizar el acceso permanente a las instalaciones para la explotación y mantenimiento de estas, así como para atender el suministro de los futuros clientes. Las condiciones técnicas contemplarán anchura, profundidad, protección mecánica, señalizaciones internas y externas de las zanjas, tipo de pavimento, etc. En cualquier caso, la solución constructiva para pasos en zonas de propiedad privada se convendrá de mutuo acuerdo entre la propiedad, proyectista, director de obra y los servicios técnicos de la empresa.
- El trazado será lo más rectilíneo posible, y las curvas tendrán el mayor radio de curvatura posible para no dañar al cable.
- Como mínimo este radio de curvatura deberá ser mayor que los radios mínimos de curvatura a que se pueden someter tanto los cables que se van a colocar la tensión.

Se tendrán en cuenta los lugares donde se van a situar los empalmes, si son necesarios, para evitar que el metraje de las bobinas haga que estos se sitúen en lugares inconvenientes.

La tipología de zanja a utilizar esta reflejada en los planos de zanjas tipo.

6.9 OBRA CIVIL

6.9.1 CANALIZACIÓN

La instalación estará formada por circuitos enterrados en el interior de tubos. Por cada tubo pasará una terna de cables, colocándose un segundo tubo reserva. La zanja en la que van instalados los cables tendrá las dimensiones indicadas en el plano del presente proyecto.

La terna de tubos se montará dentro de la zanja sobre una capa de hormigón de 5cm de espesor. Los tubos se colocarán de tal manera que formen una estructura tipo tres bolillos y estarán están sujetos con una cinta fleje de acero inoxidable que se instalarán cada metro y medio.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocarán cuatro tubos corrugados de 40mm de diámetro exterior. Uno de estos tubos es para la instalación del cable aislado necesario en el tipo de conexión de las pantallas y el restante se utiliza para llevar los cables de fibra óptica. En los cambios de dirección se tendrá en cuenta que el radio de curvatura de tendido no será inferior a 20 veces el diámetro del cable. No se admiten ángulos inferiores a 90º. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de estos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de estas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.). Durante el trabajo de colocación de los tubos, se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de estos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera, para fijar los tubos y, otra, para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones, que van montados por encima y en contacto, de los tubos de los cables de potencia. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá a su hormigonado, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportarlos esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización, se rellenará la zanja en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% PM. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de

150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

La canalización de cruzamientos se mantendrá en todo momento a una profundidad mínima de 1,50 m, medido entre la rasante de la carretera y la parte superior del tubo que está más próximo a la superficie, también constará de dos cámaras de inspección en ambos lados de la carretera.

Estas cámaras se situarán fuera de la zona de dominio público de la carretera, es decir, a una distancia superior a 8 m, medidos a partir de la arista exterior de la explanación de esta. Sus superficies quedarán enrasadas con el terreno circundante con el fin de evitar obstáculos que puedan suponer riesgo para la seguridad viaria.

6.9.2 ARQUETAS DE EMPALME Y CAMBIO DE SENTIDO

Las arquetas prefabricadas y su montaje se tomarán como referencia la norma de la distribuidora.

Se pueden construir de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En todos los casos, deberá estudiarse por el Proyectista el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

Se construirán cámaras de empalme y de cambio de sentido tipo A2 REGISTRABLES. Se ajustarán a la pendiente del terreno con un máximo del 10%. Las dimensiones de la cámara de empalme serán 2,40 m (ancho) x 4 m (largo) x 1,90 m (alto). Las dimensiones de la arqueta de cambio de sentido serán 0,90 m (ancho) x 1,45 m (largo) x 1,57 m (alto).

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de estos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones exclusivo para ello.

6.9.3 ARQUETAS DE TELECOMUNICACIONES

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, y como ayuda para el tendido de estos, se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones. En la fase de ingeniería de detalle, deberá indicarse la ubicación de estas arquetas que sean necesarios para la línea en cuestión, en función de las características particulares de su trazado.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los cables de potencia para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de empalme desde la zanja tipo conjunta de cables de potencia y de telecomunicaciones hasta las arquetas de telecomunicaciones.

6.9.4 SEÑALIZACIÓN

Tanto en los tramos intermedios como en los puntos extremos de la instalación, se identificarán inequívocamente todos los cables tanto por circuito como por fase.

En el exterior y a lo largo de las canalizaciones se colocarán hitos y/o placas de señalización a una distancia máxima de 50m entre ellos, teniendo la precaución que desde cualquiera se vea, al menos, el anterior y el posterior. Se señalizarán también los cambios de sentido del trazado. En los trazados curvos, se señalizará el inicio y final de la curva y el punto medio. En las placas de identificación se troquelará la tensión del cable y la distancia a la que transcurre la zanja y su profundidad.

6.10 PUESTA A TIERRA

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento es "solid bonding" o sistema de conexión rígida a tierra en el que las pantallas se encuentran conectadas a tierra en ambos extremos.

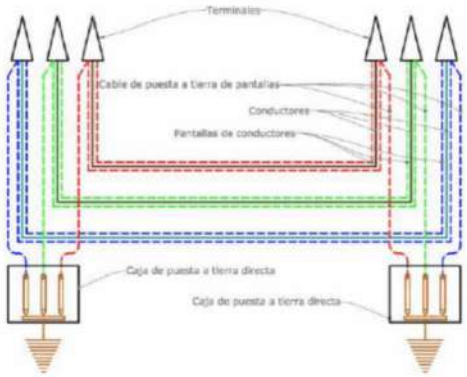


Figura 3.Detalle conexionado de PaT de las pantallas "solid bonding".

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero. Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea y en cada uno de los empalmes de esta.

Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí y a tierra.

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes por las pantallas en régimen permanente. Estas corrientes inducidas por los conductores originan calor, con la consiguiente disminución de la capacidad de transporte considerada en los cálculos eléctricos de selección del cable.

Como condiciones de instalación preferentes, se colocarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.

En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

6.11 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, las correspondientes Especificaciones Particulares de E-DISTRIBUCION aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

6.11.1 CALLES Y CARRETERAS

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6m.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

6.11.2 FERROCARRILES

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo

En todo caso, se tiene en cuenta lo especificado por la correspondiente autorización del gestor de la infraestructura ferroviaria.

6.11.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS

A. <u>Cruzamientos</u>

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

B. Paralelismos

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

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de alta tensión. del mismo nivel de tensión, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

6.11.4 TELECOMUNICACIONES

En cruzamientos y en paralelismos con cables telefónicos, y caso de existir convenios con las distintas compañías telefónicas, deberá tenerse en cuenta lo especificado en los correspondientes acuerdos. En caso contrario, se siguen los siguientes criterios.

A. Cruzamientos

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

B. Paralelismos

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

6.11.5 CONDUCCIONES DE AGUA

A. Cruzamientos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada Resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

B. Paralelismos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

6.11.6 CONDUCCIONES DE GAS

A. Cruzamientos

En los cruces de la línea subterránea de alta tensión con canalizaciones de gas se mantienen las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla.

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

Tabla 8: Distancias mínimas en cruzamientos con conducciones de gas.

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria	
En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m	**Canalizaciones y acometidas**
En media presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m	
En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m	**Acometida interior***
En media presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m	

*Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretender proteger, de acuerdo con la siguiente figura:

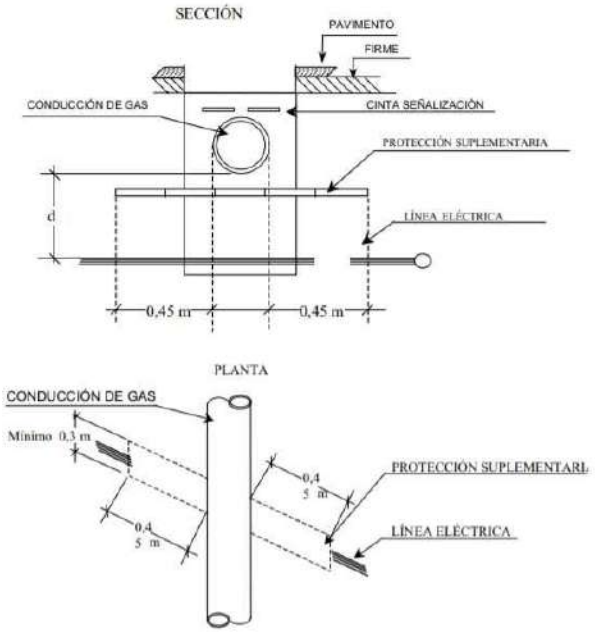


Figura 4: Cruzamiento con canalizaciones de gas.

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo por lo que no es necesaria una protección adicional entre la conducción de gas y la conducción eléctrica siempre que se cumpla la distancia mínima reglamentaría.

B. Paralelismos

En los paralelismos de líneas subterráneas de alta tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla. Esta protección suplementaria que colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada Resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Tabla 9 Distancias mínimas en paralelismos con conducciones de gas

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria	
En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m	**Canalizaciones y acometidas**
En media presión ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m	
En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m	**Acometida interior***
En media presión ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m	

*Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

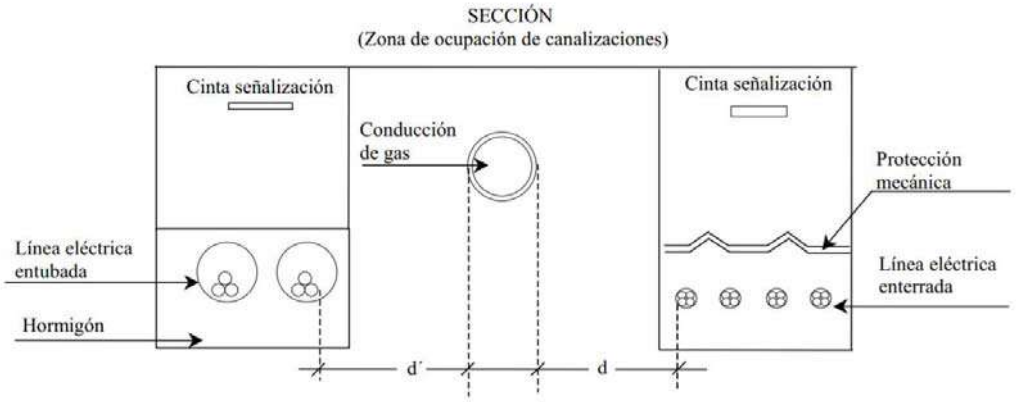


Figura 5: Paralelismo con canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1m. Se asegurará la ventilación de los conductos, galerías y registros de los cables para evitar la posibilidad de acumulación de gases en ellos. En todo momento se evitará la colocación de los cables eléctricos sobre la proyección vertical del conducto de gas, debiendo quedar dicho cable por debajo de la conducción de gas en caso de necesidad.

6.11.7 ALCANTARILLADO

A. Cruzamientos

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 40 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140mm.

B. Paralelismos

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalará una protección con placas de PVC entre cables y alcantarillado.

6.11.8 RESUMEN

En la Tabla siguiente se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

Tabla 10: Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades es la del reglamento.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será: ≥ 0,60 m El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
Ferrocarriles	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será: ≥ 1,10 m El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud
Otros cables de energía eléctrica	Distancia entre cables: ≥ 0,25 m La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.	Distancia entre cables de MT de una misma empresa: ≥ 0,20 m Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas: ≥ 0,25 m	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Cables de telecomunicación	Distancia entre cables: ≥ 0,20 m La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.	Distancia entre cables: ≥ 0,20 m	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y canalización: ≥ 0,20 m Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: ≥ 0,20 m En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometidas de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria ≥ 0,40 m Con protección suplementaria ≥ 0,25 m En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,25 m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar. AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,15 m	

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios: ≥ 0,30 m .		Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometida interior de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,20 m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,10 m protección suplementaria el propio tubo. AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,20 m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,10 m AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.		Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será: ≥ 1,20 m La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.		Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica.

7 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La imposición de servidumbre de paso subterráneo de energía por el establecimiento de la línea eléctrica subterránea, con el alcance y efectos establecidos en el art. 57 de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico (LSE), así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el 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, y en 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, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

Los tipos de afecciones motivadas por la construcción de las instalaciones proyectadas son las siguientes:

- Servidumbre Permanente (SP): Es la superficie en la que, debido a la línea eléctrica, no se puede plantar árboles, construir edificios ni instalaciones industriales. Área ocupada por el ancho de la canalización más la mitad de la anchura de la canalización a cada lado de la misma como mínimo, según apartado 5.1 de la ITC-LAT 06. De cara a la realización del cálculo de la RBDA se han utilizado la superficie conformada por una franja de 3 m de ancho, es decir 1,5 metros desde el eje de la zanja.

- Servidumbre Temporal (ST): Se considerará la superficie necesaria para construir la línea, que no esté incluida en la superficie considerada en la servidumbre permanente de paso. La superficie utilizada para efectos del cálculo de la RBDA, es aquella conformada por una franja de 4,5 m de ancho a cada lado de la servidumbre permanente (SP).

Así mismo, y en virtud de lo dispuesto en el art. 57 de la Ley 24/2013 (LSE), la servidumbre de paso aéreo y subterráneo de energía eléctrica comprende el libre acceso al predio sirviente, de personal y elementos o maquinaria necesaria para la construcción, vigilancia, conservación y reparación de las instalaciones eléctricas proyectadas, sin perjuicio de la indemnización que, en su caso, pudiera corresponder al titular de los terrenos con motivo de los daños que por dichas causas se ocasionaren.

Las parcelas catastrales afectadas quedan recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 11: Relación de bienes afectados

RBDA								
ITEM	**CATASTRO**	**POLIGONO**	**PARCELA**	**PROVINCIA**	**MUNICIPIO**	**LONGITUD (m)**	**SERVIDUMBRE PERMANENTE (m2)**	**SERVIDUMBRE TEMPORAL (m2)**
1	07047A00900215	9	215	ILLES BALEARS	SENCELLES	5,694	8,5904	65,1132
2	07047A00909118	9	9118	ILLES BALEARS	SENCELLES	187,501	282,8803	710,3768
3	07047A00900182	9	182	ILLES BALEARS	SENCELLES	151,17	228,0678	2279,7099
4	07047A00900214	9	214	ILLES BALEARS	SENCELLES	-	-	448,4114

8 PUNTO DE CONEXIÓN

8.1 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO CONEXIÓN

El punto de conexión será en el tramo de M.T. ubicado CD 15636 a reformar a SF6 de la Línea de M.T. ANCORA perteneciente a la SET S.MARIA.

Las coordenadas **UTM ETRS89** Huso **31** de la ubicación del mismo son:

- **X = 486.206,41m E**
- **Y = 4.388.883,31m N**

8.2 SUBESTACIÓN DEL PUNTO DE CONEXIÓN

La descripción de la subestación del punto de conexión es la siguiente:

- Distribuidora .....ENDESA
- Denominación .....SMARIA
- Identificación .....N/A
- Tensión ..... 15 kV
- Término Municipal (T.M.) ..... SANTA MARIA DEL CAMÍ
- Provincia .....ILLES BALEARS

Las coordenadas **UTM ETRS89** Huso **31** de la ubicación de la misma es:

- **X = 483.353,697 m E**
- **Y = 4.389.293,726 m N**

9 RECURSO SOLAR

Con el objetivo de estimar la energía solar que la planta fotovoltaica recibiría durante un año, se realiza un análisis del recurso solar. En este caso se ha utilizado el programa PVsyst para estimar estos valores. Por otro lado, para los datos meteorológicos se ha tomado la base de datos de PVGIS.

La previsión anual de producción energética es de **2.003,006 MWh/año**. Los resultados del análisis del recurso solar aparecen en el anexo.

10 AFECCIONES

A continuación, las afecciones que se encuentran en este proyecto:

10.1 CAMINOS EXISTENTES

Según la parcela en la que se ubicará la planta fotovoltaica, hay un camino existente el cual es colindante con la parcela. Se ha respetado un retranqueo de 10 metros a cada lado del camino para la colocación del vallado.

11 ORGANISMOS AFECTADOS

Una vez estudiada la ubicación de la planta y la línea de evacuación para llevar a cabo la identificación de los posibles organismos afectados, se han identificado las siguientes afecciones:

- AYUNTAMIENTO DE SENCELLES
- DISTRIBUIDORA E-DISTRIBUCION (ENDESA).
- CONSELL DE MALLORCA. DEPARTAMENTO DE TERRITORIO, MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURA
- REE
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS ISLAS BALEARES
- TELEFONIA

Para cada una de ellas se redactará la correspondiente separata según lo indicado en el Real Decreto 1955/2000, que se presentará al organismo afectado para la tramitación de la autorización correspondiente.

12 CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que el presente proyecto se encuentra suficientemente detallado. De esta manera se remite la documentación a los organismos oficiales competentes para que pueda ser evaluado, con el fin de obtener las aprobaciones y permisos correspondientes.

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN**	**REALIZADO**	**REVISADO**	**APROBADO**
0	25/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

1 CRITERIOS DE DISEÑO 1

1.1 DATOS CLIMATOLÓGICOS 1
1.2 DIMENSIONAMIENTO DE CABLES 1
1.3 CONDICIONES PARA LA PUESTA A TIERRA: 1
1.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA JOULE 1
1.5 TEMPERATURA DEL CONDUCTOR 2
1.6 CONDUCTIVIDAD Y RESTIVIDAD ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN 2

2 CÁLCULO DE SECCIONES 3

2.1 CÁLCULO DE SECCIONES EN CC (BT) 3
2.1.1 INTENSIDAD MÁXIMA 3
2.1.2 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE 3
2.1.2.1 FACTORES DE CORRECCIÓN 4
2.1.3 CAÍDA DE TENSIÓN 5
2.1.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA 6
2.1.5 PROTECCIONES 6
2.2 CÁLCULO DE SECCIONES EN CA (BT) 7
2.2.1 INTENSIDAD MAXIMA 7
2.2.2 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE 7
2.2.2.1 FACTORES DE CORRECCIÓN 8
2.2.3 CAIDA DE TENSION 8
2.2.4 PERDIDAS DE POTENCIA 9
2.2.5 PROTECCIONES 10
2.3 CÁLCULO DE SECCIONES EN CA (MT) 12
2.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR 12
2.3.2 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 12
2.3.2.1 FACTORES DE CORRECCIÓN 13
2.3.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN EL CABLE 15
2.3.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN LAS PANTALLAS 16
2.3.5 CAÍDA DE TENSIÓN 17
2.3.6 PÉRDIDA POTENCIA EFECTO JOULE 17
2.4 RESULTADOS OBTENIDOS 18

3 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA GENERAL 19

4 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 21

4.1 INTENSIDAD EN MEDIA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA 21
4.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA 21
4.3 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE SS.AA 21
4.4 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 22
4.4.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PRIMARIO 22
4.4.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO 22
4.5 DIMENSIONADO Y COMPROBACIONES 23
4.5.1 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 23
4.5.2 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 23
4.5.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 23
4.5.4 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO 23
4.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 23
4.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT Y BT 24
4.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN 24
4.5.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 24
4.6 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 25
4.6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS 25
4.6.2 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO 26
4.6.3 CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO DEFECTO 27
4.6.4 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA 27
4.6.5 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA 28
4.6.6 CÁLCULO DE TIEMPO DE ACTUACIÓN DE LAS PROTECCIONES (ENDESA) 32
4.6.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN 33
4.6.8 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO Y PASO APLICADA 34
4.6.9 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS 35
4.6.10 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR (Si aplicase) 36

4.6.11 GARANTÍA DE ELIMINACIÓN DE LA FALTA 36
4.6.12 JUSTIFICACIÓN RED DE TIERRAS 37
4.7 PUESTA A TIERRA PANTALLAS 37
4.8 CAMPOS MAGNÉTICOS 37
4.8.2 CAMPO MAGNETICO GENERADO POR EL CONDUCTOR TRENZADO 39
4.8.3 ENSAYOS Y PRUEBAS 41
4.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD 42
5 CÁLCULO CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM) 42
6 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION 43
6.1 DATOS INICIALES 43
6.2 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL CONDUCTOR 44
6.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 44
6.3.1 FACTORES DE CORRECCIÓN 45
6.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN EL CABLE 47
6.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN LAS PANTALLAS 48
6.6 CAÍDA DE TENSIÓN 49
6.7 PÉRDIDA POTENCIA EFECTO JOULE 50
6.8 RESULTADOS 50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Conductividad en función del material y temperatura. 3
Tabla 2 Resistividad en función del material y la temperatura. 3
Tabla 3 Temperaturas máximas de los conductores de BT. 3
Tabla 4 Temperaturas máximas de los conductores de BT. 7
Tabla 5 Resistencia y Reactancia de los conductores HEPR 12
Tabla 6 Resistencia y Reactancia de los conductores XLPE 12
Tabla 7 Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores 12
Tabla 8 Intensidades máximas admisibles en conductores de aluminio. 13
Tabla 9 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta a 25º C 13
Tabla 10 Factor corrector por agrupación de cables 14
Tabla 11 Factor corrector para resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K· m/W. 14
Tabla 12 Resistividad térmica del terreno 14
Tabla 13 Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento 15
Tabla 14 Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA 16
Tabla 15 Valores de resistividad eléctrica según el terreno 26
Tabla 16 Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (Uca) 34
Tabla 17: Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300Ghz, valores rms imperturbados). 38
Tabla 18: Resultados obtenidos tras el cálculo del campo magnético para cada fase. 41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Valores Uca en función de la duración de la corriente de falta. 34
Figura 2: Esquema del campo mágnetico generado por un punto cualquiera del conductor y el punto P. 38
Figura 3: Esquema de conductores y punto P. 39
Figura 4: Circuito trifásico equilibrado. 40
Figura 5: Esquema de la instalación y el punto P considerados para el cálculo. 41

1 CRITERIOS DE DISEÑO

1.1 DATOS CLIMATOLÓGICOS

Los datos climatológicos y ambientales considerados para el cálculo de los cables son:

- Rango de temperatura ambiente.....0°C a +34°C
- Altura sobre nivel del mar ..... 116 metros
- Albedo..... 15%

1.2 DIMENSIONAMIENTO DE CABLES

- Para conductores instalados al aire:
  - Cable solar/expuesto al sol: Temperatura ambiente 60°C
  - Resto de cables: Temperatura ambiente máxima
- Para conductores instalados subterráneos (CA/CC):
  - Temperatura del suelo: 27°C
  - Resistividad térmica del terreno: 1,5 Km/W
- Factor de potencia: 0,9
- Factor de bifacialidad: 16,9 %
- La intensidad de cortocircuito máxima para la MT que se ha considerado es de 16 kA.

1.3 CONDICIONES PARA LA PUESTA A TIERRA:

- La resistividad del terreno se ha considerado de 200 Ω·m teniendo en cuenta la naturaleza del terreno.
- El valor de la resistencia del neutro debe ser menor a 37 Ω.
- El valor de la resistencia de protección debe ser menor a 50 Ω.

1.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA JOULE

Se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño:

- Caída de tensión máxima en el lado de corriente continua del 1,5% por cada tramo individual. La caída de tensión promedio será de 1,5%.
- Caída de tensión máxima en el lado de corriente alterna (BT) del 3% por cada tramo individual. La caída de tensión promedio será de 1,5%.
- Caída de tensión máxima en el lado de corriente alterna (MT) del 1% por cada tramo individual. La caída de tensión promedio será de 0,5%.
- Pérdidas por efecto joule en el lado de corriente continua (BT) del 1,5%
- Pérdidas por efecto joule en el lado de corriente alterna (BT) del 1,5%
- Pérdidas por efecto joule en el lado de corriente alterna (MT) del 0,5%
- El valor de la Resistividad Eléctricas parte de la suposición de tener el cable a la resistencia real del conductor en el caso de BT (CC/AC) y a la temperatura máxima del conductor para MT.

NOTA: Una vez se realice el estudio geotécnico se rediseñará los cálculos acordes a los resultados obtenidos.

1.5 TEMPERATURA DEL CONDUCTOR

La temperatura del conductor será calculada mediante la siguiente expresión:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{adm}}\right)^2$$

- T = Temperatura del conductor (°C).
- T_0 = Temperatura ambiente (°C):
  - Cables enterrados = 25°C
  - Cables al aire = 60°C
- T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
  - XLPE= 90°C
  - HEPR = 105°C
  - PVC = 70°C
  - Barras Blindadas = 85°C
- I = Intensidad del sistema teniendo en cuenta la ganancia bifacial, si es necesario (A).
- Iadm = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

1.6 CONDUCTIVIDAD Y RESTIVIDAD ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

A continuación, se detalla la fórmula para el cálculo de la conductividad eléctrica para cualquier temperatura.

$$\gamma = \frac{1}{\sigma}$$

$$\sigma_T = \sigma_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Donde:

- γ = Conductividad del conductor a la temperatura T (m/Ω·mm²).
- σ = Resistividad del conductor a la temperatura T (Ω·mm²/m).
- σ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.
  - Cu = 1/58 = 0,0172 Ω·mm²/m [IEC28 (UNE20003)]
  - Al = 1/35,71 = 0,028 Ω·mm²/m [IEC 121 (UNE 21096)]
- α= Coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura:
  - Cu = 0,00393 (1/254.45) [°C^{-1}]
  - Al = 0,00403 (1/248) [°C^{-1}]
- ΔT = Diferencia entre la temperatura del conductor y 20°C.

A continuación, se adjuntan los valores de conductividad y resistividad a diferentes temperaturas y materiales.

Tabla 1 Conductividad en función del material y temperatura.

MATERIAL	20° C	CONDUCTIVIDAD (γ) [m/Ω·mm²]	
		PVC (TERMOPLÁSTICO)	XLPE (TERMOESTABLE)
		70° C	90° C
Cobre	58	48,47	45,49
Aluminio	35,71	29,67	27,8

Tabla 2 Resistividad en función del material y la temperatura.

MATERIAL	20° C	RESISTIVIDAD (ρ) [Ω·mm²/m]	
		PVC (TERMOPLÁSTICO)	XLPE (TERMOESTABLE)
		70° C	90° C
Cobre	0,0172	0,0206	0,0220
Aluminio	0,0280	0,0337	0,0360

2 CÁLCULO DE SECCIONES

2.1 CÁLCULO DE SECCIONES EN CC (BT)

2.1.1 INTENSIDAD MÁXIMA

La fórmula empleada para los circuitos de corriente continua es la siguiente:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

- I = Intensidad (A).
- P = Potencia total distribuida en el tramo (W).
- V = Tensión de alimentación del tramo (V).

En el caso de CC se tomará la Isc del módulo en condiciones STC.

Por seguridad, se tomará un valor para los cálculos un 125% de la máxima intensidad del generador, cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT 40 para instalaciones generadoras.

2.1.2 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente de los conductores de baja tensión seleccionados para el presente proyecto dependen, en cada caso, de la temperatura máxima que su aislamiento pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Estas temperaturas son en función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla siguiente:

Tabla 3 Temperaturas máximas de los conductores de BT.

TIPO DE AISLAMIENTO CONDUCTORES BT	TEMPERATURA MÁXIMA CONDUCTOR (°C)	
	SERVICIO PERMANENTE	CORTOCIRCUITO
Conductor tipo H1Z2Z2-K (Compuesto Reticulado)	90	250

Las condiciones del tipo de instalación y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

La intensidad admisible de un cable determinada por las condiciones de instalación deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en el punto anterior.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible se ha tomado como referencia la situación en la que el método de instalación sea el más desfavorable de toda la planta solar.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible de cables solar al aire se ha recurrido a la norma EN 50618, para el resto se ha tomado como referencia los valores de las corrientes máximas admisibles que recoge la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 para cada tipo de instalación, ir a [Tablas B.52.2/13 y Tablas C.52.2 y C.52.2.bis].

2.1.2.1 FACTORES DE CORRECCIÓN

La capacidad de corriente de un cable se ve afectada por el tipo de instalación, las condiciones ambientales y por los circuitos con los que comparte canalización. Esta intensidad depende de la capacidad de disipación de calor del conductor, y de los agentes externos en los que se encuentra canalizado, de forma que habrá de hacer correcciones a la corriente admisible al conductor seleccionado, para asegurar que no se superan los límites térmicos del cable en las condiciones de instalación.

Para seleccionar una sección de conductor usaremos la siguiente expresión:

$$Iz\ corregida = Iz \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_{EXTRA}$$

Donde:

- Iz corregida = Intensidad máxima admisible por el cable corregida por los coeficientes.
- Iz = Intensidad máxima admisible por el cable. Esta vendrá definida según el punto anterior.

Donde:

- K_1 = Coeficiente por corrección por temperatura.
    1) En el caso de que la instalación sea al aire, el factor de corrección por temperatura es 1, ya que la intensidad máxima admisible del conductor en la norma EN 50618 ya viene aplicado el coeficiente de reducción por temperatura a 60ºC. En el caso de temperaturas diferentes a 60ºC se hace uso de la tabla A.4 de la misma norma.
    2) En el caso de que la instalación sea al enterrada, ir a [Tabla B.52.17]
- K_2 = Coeficiente por corrección por Agrupamiento:
    1) En el caso de que la instalación sea al aire, ir a [Tabla B.52.17]
    2) En el caso de que la instalación sea al enterrada, ir a [Tabla B.52.18/19]
- K_3 = Coeficiente por corrección por Resistividad Térmica, ir a [Tabla B.52.16]

- K_4 = Coeficiente por corrección por varias fases por circuito o varios circuitos en un mismo tubo (Se toma como referencia la normativa IEC 60364-5-52, punto B.52.5.1): *"El factor de reducción por agrupamiento que está dentro de la seguridad, para un grupo que contiene diferentes tamaños de conductores aislados o cables en sistemas de tubos, sistemas de canales o sistemas de conductos cerrados de sección no circular, es:*

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Donde:

- *F: es el factor de reducción por agrupamiento;*
- *n: es el número de cables multipolares o el número de circuitos en el grupo.*

2.1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

La expresión que permite el cálculo de la caída de tensión en la línea es la siguiente:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot R}{n}$$

Siendo:

- ΔV = Caída de tensión (V).
- I = Intensidad máxima (A). Se considerará la Impp en condiciones STC. En el caso de que sea modulo bifacial tener en cuenta la ganancia bifacial.
- L = Longitud de la línea (km). L es la distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión y no debe confundirse con la longitud que totalizan los conductores involucrados.
- R = Resistencia del conductor (Ω/km). Para obtener este valor será necesario seguir el procedimiento de cálculo descrito en el primer apartado del presente documento, en el cual se ha calculado la resistividad del conductor, σ [Ω ·mm^2/m], pudiéndose obtener el valor buscado de resistencia una vez conocida la sección del cable, S (mm^2):

$$R = \frac{\sigma}{S}\ [\Omega/km]$$

- n = Número de conductores por fase.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V}$$

Siendo:

- ΔV (%) = Caída de tensión porcentual.
- V = Tensión de la línea (V). Se considerará la Vmpp en condiciones STC del módulo.

2.1.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA

La expresión que permite el cálculo de la pérdida de potencia en la línea es la siguiente:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot I^2 \cdot L \cdot R}{n}$$

Siendo:

- ΔP = Pérdida de potencia por efecto joule (W).
- I = Intensidad máxima (A). Se considerará la Impp en condiciones STC. En el caso de que sea modulo bifacial tener en cuenta la ganancia bifacial.
- L = Longitud de la línea (km).
- R= Resistencia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P \cdot 100}{P}$$

Siendo:

- ΔP (%) = Pérdida de potencia por efecto joule porcentual.
- P = Potencia total de la línea (W). Se considera en condiciones STC del módulo.

2.1.5 PROTECCIONES

Al ser un inversor string y no haber cajas de nivel las protecciones ya vienen incluidas en el inversor.

2.2 CÁLCULO DE SECCIONES EN CA (BT)

2.2.1 INTENSIDAD MAXIMA

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la siguiente ecuación:

CIRCUITOS MONOFÁSICOS

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

CIRCUITOS TRIFÁSICOS

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

Donde:

- I = Intensidad (A). En este caso, se debe considerar la intensidad nominal del inversor de string escogido.
- P = Potencia total distribuida en el tramo (W).
- V = Tensión de alimentación del tramo (V).
- Cos Φ = Factor de potencia.

2.2.2 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente de los conductores de baja tensión seleccionados para el presente proyecto dependen, en cada caso, de la temperatura máxima que su aislamiento pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Estas temperaturas son en función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla siguiente:

Tabla 4 Temperaturas máximas de los conductores de BT.

TIPO DE AISLAMIENTO CONDUCTORES BT	TEMPERATURA MÁXIMA CONDUCTOR (°C)	
	SERVICIO PERMANENTE	CORTOCIRCUITO
Conductor tipo AL XZ1 (S) (Compuesto Reticulado)	90	250

Las condiciones del tipo de instalación y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible se ha tomado como referencia los valores de las corrientes máximas admisibles que recoge la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 para cada tipo de instalación, ir a [Tablas B.52.2/13 y Tablas C.52.2 y C.52.2.bis]

2.2.2.1 FACTORES DE CORRECCIÓN

Son los mismos que los definidos para el cálculo de Corriente Continua.

2.2.3 CAIDA DE TENSION

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta V = \frac{k \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot sen\phi)}{n}$$

Siendo:

- ΔV = Caída de tensión (V).
- k = Constante igual a 2 para sistema monofásicos y bifásicos y √3 para sistemas trifásicos.
- I = Intensidad permanente nominal (A).
- L = Longitud de la línea (km).
- R = Resistencia del conductor (Ω/km).
- X = Reactancia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase
- Cos Φ = Factor de potencia.
- Φ = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente. Para el caso de corriente continua es 0°. Sólo aplica en corriente alterna.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V}$$

Siendo:

- ΔV (%) = Caída de tensión porcentual.
- V = Tensión de la línea (V).

El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por la IEC 60287.

2.2.4 PERDIDAS DE POTENCIA

La determinación de la sección en función de la pérdida de potencia por efecto joule se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta P = \frac{k \cdot I^2 \cdot L \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot sen\phi)}{n}$$

Siendo:

- ΔP = Pérdida de potencia por efecto Joule (W).
- k = Constante igual a 2 para sistema monofásicos y bifásicos y 3 para sistemas trifásicos.
- I = Intensidad permanente nominal (A).
- L = Longitud de la línea (km).
- R = Resistencia del conductor (Ω/km).
- X = Reactancia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase
- Cos ϕ = Factor de potencia.
- ϕ = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente. Para el caso de corriente continua es 0º. Sólo aplica en corriente alterna.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P \cdot 100}{P}$$

Siendo:

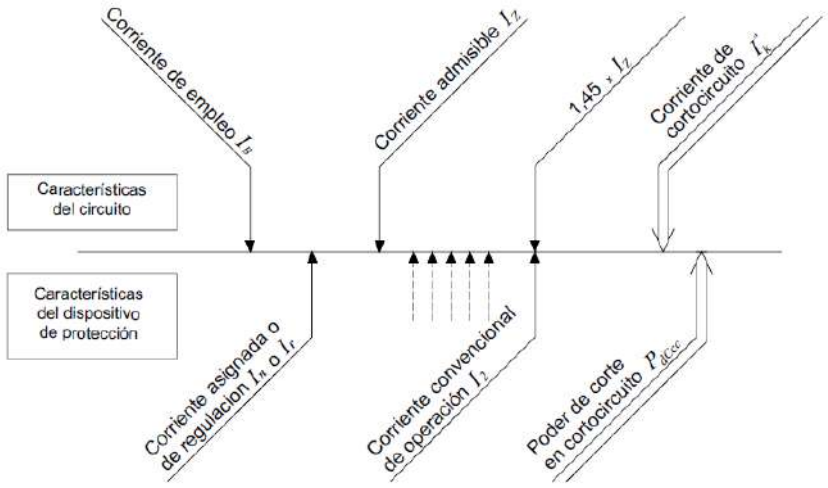
- ΔP (%) = Pérdida de potencia por efecto joule porcentual.
- P = Potencia total de la línea (V).

El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por la IEC 60287.

2.2.5 PROTECCIONES

En todas las instalaciones, deben ser previstos dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores de un circuito antes que pueda provocar un daño por calentamiento a la aislación, a las conexiones, a los terminales o al ambiente que rodea a los conductores.

A continuación, un resumen de la coordinación entre los conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas.



La norma IEC 60364-4-43 "Electrical installation of buildings - Protection against overcurrent" especifica que se realice la coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección contra sobrecargas (generalmente puestos al inicio de la conducción que debe protegerse), de modo que se cumplan las dos siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_Z$$

Donde:

- Ib = Corriente máxima de proyecto.
- In = Corriente asignada o nominal del dispositivo de protección.
- Iz = Intensidad de corriente admisible en régimen permanente por los cables o conductores a proteger.
- I2 = Intensidad de corriente que asegure el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo convencional de actuación en las condiciones definidas; I2 está definida en la norma del producto o puede ser obtenida del fabricante.

Se va a proceder con el siguiente procedimiento que se detalla a continuación.

1) Determinación de la corriente de proyecto Ib. Ésta será la Intensidad de diseño.
2) Determinación de la corriente de proyecto Iz
3) Comprobación Ib ≤ Iz
4) Determinación de la I2
5) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección In

6) Comprobación I2 ≤ 1,45 Iz. (En el caso de interruptores automáticos no hace falta que se realice la comprobación de la condición)

7) Si no se cumple esta condición (I2 ≤ 1,45 Iz), deberá adoptarse una sección superior.

- I2 = Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de los pequeños interruptores automáticos (PIA) conforme a IEC 60898:

  I2 = 1,45 x In Para In ≤ 63A (tiempo convencional 1 hora)

  I2 = 1,45 x In Para In ≤ 63A (tiempo convencional 2 horas)

- I2 = Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de los interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2:

  I2 = 1,3 x In Para In ≤ 63A (tiempo convencional 1 hora)

  I2 = 1,3 x In Para In ≤ 63A (tiempo convencional 2 horas)

- I2 = If = Intensidad de corriente de fusión de los fusibles, según IEC 60269 para:

In ≤ 4A	en tiempo convencional 60 minutos I2 = 2,1 x In
4A < In ≤ 16	en tiempo convencional 60 minutos I2 = 1,9 x In
16A < In ≤ 63A	en tiempo convencional 60 minutos I2 = 1,6 x In
63A < In ≤ 160A	en tiempo convencional 120 minutos I2 = 1,6 x In
160A < In ≤ 400A	en tiempo convencional 180 minutos I2 = 1,6 x In
In ≥ 400A	en tiempo convencional 240 minutos I2 = 1,6 x In

A modo de ejemplo, para el primer último caso quedaría: 1,6·In ≤ 1,45·Iz, lo que es lo mismo, al dividir, In ≤ 0,9·Iz.

2.3 CÁLCULO DE SECCIONES EN CA (MT)

2.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

Los valores de resistencia y reactancia para los valores a la temperatura máxima son:

Tabla 5 Resistencia y Reactancia de los conductores HEPR

HEPR				
Tensión Nominal [kV]	Sección	Resistencia Máx. a 105ºC Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad µF/km
12/20	240	0,169	0,105	0,453
	400	0,107	0,098	0,536
18/30	240	0,169	0,113	0,338
	400	0,107	0,106	0,401
	630	0,062	0,096	0,443

Tabla 6 Resistencia y Reactancia de los conductores XLPE

XLPE				
Tensión Nominal [kV]	Sección Conductor [mm2]	Resistencia Máx. a 90ºC Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad µF/km
12/20	240	0,162	0,101	0,295
	400	0,102	0,09	0,39
18/30	240	0,162	0,102	0,221
	400	0,102	0,097	0,286
	630	0,061	0,098	0,437

2.3.2 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente de los conductores de baja tensión seleccionados para el presente proyecto dependen, en cada caso, de la temperatura máxima que su aislamiento pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Estas temperaturas son en función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla siguiente:

Tabla 7 Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente θs	Cortocircuito t ≤5s θcc
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Policloruro de vinilo (PVC)	70	160

Las condiciones del tipo de instalación y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

La intensidad admisible de un cable determinada por las condiciones de instalación deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la

intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en el punto anterior.

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-06 (Tabla 12 y 13) para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla siguiente.

Tabla 8 Intensidades máximas admisibles en conductores de aluminio.

Sección Conductor [mm2]	Al aire		Bajo tubo	
	Aislamiento		Aislamiento	
	XLPE	HEPR	XLPE	HEPR
240	455	495	345	365
400	610	660	390	410
630	835	905	535	588

2.3.2.1 FACTORES DE CORRECCIÓN

La capacidad de corriente de un cable se ve afectada por el tipo de instalación, las condiciones ambientales y por los circuitos con los que comparte canalización. Esta intensidad depende de la capacidad de disipación de calor del conductor, y de los agentes externos en los que se encuentra canalizado, de forma que habrá de hacer correcciones a la corriente admisible al conductor seleccionado, para asegurar que no se superan los límites térmicos del cable en las condiciones de instalación.

Para seleccionar una sección de conductor usaremos la siguiente expresión:

$$Iz\ corregida = Iz \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Donde:

- Iz corregida = Intensidad máxima admisible por el cable corregida por los coeficientes.
- Iz = Intensidad máxima admisible por el cable. Esta vendrá definida según el punto anterior.

Donde:

- K_1 = Coeficiente por corrección por temperatura [Tabla 07 ITC-LAT 06]

En la tabla siguiente se indican los factores de corrección F, de la Intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25ºC, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Tabla 9 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta a 25º C

Temperatura ºC, en servicio permanente, θ_s	Temperatura del terreno, en ºC, θ_t								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las tablas será:

$$K_1 \leq \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

- K_2 = Coeficiente por corrección por Agrupamiento [Tabla 10 ITC-LAT 06]

En el caso de que la LSMT se componga de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además, se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Para ternas de cable enterradas en una zanja en el interior de tubos, se aplicarán los coeficientes indicados en la Tabla siguiente.

Tabla 10 Factor corrector por agrupación de cables

Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo) Tubos dispuestos en plano horizontal			
	Distancias entre tubos en mm		
Circuitos agrupados	Contacto	200	400
2	0,8	0,83	0,87
3	0,7	0,75	0,8
4	0,64	0,7	0,77

- K3 = Resistividad Térmica del terreno [Tabla 08 ITC-LAT 06]

Cables instalados en tubos, un circuito por tubo, enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 K·m/W.

Tabla 11 Factor corrector para resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K· m/W.

	Resistividad del terreno (K·m/W)						
Sección del conductor	0.8	0.9	1	1.5	2	2.5	3
150	1,14	1,12	1,1	1	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,1	1	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,1	1	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad viene dada en la tabla siguiente.

Tabla 12 Resistividad térmica del terreno

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

- K_4 = Coeficiente por corrección por Profundidad de la instalación [Tabla 11 ITC-LAT 6]

Cables instalados en tubos a distintas profundidades.

Tabla 13 Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	<= 185 mm2	> 185 mm2
0,50	1,06	1,08
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

2.3.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN EL CABLE

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Este criterio no es determinante en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito. A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{CC3}^2 \cdot t_{CC} \leq I_{CC3\ ADM}^2 \cdot t_{CC} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{CC3\ ADM} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{CC}}}$$

- $I_{CC3\ ADM}$: Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en A.
- 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.

El tiempo máximo de duración del cortocircuito deberá ser proporcionado por la distribuidora. Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 14 Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

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
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Δθ*= es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito (Incremento de temperatura 160 θ en ºC)

Se comprobará que la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la red será inferior a la intensidad de cortocircuito admisible en los conductores según la duración del tiempo de falla.

2.3.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN LAS PANTALLAS

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1.000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

2.3.5 CAÍDA DE TENSIÓN

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta V = \frac{k \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \ cos\phi + X \cdot sen\phi)}{n}$$

Siendo:

- ΔV = Caída de tensión (V).
- k = Constante igual a 2 para sistema monofásicos y bifásicos y √3 para sistemas trifásicos.
- I = Intensidad permanente nominal (A).
- L = Longitud de la línea (km).
- R = Resistencia del conductor (Ω/km).
- X = Reactancia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase
- Cosϕ = Factor de potencia.
- ϕ= Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V}$$

Siendo:

- ΔV (%) = Caída de tensión porcentual.
- V = Tensión de la línea (V).

Los valores calculados parten de la suposición de tener el cable a máxima solicitación térmica, pues la resistencia introducida en los cálculos está calculada a 90°C (máxima temperatura en cables con aislamiento de XLPE).

El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por la IEC 60287.

2.3.6 PÉRDIDA POTENCIA EFECTO JOULE

La determinación de la sección en función de la pérdida de potencia por efecto joule se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta P = \frac{k \cdot I^2 \cdot L \cdot (R \cdot \ cos\phi + X \cdot sen\phi)}{n}$$

Siendo:

- ΔP = Pérdida de potencia por efecto Joule (W).
- k = Constante igual a 2 para sistema monofásicos y bifásicos y 3 para sistemas trifásicos.
- I = Intensidad permanente nominal (A).
- L = Longitud de la línea (km).

- R = Resistencia del conductor (Ω/km).
- X = Reactancia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase
- Cosϕ = Factor de potencia.
- ϕ = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P \cdot 100}{P}$$

Siendo:

- ΔP (%) = Pérdida de potencia por efecto joule porcentual.
- P = Potencia total de la línea (V).

Los valores calculados parten de la suposición de tener el cable a máxima solicitación térmica, pues la resistencia introducida en los cálculos está calculada a 90ºC (máxima temperatura en cables con aislamiento de XLPE).

El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por la IEC 60287.

2.4 RESULTADOS OBTENIDOS

Ver tabla del Anexo 2.

3 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA GENERAL

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y seguirá lo señalado en la ITC-BT-18 del REBT.

Se instalará un cable de Cu desnudo de 35 mm2 de sección mínima de acuerdo con las corrientes de falta, enterrado a como mínimo 0,5 m de profundidad. Esta Puesta a Tierra (PaT) será la única conexión equipotencial entre las cabinas eléctricas y las estructuras soporte y discurrirá por las canalizaciones de BT y MT asegurando una distancia de seguridad de acuerdo con las normas aplicables. De ser necesario, se realizará una zanja exclusiva para la tierra.

A dicho redondo se unirán las estructuras soporte y los equipos eléctricos en el campo solar, se instalarán cables de Cu aislado (amarillo/verde) de al menos 16mm2 según se indica en planos. Además, se utilizará cable de las mismas características para poner a tierra las cajas de invertir strings y los buses de comunicaciones.

Para la interconexión de las estructuras se podrá utilizar cable Cu desnudo de 35 mm2 soterrado al menos a 0,5 m de profundidad o cables de Cu aislado (amarillo/verde) de al menos 16mm2.

Del mismo modo, se dará tierra a todas las cámaras de seguridad que conforman el sistema de seguridad del parque, mediante una pica y sus respectivos rabillos de cable de cobre desnudo de 35 mm2 a cada una de las cámaras.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, se dispondrá de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

No obstante, este apartado estará condicionado al estudio de resistividad del terreno, además la puesta a tierra de la instalación se ceñirá a lo señalado en las instrucciones ITC-BT-18 el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Cálculos de resistencia a tierra de la instalación

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. Este valor será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24V tal y como se indica en el REBT.

Cada circuito llevará una protección con interruptor diferencial de 650 mA (como máximo) de sensibilidad, por lo que la resistencia más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

$$Rmax = \frac{V_C}{I_{dif}} = \frac{24}{0{,}650} = 37\ \Omega$$

La red de tierras será independiente de la red de la compañía distribuidora.

La red de tierras se realizará mediante conductor dispuesto sobre bandeja y a tierra generando una red mallada. La longitud del conductor a utilizar vendrá condicionada por la naturaleza conductora del terreno con el fin de garantizar que Resistencia < 37Ω.

En el caso de la planta fotovoltaica, se considerará la fórmula para conductor enterrado horizontalmente, ya que la extensión es muy grande. En el caso de malla de tierra, la fórmula a utilizar es:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Siendo:

- R: resistencia de la toma de tierra
- ρ: resistividad del terreno
- L: longitud total de los conductores enterrados horizontalmente.

NOTA: El dato de la resistividad se deberá medir en campo con la finalidad de verificar los cálculos realizados. En caso de que dicho dato difiera del considerado en el presente proyecto, se deberá realizar un recalculo del sistema de puesta a tierra.

La unión de los diferentes puntos de puesta a tierra se realizará mediante cable desnudo de cobre de 35 mm2 de sección. Las distancias serán las suficientes para evitar un posible acoplamiento entre ellas.

Longitud aprox. del conductor	0,882 **km**
Resistividad del terreno	200 **Ω.m**
R conductor enterrado	**0,45 Ω**

4 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1 INTENSIDAD EN MEDIA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (kVA)
- U_p = Tensión compuesta primaria (kV)
- I_p = Intensidad primaria (A)

S (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
1.250	15	48,11

4.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (kVA)
- Us = Tensión compuesta en el secundario (kV)
- Is = Intensidad en el secundario (A)

S (kVA)	Us (V)	Is (A)
1.250	800	902,11

4.3 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE SS.AA.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador (kVA)
- U_s = Tensión compuesta en el secundario (kV)
- I_s = Intensidad en el secundario (A)

S (kVA)	Us (V)	Is (A)
15	400	21,65

4.4 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE 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.

4.4.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PRIMARIO

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- U_p = Tensión de servicio (kV)
- I_{ccp} = Corriente de cortocircuito (kA)

S (kVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
65	15	2,50

Todos los elementos de media tensión como interruptores, etc. Deberán estar capacitados para soportar una intensidad de cortocircuito menor a la indicada.

4.4.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_s}$$

Donde:

- S = Potencia de transformador (kVA)
- U_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador (%)
- U_s = Tensión en el secundario (V)
- I_{ccs} = Corriente de cortocircuito (kA)

S (kVA)	Us (V)	Ucc	Iccs (kA)
1.250	800	6,0%	15,04

4.5 DIMENSIONADO Y COMPROBACIONES

4.5.1 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas 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.

- Tensión de nominal (Un) ..... 20 kV
- Tensión máxima (Um) ..... 24 kV
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Telemando ..... Si
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - ✓ a frecuencia industrial (50 Hz), 1 min ..... 50 kV (Eficaces)
  - ✓ a impulso tipo rayo ..... 125 kV (Cresta o pico)
- Intensidad cortocircuito (valor eficaz / cresta o pico) ..... 16/40 kA 1s
- Intensidad nominal conjunto ..... 400 A

4.5.2 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálicas fabricadas conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 – 630 A.

4.5.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

Para el cálculo de la corriente dinámica de cortocircuito en la instalación, se utiliza la aproximación de 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado de corrientes de cortocircuito.

$$I_{cc\ (DIN)} \approx 2{,}5 \times I_{ccp}(kA)$$

Donde:

- $I_{cc\ (DIN)}$ ... Intensidad de cortocircuito (cresta) dinámica alcanzable en tramo (kA)
- I_{ccp} ..... Corriente de cortocircuito en el primario (kA)

Iccp (kA)	Icc DIN (kA)
2,50	6,3

4.5.4 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO

La comprobación por solicitación térmica tiene como objetivo comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

4.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En AT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La protección en AT en el transformador no se instalará fusibles de alta tensión. Se utilizará como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

En el caso de que la protección en AT en el transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

4.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT Y BT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

4.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 61330, tomando como base de ensayos transformadores de 1.000 kVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero.

No obstante, puesto que se utiliza edificio prefabricado éste ha sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

4.5.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

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

El prefabricado incluye, en la base, un depósito que, en los casos como este en los que se utiliza un transformador de aceite, funciona como un depósito para la recogida del dieléctrico, estando dimensionado para recoger en su interior todo el aceite del transformador.

En caso de una eventual fuga de aceite, éste será forzado por el propio diseño de la losa en forma de diamante de decantación a evacuar a la rejilla ubicada en la parte superior del foso. Esta rejilla esta rellena de grava de 20 mm de diámetro, con el fin de evitar que el fuego se propague desde el interior al exterior de la cuba.

Este recinto garantiza estanquidad total para el exterior cumpliendo con las reglas ambientales en vigor.

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

4.6 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

4.6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

El CT/CS/CPM está provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el mismo.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el correspondiente a la tierra general y el de neutro, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de neutro en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra general sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra general, las masas de MT y BT y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de general del CT.

Al circuito de puesta a tierra de neutro se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría" elaborado por UNESA. El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

1) Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, con los condicionantes especificados en la ITC-RAT 13, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.
2) Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:
    - Neutro aislado
    - Neutro unido a tierra
    - Directamente
    - Mediante impedancia

3) Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.
4) Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.
5) Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.
6) Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.
7) Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 "Instalaciones de puesta a tierra".
8) Investigación de las tensiones transferidas al exterior.
9) Corrección y ajuste del diseño inicial.

4.6.2 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Tabla 15 Valores de resistividad eléctrica según el terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m.
Terrenos pantanosos.	de algunas unidades a 30
Limo.	20 a 100
Humus.	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas.	100 a 200
Margas del jurásico.	30 a 40
Arena arcillosa.	50 a 500
Arena silícea.	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped.	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo.	1500 a 3000
Calizas blandas.	100 a 300
Calizas compactas.	1000 a 5000
Calizas agrietadas.	500 a 1000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo.	800
Granitos y gres procedentes de alteración.	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados.	100 a 600
Hormigón.	2000 a 3000
Basalto o grava.	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno se recomienda el método de Wenner.

4.6.3 CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO DEFECTO

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

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

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica. Según han tomado los siguientes datos de la red de la distribuidora:

Us (kV)	Id (A) Limitada	Ubt (V)	Conexionado	Xlth (Ω)
15	500	8.000	Zig-Zag	25,40

Donde:

- Us = Tensión de servicio
- Id = Limitación de la intensidad a tierra
- Ubt = Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (Ubt)
- Conexionado = Conexionado del neutro
- Xlth = Reactancia equivalente
- Id·t = Característica de la actuación de las protecciones

4.6.4 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

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

TIERRA DE PROTECCIÓN

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

TIERRA DE SERVICIO

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

En este tipo de centros, el electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineal es, realizándose la salida al exterior en cable de cobre de 50 mm2, aislado de 0,6/1 kV bajo

tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo, y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de los cables de alimen tación del centro.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m, unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ohmios. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión

En todas las configuraciones se utilizarán electrodos de pica de 14mm. De diámetro y una longitud de 2m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. como mínimo.

TIERRA DE SERVICIO

Al tratarse de un CT con configuración IT sin neutro, no se dispondrá de tierra de servicio ya que el transformador no tiene el neutro conectado a tierra. Por otro lado, para la alimentación en Baja Tensión mediante celda de SS.AA, se conectará el secundario del transformador de tensión a la tierra de protección de la instalación al no ser un transformador de potencia.

4.6.5 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Teniendo en cuanta que:

- Resistividad del hormigón ρH .....3.000 Ω × m
- Resistividad del calzado ρc .....2.000 Ω × m

1) TIERRA DE PROTECCIÓN

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

- I_d = Intensidad de falta a tierra [A]
- R_t = Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- U_{bt} = Tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

donde:

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

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

donde:

- R_t = Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- R_o =Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- K_r =Coeficiente del electrodo

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

Ubt (V)	Rt (Ω) preliminar	Id (A) Limitada	Resistividad terreno (Ω/m)	Kr
8.000	16,00	500	200	≤ 0,0800

Por lo tanto, deberemos diseñar con un Kr menor a este dato.

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Código	7x3,5/0,5/8/2	
Dimensiones	7x3,5	[m]
Geometría	Rectángulo	
Profundidad electrodo	0,8	[m]
Cantidad de picas	8	[Ud]
Longitud de las picas	2	[m]

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia Kr	0,070
De la tensión de paso Kp	0,0149
De la tensión de contacto Kc	0,0311

Kr	Kr preliminar	Check
0,0700	≤ 0,0800	CUMPLE

Las medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, son las siguientes:

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

Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 a 1,5 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

- K_r =Coeficiente del electrodo
- R_o =Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_t =Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

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

Rt (Ω)	Rt (Ω) preliminar	Check
14,00	16,00	CUMPLE

El valor de la intensidad y tensión de defecto a tierra serán:

$$I_E = \frac{1{,}1 \cdot U_s}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_t)^2 + (\frac{X_n}{r})^2}}$$

$$r = \sqrt{\frac{s}{\pi}}$$

$$U_d = I_E \cdot R_t$$

donde:

- I_d = Intensidad de defecto máxima [A]
- U_s = Tensión de servicio [V]
- R_t = Resistencia de puesta a tierra de protección del CT [Ω]
- X_n = Reactancia de puesta a tierra del neutro de la red MT [Ω]
- U_d = Tensión de defecto [V]
- r = Radio en metros de un circuito de la misma superficie, que el área cubierta por la malla
- s = Dimensiones del electrodo

Los valores de X_n son característicos de cada red y son valores que debe ser la empresa suministradora de energía.

En algunas compañías distribuidoras, se sigue el criterio de hacer la resistencia R_n de valor despreciable frente a la de la reactancia.

Puede suceder que la compañía suministradora, en lugar de aportar los valores de X_n de R_n, indique solo el valor máximo de la corriente de cortocircuito unipolar fase tierra en el origen de la línea MT que alimenta el CT.

En este caso, se calcula de la siguiente manera:

$$X_n = \frac{\frac{U}{\sqrt{3}}}{I_d}$$

donde:

- X_n = Reactancia de puesta a tierra del neutro de la red MT [Ω]
- I_d = Intensidad de defecto máxima en el origen [A]
- U = Tensión de la alimentación MT, valor eficaz entre fases [V]

Una vez obtenido el valor de X_n se metería como valor en la formula anterior, obteniéndose la I_d

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

Rt (Ω)	Rn (Ω)	Xn (Ω)	U (kV)	Id (A)	Ud (V)	s (m)	r (m)
14,00	0,00	25,40	15,00	570,60	7.988,43	7x3,5	2,79

2) TIERRA DE SERVICIO (Si aplicase)

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Código	0,5/6 2	
Geometría	Picas en hilera	
Profundidad electrodo	0,8	[m]
Cantidad de picas	6	[Ud]
Longitud de las picas	2	[m]
Separación entre picas	3	[m]

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia Kr	0,073
De la tensión de paso Kp	0,012

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

$$R'_n = K_r \cdot R_o$$

donde:

- K_r = Coeficiente del electrodo
- R_o = Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_n = Resistencia del neutro [Ohm]

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

Rn (Ω)	Rn admisible (Ω)	Check
14,60	37	CUMPLE

4.6.6 CÁLCULO DE TIEMPO DE ACTUACIÓN DE LAS PROTECCIONES (ENDESA)

Las líneas de MT que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K}{(\frac{I_d}{I_{a'}})^{\propto} - 1} \cdot K_v$$

Donde:

- Id = Intensidad de defecto (A).
- Ia´ = Intensidad de ajuste del relé de protección (A).
- a, K = Constantes características de la curva de protección.
- Kv = Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.
- t' = Tiempo de actuación del relé de protección (s).

En la tabla siguiente se dan valores de las contantes k y a para los tipos de curva más habituales.

Normal inversa (a = 0,02)		**Muy inversa (a = 1)**	**Extremadamente inversa (a = 2)**
K	0,13	13,5	96

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relés a tiempo independiente:

$$t'' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K}{(\frac{I_d}{I_{a'}})^{\propto} - 1} \cdot k_v$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

$$t = t' + t''$$

4.6.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de estos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$U'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

- R't = Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- I'd = Intensidad de defecto [A]
- U'd =Tensión de defecto [V]

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

$$U'_C = U'_p(acc) = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

- Kc: Coeficiente tensión de contacto
- Ro: Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'd: Intensidad de defecto [A]
- U'p: Tensión de paso en el acceso [V]
- U'c: Tensión de contacto [V]

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

Tensión de paso en el exterior:

$$U'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

- Kp = Coeficiente tensión de paso
- Ro = Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'd = Intensidad de defecto [A]
- U'p = Tensión de paso en el exterior [V]

Para nuestro caso particular, y sustituyendo los valores antes indicados

U'd (V)	U'p (acc) (V)	U'p (V)
7.988,43	3.549,14	1.700,39

4.6.8 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO Y PASO APLICADA

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

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.

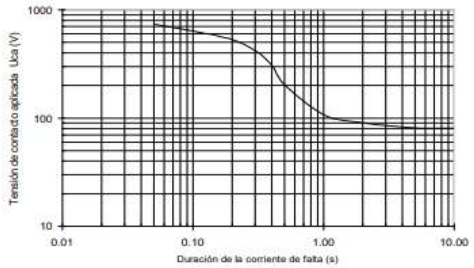


Figura 1 Valores Uca en función de la duración de la corriente de falta.

En la siguiente tabla se muestran valores de algunos de los puntos de la curva anterior:

Tabla 16 Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (Uca)

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

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.

Se define como:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$$

Donde:

- Upa = Valor admisible de la tensión de paso aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- Uca = Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

Para nuestro caso particular, y sustituyendo los valores antes indicados

4.6.9 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Tensión de paso en el exterior:

t (seg)	Uca (V)	Upa (V)
0,50	204,00	2.040,00

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1000}\right]$$

Donde:

- U_{ca} = Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_o = Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R_{a1} = Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pa(acc)} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000}\right]$$

Donde:

- U_{ca} = Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_o = Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_o = Resistividad del hormigón en [Ohm·m]
- R_{a1} = Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

Para nuestro caso particular, y sustituyendo los valores antes indicados

Ud (V)	Up (acc) (V)	Up (V)
8.000,00	29.784,00	12.648,00

Comprobamos ahora que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

U'd (V)	U'p (acc) (V)	U'p (V)
7.988,43	3.549,14	1.700,39
Ud (V)	**Up (acc) (V)**	**Up (V)**
8.000,00	29.748,00	12.648,00
CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

4.6.10 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR (Si aplicase)

Cuando hay un defecto a tierra en el lado AT del CT la tensión de defecto que aparece en la tierra de las masas del CT es:

$$V_d = I_d \cdot R_t$$

donde:

- Vd = Tensión de defecto [V]
- Id = Intensidad de defecto a tierra [A]
- Rt = Resistencia de tierra de las masas del CT [Ohm]

Si el neutro del CT está conectado a la tierra de las masas del CT, cuando se produzca un defecto a tierra en el lado A.T. aparecerá en el neutro del CT la tensión Vd. Por tanto, las fases de la instalación de BT estarán sometidas a una tensión respecto de tierra V_{FT} =Vd +V_{FN}, siendo V_{FN} la tensión nominal fase-neutro (230 V). Si VFT es superior a la tensión de aislamiento de los receptores BT (1.500 V mínimo según ITC-BT-19), se podrá perforar dicho aislamiento, estropeando los receptores BT, y además provocando tensiones elevadas en las masas, peligrosas para las personas. Para evitar esto se debe limitar Vd < 1.000 V, según el método UNESA, asegurando así que V_{FT} nunca supere los 1.500 V.

Si Vd > 1.000 V, el neutro deberá tener una tierra independiente, separada de la tierra de las masas del CT.

Vd (V)	Id (A)	Rt (Ω)
7.988,43	570,60	14,00
NO CUMPLE		

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras de servicio (neutro) y el de protección, viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

donde:

- Ro = Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'd = Intensidad de defecto [A]
- D = Distancia mínima de separación [m]

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

D (m)
18,16

4.6.11 GARANTÍA DE ELIMINACIÓN DE LA FALTA

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de Defecto.

Id (A)	I'a (A)	I''a (A)
570,60	60,00	60,00
	CUMPLE	CUMPLE

4.6.12 JUSTIFICACIÓN RED DE TIERRAS

La instalación de puesta a tierra une todas las partes metálicas de la instalación no destinadas a conducir la corriente eléctrica con una derivación final o toma de tierra, de manera que en ningún punto normalmente accesible (interior o exterior) de la instalación eléctrica pueda presentarse una tensión peligrosa para las personas o para la propia instalación.

Los cálculos mostrados en el presente documento conforman el diseño preliminar de la instalación de tierra, no obstante, la instalación debe ser calculada en la ingeniería de detalle para construcción.

Una vez construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos. El director de Obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos, así como los cálculos de las resistencias de puesta a tierra.

Las instalaciones de tierra serán comprobadas en el momento de su establecimiento y revisadas por empresas instaladoras o por empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica en caso de que se trate de instalaciones de su titularidad, al menos, una vez cada tres años a fin de comprobar el estado de las mismas. Esta verificación consistirá en una inspección visual y en la medida de la resistencia de puesta a tierra.

4.7 PUESTA A TIERRA PANTALLAS

Los extremos de las pantallas de los cables de MT y las cubiertas protectoras de los mismos se conectarán a la respectiva toma de tierra del CT, CPM, CS o subestación. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

4.8 CAMPOS MAGNÉTICOS

4.8.1 INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. La Ley de Biot y Savart aplicada a un conductor eléctrico permite analizar el campo producido en un punto determinado:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot \vec{\imath}}{4\pi} \oint \frac{\widehat{u_t} \cdot \widehat{u_r}}{r^2} dl$$

Donde:

$\vec{B}$ Vector del campo magnético existente en el punto T [en T].

μ_0 Permeabilidad eléctrica en el vacío, cuyo valor es $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$.

$\vec{\imath}$ Vector intensidad de corriente [en A].

$\widehat{u_t}$ Vector unitario con dirección y sentido de la corriente eléctrica.

$\widehat{u_r}$ Vector unitario que une un punto cualquiera del conductor y el punto P.

r Distancia entre un punto cualquiera del conductor y el punto P [en m].

l Longitud del conductor [en m].

El vector de campo magnético instantáneo generado se sitúa en el plano formado por el conductor y el vector perpendicular al punto P:

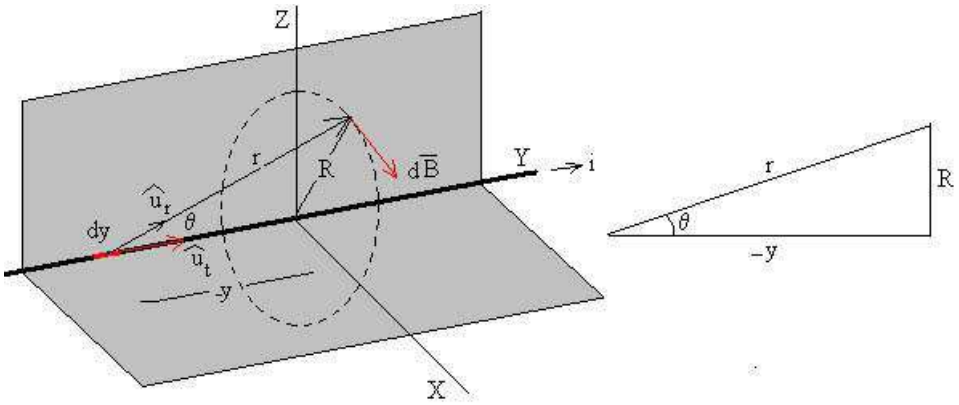


Figura 2: Esquema del campo mágnetico generado por un punto cualquiera del conductor y el punto P.

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En el Centro de transformación, se encuentra principalmente las siguientes tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Cableado de Media Tensión en las celdas de línea (Entrada/Salida) del CT hacia el otro CT por un lado y hacia el CPM por el otro.
- Cableado de BT (AC) desde los inversores en campo.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el apoyo, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del centro de seccionamiento, será dispuesto trenzado. De esta forma se pretende que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre si a lo largo del recorrido.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, "por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.", se establece el límite de campo magnético admitido. Para trabajos a 50 Hz, el límite de campo es de **100 μT**.

Tabla 17: Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300Ghz, valores rms imperturbados).

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/m²)
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

En el presente proyecto, se realizará el cálculo de del campo magnético en el Centro de Seccionamiento, debido principalmente a las líneas de Media Tensión, asegurando que no supera el límite fijado por el reglamento.

4.8.2 CAMPO MAGNETICO GENERADO POR EL CONDUCTOR TRENZADO

Se procede al cálculo del campo magnético generado por el conjunto de 3 cables unipolares **AL HEPRZ1 12/20 kV,** de sección **240 mm2,** empleado tanto en la evacuación de la energía como en la conexión hacia la Planta Solar.

Para el cálculo, se considerará el caso más desfavorable en el cual circula la intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor (320 A, según la tabla 12 de la ITC-LAT 06). Según las especificaciones del fabricante, cada cable unipolar tiene un diámetro nominal exterior de **36 mm**.

El campo magnético generado en el punto P situado en la envolvente de la fase superior (para el caso de ejemplo será la fase R), será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado.

$$B_P = \sum B_{P,j} \ = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

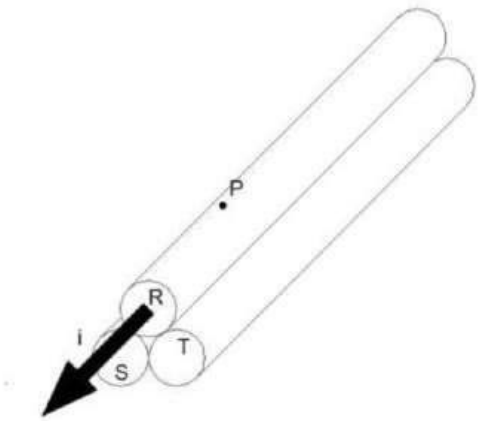


Figura 3: Esquema de conductores y punto P.

Se considerará el campo generado por la intensidad total en la dirección de R. Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu_0 \frac{i_R}{2\pi d_R}$$

$$B_{P,S} = \mu_0 \frac{i_S}{2\pi d_S}$$

$$B_{P,T} = \mu_0 \frac{i_T}{2\pi d_T}$$

Donde i_S e i_T son las componentes de las fases S y T en la dirección de R. Su valor se determina teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas 120 ° entre sí (circuito trifásico equilibrado):

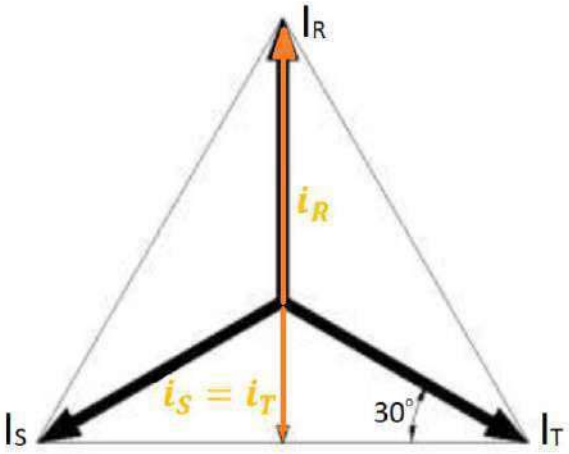


Figura 4: Circuito trifásico equilibrado.

Se deduce, a partir del diagrama anterior, las intensidades en la dirección de R. Tomando como valor de cálculo la intensidad máxima admisible:

$$i_R = 345\ A$$

$$i_S = -i_R \cdot sen\ (30º) = -172{,}5\ A$$

$$i_T = -i_R \cdot sen\ (30º) = -172{,}5\ A$$

La distancia entre el centro de los conductores y el punto P, para cada fase, es:

$$d_R = 0{,}318\ m$$

$$d_S = 0{,}353\ m$$

$$d_T = 0{,}344\ m$$

Con los datos anteriores, se calcula el campo magnético total en el punto P:

$$B_{P,R} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T_m}{A} \cdot \frac{345A}{2\pi \cdot 0{,}318\ m} \cdot 10^6 = 216{,}98\ \mu T$$

$$B_{P,S} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T_m}{A} \cdot \frac{-172{,}5A}{2\pi \cdot 0{,}353\ m} \cdot 10^6 = -97{,}73\ \mu T$$

$$B_{P,T} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T_m}{A} \cdot \frac{-172{,}5A}{2\pi \cdot 0{,}344\ m} \cdot 10^6 = -100{,}29\ \mu T$$

$$B_P = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T} = 37{,}91\ \mu T\ > 100\ \mu T$$

Se comprueba cómo, si se realizasen medidas en la envolvente del cable superior, se cumpliría con el criterio de diseño según el RD 1066/2001. No obstante, el objeto de este apartado es calcular el campo magnético en la superficie del CT teniendo en cuenta la disposición real a instalar.

Se va a considerar el caso más desfavorable en la entrada del CT, donde coexisten 2 líneas de media tensión entubadas (entrada desde un CT próximo y salida al CPM), funcionando a la máxima potencia admisible de todas las líneas (320 A) y separadas entre si el diámetro del entubado (160 mm). Todos los cables serán unipolares de sección 240 mm^2.

El punto de estudio estará situado sobre la terna de cables central, a nivel del suelo y a 20 cm del tubo central. Es decir, en el interior del cerramiento del prisma de entrada de cableado. Se considerará únicamente la permeabilidad magnética del aire y no la del cerramiento.

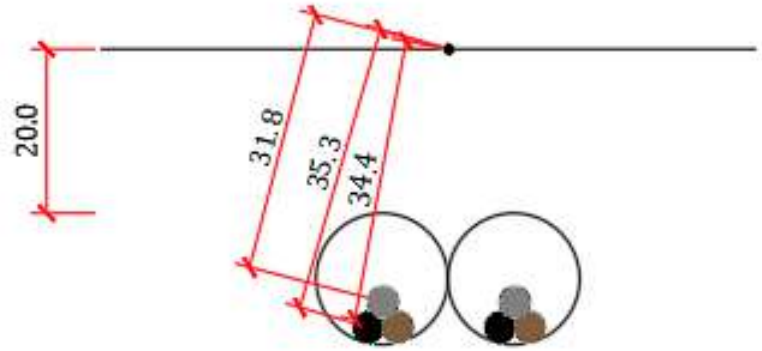


Figura 5: Esquema de la instalación y el punto P considerados para el cálculo.

En la siguiente tabla se muestra el campo magnético calculado para cada fase, así como el campo magnético total:

Tabla 18: Resultados obtenidos tras el cálculo del campo magnético para cada fase.

TERNA	FASE	DISTANCIA AL PUNTO P [M]	INTENSIDAD DIRECCIONAL [A]	CAMPO MAGNÉTICO [µT]
Salida CT	R	0,318	345	216,98
	S	0,353	-172,5	-97,73
	T	0,344	-172,5	-100,29
Entrada CT	R	0,318	345	216,98
	S	0,353	-172,5	-97,73
	T	0,344	-172,5	-100,29
			TOTAL	**37,91**

Se comprueba cómo en este caso el campo magnético total es menor que los 100 µT impuestos por el Reglamento, por lo que se da validez a la disposición propuesta.

4.8.3 ENSAYOS Y PRUEBAS

Tras la ejecución del CT y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo magnético total por empresa especializada en las proximidades del local del es (caras exteriores) para comprobación de los campos magnéticos según el Real Decreto 1066/2001.

4.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo con lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI "Seguridad en caso de Incendio" del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso. Los elementos de seguridad están formados por un juego de carteles de las cinco reglas de oro y primeros auxilios, un juego de guantes aislantes, una banqueta aislante, extintor de CO2 y pértiga de salvamento.

5 CÁLCULO CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Para el caso del CPM/CS se utilizará la misma configuración que el CT.

6 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION

6.1 DATOS INICIALES

La instalación objeto del presente proyecto queda definida por las siguientes características:

Compañía Distribuidora	E-DISTRIBUCION
Tensión nominal de diseño [Un]	15 kV
Tensión más elevada de la red [Us]	17,5 kV
Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Categoría de la línea	3ª
Potencia máxima para transportar	990 kVA
Denominación	AL RH5Z1
Intensidad de cortocircuito	16 kA
Duración de cortocircuito	1 sg
Número de circuitos trifásicos	1 circuito
Número de conductores por fase	Uno
Disposición de conductores	Tresbolillo
Tipo de instalación	Enterrado bajo tubo
Longitud Tramo (CPM a SET)	344 m
Profundidad	0,85/1,15 m
Resistividad térmica	1,5 m K/W
Factor de potencia	0,90
Caída de tensión máxima	0,5%
Pérdidas Joule máxima	0,5%

El conductor a instalar tendrá las siguientes características:

Denominación	AL RH5Z1
Material	Aluminio
Sección	240 mm2
Sección de pantalla	25 mm2
Aislamiento	XLPE
Tensión simple, Uo	12 kV
Tensión entre fases nominal, U	20 kV
Tensión máxima entre fases, Um	24 kV
Tensión a impulsos, Up	125 kV
Resistencia Máx @90ºC	0,161 Ω/km
Reactancia por fase	0,106 Ω/km
Capacidad	0,306 ΩF/km
Temperatura máxima Servicio permanente (ºC)	90 ºC
Temperatura máxima Cortocircuito t≤5s (ºC)	250 ºC
Intensidad máxima enterrado bajo tubo (A)	345 A

6.2 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL CONDUCTOR

Los valores de resistencia y reactancia para los valores a la temperatura máxima son:

Tabla 19 Resistencia y Reactancia de los conductores HEPR

HEPR				
Tensión Nominal [kV]	Sección	Resistencia Máx. a 105°C Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad µF/km
12/20	240	0,169	0,105	0,453
	400	0,107	0,098	0,536
18/30	240	0,169	0,113	0,338
	400	0,107	0,106	0,401
	630	0,062	0,096	0,443

Tabla 20 Resistencia y Reactancia de los conductores XLPE

XLPE				
Tensión Nominal [kV]	Sección Conductor [mm2]	Resistencia Máx. a 90°C Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad µF/km
12/20	240	0,162	0,101	0,295
	400	0,102	0,09	0,39
18/30	240	0,162	0,102	0,221
	400	0,102	0,097	0,286
	630	0,061	0,098	0,437

6.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente de los conductores de baja tensión seleccionados para el presente proyecto dependen, en cada caso, de la temperatura máxima que su aislamiento pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Estas temperaturas son en función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla siguiente:

Tabla 21 Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente θs	Cortocircuito t ≤5s θcc
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	> 250

Las condiciones del tipo de instalación y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

La intensidad admisible de un cable determinada por las condiciones de instalación deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en el punto anterior.

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-6 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla siguiente.

Tabla 22 Intensidades máximas admisibles en conductores.

Sección Conductor [mm2]	Al aire		Bajo tubo	
	Aislamiento		Aislamiento	
	XLPE	HEPR	XLPE	HEPR
240	455	495	345	365
400	610	660	390	410
630	835	905	535	588

6.3.1 FACTORES DE CORRECCIÓN

La capacidad de corriente de un cable se ve afectada por el tipo de instalación, las condiciones ambientales y por los circuitos con los que comparte canalización. Esta intensidad depende de la capacidad de disipación de calor del conductor, y de los agentes externos en los que se encuentra canalizado, de forma que habrá de hacer correcciones a la corriente admisible al conductor seleccionado, para asegurar que no se superan los límites térmicos del cable en las condiciones de instalación.

Para seleccionar una sección de conductor usaremos la siguiente expresión:

$$Iz\ corregida = Iz \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Donde:

- Iz corregida = Intensidad máxima admisible por el cable corregida por los coeficientes.
- Iz = Intensidad máxima admisible por el cable. Esta vendrá definida según el punto anterior.

Donde:

- K_1 = Coeficiente por corrección por temperatura [Tabla 07 ITC-LAT 06]

  En la tabla siguiente se indican los factores de corrección F, de la Intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25ºC, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Tabla 23 Factor de corrección para temperatura del terreno distinta a 25º

Temperatura de servicio, θ_s, en ºC	Temperatura ambiente, θ_a, en ºC										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
105	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1	0,98	0,92	0,88	0,83
90	1,27	1,23	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las tablas será:

$$K_1 \leq \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

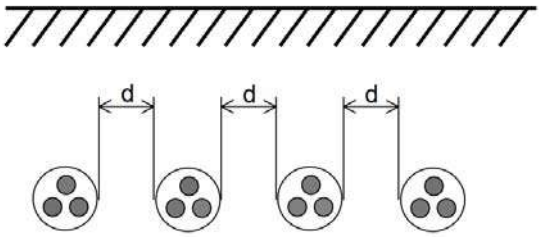
- K_2 = Coeficiente por corrección por Agrupamiento [Tabla 10 ITC-LAT 06]

En el caso de que la LSMT se componga de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además, se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Para ternas de cable enterradas en una zanja en el interior de tubos, se aplicarán los coeficientes indicados en la Tabla siguiente.

Tabla 24 Factor corrector por agrupación de cables

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternas de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



- K3 = Resistividad Térmica del terreno [Tabla 08 ITC-LAT 06]

Cables instalados en tubos, un circuito por tubo, enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 K·m/W.

Tabla 25 Factor corrector para resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K· m/W.

Tipo de instalación	**Sección del conductor mm2**	**Resistividad térmica del terreno, K.m/W**						
		0,8	**0,9**	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3**
Cables en interior de tubos enterrados	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	630	1,17	1,14	1,11	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad viene dada en la tabla siguiente.

Tabla 26 Resistividad térmica del terreno

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

- K_4 = Coeficiente por corrección por Profundidad de la instalación [Tabla 11 ITC-LAT 6]

Cables instalados en tubos a distintas profundidades.

Tabla 27 Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	<= 185 mm2	> 185 mm2
0,50	1,06	1,08
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

6.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN EL CABLE

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Este criterio no es determinante en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito. A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{CC3}^2 \cdot t_{CC} \leq I_{CC3\ ADM}^2 \cdot t_{CC} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{CC3\ ADM} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{CC}}}$$

- $I_{CC3\ ADM}$: Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en A.
- 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.

El tiempo máximo de duración del cortocircuito deberá ser proporcionado por la distribuidora. Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 28 Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm2, de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV

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
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Δθ*= es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito (Incremento de temperatura 160 θ en °C)

Se comprobará que la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la red será inferior a la intensidad de cortocircuito admisible en los conductores según la duración del tiempo de falla.

6.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO EN LAS PANTALLAS

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

En la siguiente tabla se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Tabla 29 Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección	Duración en segundos								
	mm²	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Esta Tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 70ºC para aislamientos XLPE y 85ºC para aislamientos en HEPR.
- Temperatura final pantalla: 180ºC, para todos los aislamientos.

Se supone en el cálculo que las temperaturas iníciales de las pantallas son 20ºC inferiores a la temperatura de los conductores.

6.6 CAÍDA DE TENSIÓN

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta V = \frac{k \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot sen\phi)}{n}$$

Siendo:

- ΔV = Caída de tensión (V).
- k = Constante igual a 2 para sistema monofásicos y bifásicos y √3 para sistemas trifásicos.
- I = Intensidad permanente nominal (A).
- L = Longitud de la línea (km).
- R = Resistencia del conductor (Ω/km).
- X = Reactancia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase
- Cosϕ = Factor de potencia.
- ϕ= Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V}$$

Siendo:

- ΔV (%) = Caída de tensión porcentual.
- V = Tensión de la línea (V).

Los valores calculados parten de la suposición de tener el cable a máxima solicitación térmica, pues la resistencia introducida en los cálculos está calculada a 90/105°C (máxima temperatura en cables con aislamiento de XLPE/HEPR).

El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por la IEC 60287.

6.7 PÉRDIDA POTENCIA EFECTO JOULE

La determinación de la sección en función de la pérdida de potencia por efecto joule se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta P = \frac{k \cdot I^2 \cdot L \cdot (R \cdot \ cos\phi + X \cdot sen\phi)}{n}$$

Siendo:

- ΔP = Pérdida de potencia por efecto Joule (W).
- k = Constante igual a 2 para sistema monofásicos y bifásicos y 3 para sistemas trifásicos.
- I = Intensidad permanente nominal (A).
- L = Longitud de la línea (km).
- R = Resistencia del conductor (Ω/km).
- X = Reactancia del conductor (Ω/km).
- n = Número de conductores por fase
- Cosϕ = Factor de potencia.
- ϕ = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Expresado porcentualmente a partir de la tensión de las líneas:

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P \cdot 100}{P}$$

Siendo:

- ΔP (%) = Pérdida de potencia por efecto joule porcentual.
- P = Potencia total de la línea (V).

Los valores calculados parten de la suposición de tener el cable a máxima solicitación térmica, pues la resistencia introducida en los cálculos está calculada a 90/105°C (máxima temperatura en cables con aislamiento de XLPE/HEPR).

El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por la IEC 60287.

6.8 RESULTADOS

Ver la tabla incluida en los Anexos.

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	27/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

1 OBJETO 1

2 DEFINICIONES 1

3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 1

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN 1

4 ALCANCE 2

4.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS 2
4.2 ORGANIGRAMA GENERAL DE OBRA 2
4.3 REQUISITOS MÍNIMOS DE CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE OBRA 3

5 ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE DETALLE 4

6 OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA 4

6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES 4
6.1.1 RELLENOS EN EXPLANACIÓN GENERAL 4
6.1.2 SUBBASES GRANULARES 4
6.1.3 BASES DE MACADAM 4
6.1.4 DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL 5
6.1.5 RELLENOS LOCALIZADOS 5
6.1.6 RELLENO DE MATERIAL GRANULAR 5
6.1.7 CEMENTOS 5
6.1.8 AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES 5
6.1.9 ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES 5
6.1.10 MADERA 5
6.1.11 HIERROS Y ACEROS LAMINADOS 6
6.1.12 ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS 6
6.1.13 LADRILLOS 6
6.1.14 YESOS 6
6.1.15 BOVEDILLAS CERÁMICAS 6
6.1.16 VIGUETAS PREFABRICADAS 6
6.1.17 CARPINTERÍA DE MADERA 6
6.1.18 FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 7
6.1.19 CERRAJERÍA 7
6.1.20 VIDRIERÍA 7
6.1.21 PAVIMENTOS 8
6.1.22 PINTURAS 8
6.1.23 CONDUCTORES TRENZADOS 8
6.1.24 CONDUCTORES DE COBRE 8
6.1.25 ABRAZADERAS Y TACOS DE SUJECIÓN 8
6.1.26 HERRAJES 8
6.1.27 TORRES METÁLICAS 8
6.1.28 TUBERÍAS DE PVC 8
6.1.29 EQUIPOS Y MATERIALES ELÉCTRICOS 9
6.2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 10
6.2.1 REPLANTEO 10
6.2.2 DESBROCES Y LIMPIEZA DEL TERRENO 10
6.2.3 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO 10
6.2.4 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS 11
6.2.5 RELLENOS EN EXPLANACIÓN GENERAL 11
6.2.6 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN 12
6.2.7 CAPAS GRANULARES 12
6.2.8 BASES DE MACADAM 12
6.2.9 DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL 12
6.2.10 EXCAVACIÓN Y RELLENOS EN ZANJAS Y CIMIENTOS 12
6.2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS HORMIGONES 12
6.2.12 FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN 12
6.2.13 ENCOFRADOS 13
6.2.14 FÁBRICAS DE HORMIGÓN EN MASA 14
6.2.15 FÁBRICAS DE HORMIGÓN ARMADO 14
6.2.16 HORMIGONADO 15
6.2.17 CUNETAS 17

6.2.18 ESTRUCTURAS METÁLICAS ... 17
6.2.19 ARMADO E IZADO DE APOYOS METÁLICOS ... 19
6.2.20 TENDIDO, TENSADO Y REGULADO DE LOS CONDUCTORES ... 19
6.2.21 CADENAS DE AISLADORES ... 20
6.2.22 FÁBRICAS DE LADRILLO ... 20
6.2.23 FORJADOS ... 20
6.2.24 GUARNECIDOS ... 20
6.2.25 ENLUCIDOS Y ENFOSCADOS ... 21
6.2.26 CARPINTERÍA DE MADERA ... 21
6.2.27 CERRAJERÍA ... 21
6.2.28 VIDRIERÍA ... 21
6.2.29 PAVIMENTOS ... 22
6.2.30 PINTURAS ... 22
6.2.31 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA ... 22
6.2.32 ALUMBRADO Y FUERZA EN EDIFICIOS ... 23
6.2.33 MATERIALES Y/O UNIDADES DE OBRA QUE NO CONTEMPLA EXPRESAMENTE ESTE PLIEGO ... 23
6.2.34 LIMPIEZA DE OBRAS ... 23
6.3 PRUEBAS Y ENSAYOS ... 23
6.4 NORMATIVA APLICABLE ... 23
6.5 INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR ... 23
6.6 REGISTROS DE CALIDAD ... 23
6.7 GARANTÍAS ... 24

7 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ... 24

7.1 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO ... 24
7.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MECÁNICAS Y CONSTRUCTIVAS ... 25
7.2.1 GENERALIDADES ... 25
7.2.2 IMPLANTACIÓN DE OBRA ... 26
7.2.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT) ... 26
7.2.4 INVERSOR ... 27
7.2.5 TRANSFORMADOR ELEVADOR ... 28
7.2.6 CELDAS DE MT ... 28
7.2.7 CANALIZACIONES E INTERCONEXIÓN ... 32
7.2.8 CABLES DE BAJA TENSIÓN ... 32
7.2.9 CABLES DE MEDIA TENSIÓN ... 33
7.2.10 TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES ... 33
7.2.11 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA ... 34
7.2.12 SISTEMA DE CONTROL ... 35
7.2.13 CONTRAINCENDIOS ... 36
7.2.14 RESIDUOS ... 37
7.3 PRUEBAS Y ENSAYOS ... 37

8 PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO ... 38

9 INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA ... 38

9.1 DOCUMENTACIÓN AS-BUILT ... 38
9.2 REGISTROS DE CALIDAD ... 38
9.3 GARANTÍAS ... 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tolerancias para el encofrado. 13

ÍNDICE DE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

1 OBJETO

El presente pliego tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de la ejecución de la obra civil y montaje la planta fotovoltaica objeto del presente proyecto.

2 DEFINICIONES

El término "Concursante" significa en este documento la firma que estando legalmente capacitada y aceptando las condiciones del presente concurso y demás disposiciones vigentes haya presentado la documentación necesaria para licitar en el mismo.

El término "Adjudicatario" será aquel licitador cuya oferta sea definitivamente aceptada por LA PROPIEDAD.

El término "Obra" designará el lugar donde se construirá la ampliación o modificación.

El término "Gestor" será la persona que designará LA PROPIEDAD como su representante, a fin de actuar con las facultades que se determinan en este documento.

El término "Director Técnico", será la persona que designará el Adjudicatario, como su representante, a fin de actuar con las facultades que se determinan en este documento.

El término "Suministro" contempla el conjunto de suministros y servicios ofertados por el concursante para la realización del proyecto, suministro de materiales, montaje, pruebas, puesta en marcha y puesta en servicio de todas las instalaciones de la subestación.

El término "Oferta" significará la documentación presentada por el concursante de acuerdo con lo exigido en los distintos Pliegos de Condiciones.

3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Requisitos y Condiciones del proyecto, suministro y montaje de las instalaciones.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN

El Adjudicatario será responsable de la adaptación del proyecto tipo a las necesidades de cada caso, en sus aspectos de obra civil, estructuras, montaje, instalaciones, control, telecontrol, protectivo, etc. de las instalaciones que formarán parte del concurso, así como del suministro, transporte, carga y descarga de los materiales, y por supuesto de la construcción de la obra civil, estructuras y soportes metálicos, contemplando igualmente el montaje de todos los equipos que intervienen en las instalaciones, a excepción de los propios equipos de MT, que serán responsabilidad del propio fabricante.

Formará también parte del suministro las instalaciones de todo tipo que sean necesarias, tales como las de alumbrado, fuerza, insonorización, aislamiento, red de tierras superior e inferior, contra-intrusismo, contra-incendios, etc, así como la construcción e instalación de todos los armarios eléctricos, como por ejemplo cuadros de control, servicios auxiliares, contaje, protecciones, alumbrado, comunicaciones, etc. a excepción de los correspondientes al aparellaje de AT facilitado por los propios fabricantes.

Igualmente será competencia del Adjudicatario la Puesta en Marcha y Puesta en Servicio de la totalidad de las instalaciones, así como la garantía del Suministro, hasta la Recepción Definitiva.

También será obligación del Adjudicatario facilitar Asistencia Técnica a los necesarios servicios de mantenimiento durante el período de garantía.

Todos los elementos necesarios para el funcionamiento y control de las instalaciones, aunque el Adjudicatario los hubiese omitido en la adaptación del Proyecto tipo, por error u olvido, se

considerarán incluidos en la oferta y por lo tanto se exigirá su construcción a cargo del Adjudicatario.

El Suministro deberá satisfacer la mejor y moderna práctica corriente en ingeniería mecánica, eléctrica, instrumentación y control, comunicaciones, fluidos, medioambiente, anti-intrusismo, seguridad y salud, etc.

Se emplearán materiales de primera calidad de las marcas de prestigio tanto nacionales como extranjeras. Estas deberán mencionarse, reservándose LA PROPIEDAD el derecho a escogerlas y su empleo será obligado para el Adjudicatario.

La selección de una marca y modelo no podrá considerarse como motivo de modificación de contrato.

Las instalaciones deberán reunir las condiciones máximas de seguridad en cuanto a incendios, inundaciones, distancias reglamentarias, tensiones de paso y contacto en caso de defectos a tierra, etc...

Se dispondrán todos los dispositivos de protección necesarios respetando íntegramente las normativas legales vigentes, que serán de obligado cumplimiento

4 ALCANCE

4.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos a realizar consistirá en:

1. Aceptación del proyecto de detalle entregado por LA PROPIEDAD
2. Durante el desarrollo de la obra, indicación de los cambios realizados en el proyecto de detalle. Estas indicaciones se entregarán al final de la obra para que el servicio de Ingeniería pueda realizar la documentación As-built de la instalación.
3. Suministro de materiales no estratégicos
4. Ejecución de la obra Civil
5. Suministro, transporte y montaje de la Estructura Metálica
6. Ejecución del montaje electromecánico
7. Control, protección y telecontrol
8. Pruebas y puesta en marcha
9. Dirección de obra

En definitiva, la construcción y realización de todas las actividades relacionadas con la puesta en explotación del parque.

4.2 ORGANIGRAMA GENERAL DE OBRA

a) En el proceso de diseño y construcción podrán participar tres servicios distintos:

A. Ingeniería.

B. Construcción y montaje.

C. Control de Calidad, Seguimiento y Activación, Seguridad y Salud, y Seguimiento certificaciones contratistas.

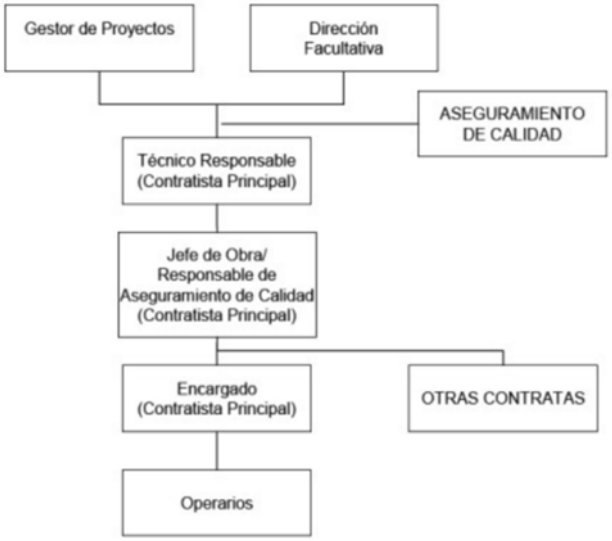
En principio un mismo contratista puede conjuntamente asumir los servicios A y B ó A y C.

En todos los casos los contratistas del grupo B deben tener su propio sistema de aseguramiento de calidad.

La Dirección Facultativa será la entidad responsable de la obra, con las atribuciones definidas por la legislación, normativa y reglamentación vigentes, siendo la representante de LA PROPIEDAD ante la Administración y otros entes en materias relativas a la obra.

La jefatura de la obra debe ser asumida por un técnico de la contrata principal que cumpla los requisitos mínimos de cualificación indicados en el apartado 5.3. Esta jefatura de obra puede ser asumida por el Técnico Responsable de la contrata principal. La jefatura de obra lleva asociada las funciones del responsable de Aseguramiento de Calidad, aunque si se considera oportuno, estas funciones puede asumirlas una persona distinta al jefe de Obra (esta circunstancia debe indicarse en el organigrama de la obra).

La contrata principal debe adjuntar al PAC un organigrama de la obra que muestre las dependencias jerárquicas dentro de la misma. A continuación, se incluye un organigrama tipo que puede usarse como modelo para el desarrollo del organigrama específico de la obra.



b) En el PAC, junto a este organigrama se deben indicar los nombres y apellidos de las personas que ocupan los distintos puestos y su teléfono de contacto.

La Dirección Facultativa de la obra será nombrada por LA PROPIEDAD y se identificará en el PAC.

4.3 REQUISITOS MÍNIMOS DE CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE OBRA

A. Los requisitos mínimos de cualificación para los diferentes puestos identificados en el organigrama son los siguientes:

Nota. Los requisitos de experiencia laboral son complementarios a los de formación, es decir, hay que cumplir los requisitos de formación y los de experiencia laboral de cada puesto.

Técnico Responsable de la Obra

- Formación: Titulado en alguna carrera técnica (preferiblemente en Ingeniería Técnica Industrial). Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales (50 horas).
- Experiencia Laboral: 1 año como técnico redactor de proyectos eléctricos.

Jefe de Obra

- Formación: Titulado en alguna carrera técnica (preferiblemente en Ingeniería Técnica Industrial). Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales (50 horas).
- Experiencia Laboral: 1 año como técnico redactor de proyectos eléctricos o como jefe de obras de tipo eléctrico.

Responsable de Aseguramiento de Calidad

- Formación: Titulado en alguna carrera técnica (preferiblemente en Ingeniería Técnica Industrial).
- Experiencia Laboral: 1 año de experiencia en gestión de Sistemas de Calidad, o de Planes de Aseguramiento de Calidad en obras.

Encargado

- Formación: Graduado Escolar. Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales (50 horas).
- Experiencia Laboral: 3 años de experiencia en obras de tipo eléctrico como encargado u oficial de 1ª.

B. El responsable de Aseguramiento de Calidad de la obra debe disponer de copia de los registros de formación y experiencia laboral que demuestren el cumplimiento de cada persona con los requisitos del puesto que ocupa. Estos registros estarán a disposición del Gestor de Proyectos.

5 ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE DETALLE

Tras la recepción del proyecto de detalle, es obligación del contratista revisar y notificar los problemas que puedan detectarse, y realizar las modificaciones indicadas por LA PROPIEDAD.

La aceptación del proyecto implica necesariamente que el Contratista ejecutará los trabajos de manera tal que resulten enteros, completos y adecuados a su fin, en la forma que se infiere de la documentación contractual, aunque en esta documentación no se mencionen todos los detalles necesarios al efecto y sin que por ello tenga derecho al pago de adicional alguno.

El Contratista tendrá a su cargo la provisión, transporte y colocación en obra de todos los materiales no estratégicos, como así también de la mano de obra y todo personal necesario para la realización correcta y completa de la obra contratada y para el mantenimiento de los servicios necesarios para la ejecución de las obras, el almacenamiento del material sobrante de las excavaciones, rellenos y cualquier otra provisión, trabajo o servicio detallados en la documentación contractual o que sin estar expresamente indicado en la misma, sea necesario para que las obras queden total y correctamente terminadas, de acuerdo a su fin y a las reglas del arte de construir.

6 OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA

6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES

6.1.1 RELLENOS EN EXPLANACIÓN GENERAL

Los materiales a emplear en la formación de rellenos cumplirán con lo prescrito en el ART. 330 "Terraplenes", del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG 3 2.000), del Ministerio de Fomento; en lo sucesivo: P.P.T.G.

6.1.2 SUBBASES GRANULARES

Los materiales a emplear en subbases deberán cumplir lo prescrito en el Art. 500 "Zahorras naturales" o en el Art. 501 "Zahorras artificiales", según corresponda, del P.P.T.G.

6.1.3 BASES DE MACADAM

Los materiales a emplear en bases de macadam deberán cumplir lo prescrito en el Art.502 "Macadam", del P.P.T.G.

6.1.4 DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL

Todos los materiales para emplear deberán ajustarse a las exigencias impuestas en el Art. 533 "Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla", del P.P.T.G.

Como ligante bituminoso se utilizará emulsión asfáltica u otro autorizado por el Ingeniero Encargado.

6.1.5 RELLENOS LOCALIZADOS

Los materiales a emplear se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de préstamos, estarán exentos de áridos mayores de diez centímetros (10 cm),si no se indica en los planos otra cosa, su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al 35% en peso, su límite liquido será inferior al 40% (LL< 40), el índice C.B.R, será superior a 5, el hinchamiento medido en dicho ensayo será inferior al 2% y se compactarán hasta conseguir una densidad ≥ al 100% del Proctor normal en la coronación (últimos 60 cm) y ≥ al 95% en el resto.

6.1.6 RELLENO DE MATERIAL GRANULAR

Los materiales a emplear serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, exentos de arcilla, marga y otros materiales extraños.

6.1.7 CEMENTOS

En la obra se empleará el cemento Portland artificial que resulte más adecuado de acuerdo con las recomendaciones generales para la utilización de cementos, siempre que sea necesario se utilizará cemento sulforresistente (SR).

El cemento se sujetará en todo momento la reglamentación vigente.

6.1.8 AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Como norma general podrán utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones todas aquellas que hayan sido sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, que no hayan producido eflorescencias, agrietamientos o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de hormigones similares.

6.1.9 ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Los áridos para la confección de morteros y hormigones cumplirán las condiciones que señala en todo momento la reglamentación vigente.

Antes de dar comienzo a las obras, por el director de Obra se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaños de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica más conveniente para el hormigón, adoptando como mínimo una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que por la contrata pueda solicitarse pago suplementario alguno por este concepto.

Así mismo se fijará el tamaño máximo de árido a emplear para cada tipo de obra.

6.1.10 MADERA

Cualquiera que sea de su procedencia, la madera que se emplee en encofrados deberá reunir las condiciones siguientes:

a) Estará desprovista de vetas o irregularidades en sus fibras.

b) En el momento de su empleo, estará seca.

c) No se podrá emplear madera cortada fuera de la época de paralización de la savia.

6.1.11 HIERROS Y ACEROS LAMINADOS

Los aceros laminados, piezas perfiladas y palastros, deberán ser de grano fino y homogéneo, sin presentar grietas o señales que puedan comprometer su resistencia, estará bien calibrado cualquiera que sea su perfil y los extremos escuadrados y sin rebabas.

Los aceros laminados cumplirán con todo lo preceptuado en el Código Técnico de la Edificación DB-SE-A.

6.1.12 ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS

Tanto la superficie como la parte interior de las barras y varillas para armar el hormigón deberán estar exentas de toda clase de defectos, como grietas, oquedades y pelos.

Las barras y varillas deben ser rectas, de sección circular bien dibujada y de las dimensiones que se fijan en los planos.

Todo el acero para armaduras cumplirá las condiciones que señala en todo momento la reglamentación vigente.

6.1.13 LADRILLOS

El ladrillo que se emplee habrá de ser duro, compacto y homogéneo, de sonido claro y fractura concoidea. Estará limpio de tierras y sustancias extrañas, bien moldeado y cocido y sin vitrificaciones en su masa, no conteniendo tampoco ni grietas ni oquedades. Las dimensiones serán generalmente las usadas en la localidad y su forma paralepipédica perfecta.

Tanto los ladrillos como las fábricas construidas con ellos cumplirán con lo preceptuado el Código Técnico de la Edificación DB-SE-F.

6.1.14 YESOS

Se ajustará a las condiciones fijadas para el yeso designado Y-12 en el Pliego General de Condiciones para le Recepción de Yesos y Escayolas en las Obras de la Construcción.

6.1.15 BOVEDILLAS CERÁMICAS

Deberán ser homogéneas, de grano fino y uniforme, de textura compacta.

Deberán carecer de manchas, eflorescencias, grietas, coqueras y materias extrañas, que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido campanil al ser golpeadas con un martillo y serán inalterables al agua.

Deberán tener suficiente adherencia a los morteros.

6.1.16 VIGUETAS PREFABRICADAS

Cualquier tipo de vigueta o placa alveolar utilizada ha de ser de fabricante de solvencia, tener la correspondiente licencia de uso aprobada por el Ministerio de Fomento y deberá ser aprobada, previamente a su colocación, por el Director de Obra.

Deberá preverse que la sobrecarga de servicio no sea inferior a cuatrocientos Kilogramos por metro cuadrado (400 Kg/m2) salvo que en los planos se indique otra cosa.

Las viguetas y placas alveolares serán de hormigón pretensado, admitiéndose viguetas de perfil completo y semi-viguetas.

6.1.17 CARPINTERÍA DE MADERA

La madera deberá estar bien seca y cepillada. El trillaje de las puertas, cercos, molduras, contracercos, etc. Serán de pino de primera calidad.

Las hojas serán lisas, del tamaño indicado en los planos, y de cuarenta y cinco milímetros (45 mm) de grueso.

El contrachapado será encolado y prensado al armazón y no se permitirá el uso de clavos.

Serán construidas a escuadra, planas y sin alabeos. Serán colgadas en sus marcos de madera y que no rocen en ningún punto al abrirlas.

La carpintería para pintar será de pino de primera calidad, maciza de tablero aglomerado cubierta por ambas caras con chapa de madera de pino Valsain, Soria, Flandes (2ª) o similar, llevará una capa de protección, incolora, y dos manos de pintura al óleo.

La carpintería para barnizar será de madera de primera calidad, maciza de tablero aglomerado cubierta por ambas caras de chapa de madera de Guinea (Embero, Abebay, Sapelly, etc.) llevará una capa de protección y dos manos de barniz.

Tanto los herrajes de colgar como de seguridad, que deberán ser aprobados por el Ingeniero Encargado, los instalará el Contratista, quien inspeccionará y ajustará cada uno y todos los herrajes antes de la recepción de la unidad.

Todas las cerraduras podrán amaestrarse.

6.1.18 FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN

Los bloques de hormigón para las fábricas de cara vista deberán ser perfectamente paralepipédicos, las aristas y esquinas no presentarán roturas o desportillamientos, la textura o dibujo de las caras vistas estarán de acuerdo con lo indicado en los planos; se realizará con árido de machaqueo obtenido de mármol blanco y cemento blanco, al que podrá añadirse el colorante que proceda.

La gama de fabricación deberá contar con piezas accesorias para zunchos, semibloques, etc., se colocarán en hiladas perfectamente horizontales, el mortero de agarre estará formado por arena de río y cemento en la proporción 3:1.

Cualquier corte que sea necesario, deberá ser realizado con máquina radial de disco de carborumdun o diamante. Durante el enfoscado de aleros y revoco de piñones o pintado de ambos, se protegerá con plásticos al objeto de no manchar los paramentos.

En las fábricas de bloques de cara no vista, se admitirán, en un porcentaje reducido, ligeros desportillamientos, que serán fijados discrecionalmente por el Director de Obra.

6.1.19 CERRAJERÍA

La carpintería metálica de puertas estará formada por perfiles de acero galvanizado y chapas de acero galvanizadas. Las chapas exteriores grecadas de e=0,7 mm y las interiores lisas de e=2 mm.

Los herrajes de colgar y seguridad deberán ser de primera calidad y disposición adecuada. Deberán presentarse para su aprobación por el Director de Obra, los modelos de herrajes que hayan de ser utilizados.

En ventanas la carpintería será metálica de chapa de acero galvanizado o aluminio resistente.

Todas las ventanas serán del tipo practicable de corredera.

Cuando sea necesaria la instalación de rejas, estas serán fijas y estarán formadas por barras de acero galvanizado F1120, como mínimo, y cumplir lo prescrito en la norma UNE 108-142-88.

6.1.20 VIDRIERÍA

Los vidrios deberán resistir la acción de los agentes atmosféricos sin experimentar variación alguna, careciendo de manchas, burbujas, grietas o cualquier otro defecto.

Serán completamente planos y transparentes y de espesor uniforme, debiendo estar perfectamente cortados, presentando bordes rectos sin ondulación de ninguna clase.

En caso de ser requerido vidrio laminar, éste estará constituido por dos o más hojas de vidrio estirado o de luna, íntimamente unidas por una película o solución plástica incolora o coloreada. Será resistente al impacto de piedras (tipo Stapid o similar).

6.1.21 PAVIMENTOS

Los pavimentos de baldosa de gres estarán formados por dos capas superpuestas. La capa base será de mortero M-40 sobre cama de arena limpia y la capa superior será de baldosa de gres de 15 a 20 mm de espesor.

6.1.22 PINTURAS

Todas las pinturas utilizadas han de ser de marca garantizada aprobadas, previamente a su aplicación, por el Director de Obra. El pigmento para la pintura de la primera mano de las estructuras metálicas deberá estar constituido por minio de plomo electrolito o imprimación antioxidante equivalente.

6.1.23 CONDUCTORES TRENZADOS

Deberán ir provistos de cubierta de aislamiento, el cual será de polietileno reticulado (PRC).

Se deberán distinguir de otros por lo que deberán ir grabados en tintas blancas o relieves en el exterior.

Las secciones de los conductores serán las determinadas en la Memoria.

Los empalmes deberán realizarse mediante manguitos a compresión y el aislamiento será regenerado con cinta de goma autovulcanizante y recubierta con cinta de PVC.

6.1.24 CONDUCTORES DE COBRE

Estos estarán formados, según la sección, por uno o por varios alambres de cobre, cilíndricos, de buena calidad y resistencia mecánica y libres de todos los desperfectos posibles, así como de imperfecciones.

6.1.25 ABRAZADERAS Y TACOS DE SUJECIÓN

Las abrazaderas serán de placas de acero isoplastificados y de una sola pieza, dotadas de punta de acero roscada.

Las abrazaderas para cable fiador, serán las mismas, de iguales características, pero sin punta de acero.

Los tacos de sujeción se embutirán previa la realización de taladro.

6.1.26 HERRAJES

El cable fiador de acero y de arriostramiento será flexible y galvanizado.

El resto de los herrajes (aprietahilos, grilletes, etc.), serán galvanizados en caliente.

6.1.27 TORRES METÁLICAS

Serán de hierro laminado y responderán a la altura determinada en la Memoria.

Serán galvanizadas en caliente. Las cimentaciones se tendrán que adaptar a lo especificado en el cálculo de estas.

6.1.28 TUBERÍAS DE PVC

El material empleado se obtendrá del policloruro de vinilo técnicamente puro, es decir, aquél que no tenga plastificantes, ni una proporción superior al uno por ciento de ingredientes necesarios para su propia fabricación. El producto final, en tubería, estará constituido por policloruro de vinilo técnicamente puro en una proporción mínima del noventa y seis por ciento

(96%) y colorantes estabilizadores y materiales auxiliares, siempre que su empleo sea aceptable en función de su utilización.

Las características físicas del material de policloruro de vinilo en tuberías serán las siguientes:

- Peso específico de uno con treinta y siete a uno con cuarenta y dos (1,37 a 1,42 kg/dm3) (UNE 1183).
- Coeficiente de dilatación lineal de sesenta a ochenta (60 a 80)
- millonésimas de metro por metro y grado centígrado.
- Temperatura de reblandecimiento no menor de ochenta grados
- centígrados (80° C), siendo la carga del ensayo de un (1) Kilogramo
- (UNE ISO 306).
- Módulo de elasticidad a veinte grados (20° C) veintiocho mil (28.000 kg/cm2).
- Valor mínimo de la tensión máxima (s) del material a tracción quinientos (500) kg/ cm2, realizando el ensayo a veinte más menos un grado centígrado (20± 1° C) y una velocidad de separación de mordazas de seis milímetros por minuto (6 mm/min) con probeta mecanizada. El alargamiento a la rotura deberá ser como mínimo el ochenta por ciento (80%) (UNE 1452).
- Absorción máxima de agua cuatro miligramos por centímetro (4mg/cm2) (UNE 1452).
- Opacidad tal que no pase más de dos décimas por ciento (0,2%) de la luz incidente (UNE 13468).

Los tubos de PVC se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos por la normativa vigente y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento y resistencia de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

6.1.29 EQUIPOS Y MATERIALES ELÉCTRICOS

Todos los equipos y materiales serán de primera calidad, fabricados por una firma de reconocida garantía y responderán a las características especificadas en el Documento de Mediciones. Todos los materiales deberán ser aprobados, previamente, por la Dirección de Obra.

Los conductores serán de cobre electrolítico con doble capa de aislamiento y cumplirán las normas UNE aplicables.

Los tubos de PVC serán de tipo rígido, reforzado, para instalaciones eléctricas, con uniones roscadas y de acuerdo con lo especificado en el Documento de Mediciones.

Las cajas de derivación y conexiones serán de PVC, provistas de conos o racores para el paso de tubos e irán equipadas con bornas de tipo tornillo para conexión de los cables.

7.1.25 OTROS MATERIALES

Los demás materiales que sin especificarse en el presente pliego hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motiva su empleo.

6.2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.2.1 REPLANTEO

El replanteo de las obras se efectuará dejando sobre el terreno señales o referencias, que tengan suficientes garantías de permanencia para que, durante la construcción, pueda fijarse con relación a ellas la situación en planta o altura de cualquier elemento o parte de las obras.

Se tendrá especial cuidado en comprobar "a priori" que la parte más alta del alero o cubierta de los edificios cumple con las distancias de seguridad, rectificándose en caso necesario las elevaciones que figuran en los planos. En caso de que sea preciso modificar alguna elevación, debe comunicarse Director de Obra.

Toda la demolición y reconstrucción o la adaptación, si ésta fuera posible a juicio del Director de Obra, de todas las partes de las obras que no se ajusten a las cotas y rasantes señaladas, tanto por error involuntario como por haber sido movida alguna referencia, será de cuenta Contratista, con la única excepción de que le hubieran sido dados equivocados los planos.

6.2.2 DESBROCES Y LIMPIEZA DEL TERRENO

Consiste en extraer y retirar de las zonas asignadas, todos los árboles, plantas, tocones, maleza, maderas, escombros, basuras, broza o cualquier otro material de desecho o no apto como material.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daños a las construcciones afectadas. Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza.

El arranque de material se realizará con la ayuda de pala o retroexcavadora, vertido sobre camión basculante y llevado hasta lugar de acopio (si lo hubiera) o a vertedero autorizado.

A medida que se vaya excavando, se irá inspeccionando el material resultante, para dictaminar visualmente cuando se ha retirado la capa vegetal, lo cual se cumplirá cuando el contenido de materia orgánica sea inferior al 10%, así como para conocer la profundidad de la misma.

Los tocones con raíces grandes, se retirarán hasta una profundidad de por lo menos un metro por debajo del nivel de explanación final, excepto donde el relleno vaya a tener una altura mayor de un metro. En este caso los tocones se retirarán una profundidad de por lo menos 150 cm.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste a las cotas del proyecto.

6.2.3 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

Las excavaciones a cielo abierto se efectuarán de acuerdo con los planos y hasta la profundidad indicada por el Director de Obra, a la vista de la naturaleza y clase de terreno encontrado.

El arranque de material se realizará con maquinaria adecuada para cada caso (retroexcavadora, pala cargadora, etc), vertido en camión basculante y se desplazará hasta vertedero autorizado o lugar de acopio, según se estime.

Se adoptarán todas las medidas necesarias para evitar la entrada de agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose, ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Si se tuvieran que realizar entibaciones y/o apuntalamientos, estos cumplirán las siguientes condiciones:

- Será realizada por encofradores u operarios de suficiente experiencia como entibadores, dirigidos por un encargado con conocimientos sobre dicho tema.
- Se realizará un replanteo general de la entibación, fijando puntos y niveles de referencia.
- En terrenos buenos, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales hasta una altura entre 60 y 80 cm., colocándose una vez alcanzada esta profundidad una entibación horizontal compuesta por tablas horizontales, sostenidas por tablones verticales, apuntalados por maderas u otros elementos.
- En terrenos buenos con profundidades de más de 1,80 m., con escaso riesgo de derrumbe, se colocarán tablas verticales de 2,00 m., quedando sujeto por tablas horizontales y codales de madera u otro material.
- Si los terrenos son de relleno, o tienen una dudosa cohesión, se entibarán verticalmente a medida que se procede a la excavación de tierras.
- Se protegerá la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía.
- Se regularizará y compactará el fondo de excavación, para evitar las ondulaciones del mismo y obtener un mejor asiento del material a terraplenar.

Los fondos se comprobarán mediante la realización de densidades in situ, según lo establecido en el plan de ensayos, y se limpiarán de todo material suelto o flojo, así mismo serán rellenadas las grietas y hendiduras.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación, no podrá ser mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

Si durante la ejecución de las obras se comprobase la necesidad de variar la excavación prevista, el Director de Obra tomará las resoluciones oportunas, siendo obligación del contratista ejecutar, a los precios ofertados para cada unidad de obra, las excavaciones que se consideren necesarias.

6.2.4 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS

La ejecución se realizará de acuerdo con lo prescrito en el Art. 320 "Excavación de la explanación y préstamos" del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

6.2.5 RELLENOS EN EXPLANACIÓN GENERAL

Los materiales de relleno, salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y serán aprobados por la dirección de obra, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamo si aquellos resultasen inadecuados.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno con presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.

Esta se llevará a cabo por tongadas de material con características homogéneas, las cuales no superan los 20 cm. y en las que se rechazarán los terrones que superen el 40% del espesor de la tongada. Una vez extendida, cada tongada, se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el grado de humedad sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se procederá a su desecación, bien por oreo o por mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días, si es de hormigón.

La ejecución de las obras se realizará según lo dispuesto en el Art.330 "Terraplenes" del P.P.T.G.

6.2.6 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN

El grado de compactación de cualquiera de las tongadas será como mínimo igual al mayor que posea el terreno y los materiales adyacentes situados en el mismo nivel.

La densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal. (UNE 103500:1994).

Cuando se utilicen, para compactar, rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar aquellas.

No se realizará nunca la compactación cuando existan heladas o esté lloviendo.

Se evitará el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y en todo caso se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie dejando huella.

La ejecución de estos trabajos se realizará según lo dispuesto en el Art. 302 "Escarificación y compactación" del P.P.T.G.

6.2.7 CAPAS GRANULARES

La ejecución de las obras, tolerancia de la superficie y limitaciones de la ejecución de esta unidad de obra, se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Art.500 "Zahorras naturales" o en el Art. 501 "Zahorras artificiales" del P.P.T.G.

6.2.8 BASES DE MACADAM

La ejecución de las obras, tolerancia de la superficie y limitaciones de ejecución de esta unidad de obra, se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Art. 502 "Macadam" del P.P.T.G.

6.2.9 DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL

El equipo necesario, realización de las obras y limitaciones de ejecución de esta unidad de obra, estará de acuerdo con lo especificado en el Art. 533 "Tratamientos Superficiales mediante riegos con gravilla" del P.P.T.G.

6.2.10 EXCAVACIÓN Y RELLENOS EN ZANJAS Y CIMIENTOS

La excavación de zanjas y cimientos se ajustará a lo prescrito en el Art. 321 "Excavación en zanjas y pozos", del P.P.T.G.

6.2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS HORMIGONES

El hormigón a emplear será el indicado en planos. Cumplirá lo especificado en todo momento la reglamentación vigente.

6.2.12 FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

El hormigón se hará a ser posible con máquina, pudiendo el Contratista realizarlo en el tajo o transportarlo desde estaciones centralizadas, siempre que el tiempo que transcurra desde el amasado a la puesta en obra sea inferior al cincuenta por ciento (50%) del tiempo necesario

para iniciarse el fraguado. Queda totalmente prohibido añadir agua a las cubas de hormigón fabricado en central.

Los vibradores cuyo empleo es obligatorio siempre, serán suficientemente revolucionados y enérgicos para que actúen en toda la tongada del hormigón que se vibre. Se someterá el sistema de vibrado a la aprobación del director de Obra.

A la salida de las hormigoneras se tomarán muestras, cuando lo disponga el Director de Obra, con las que se confeccionarán probetas cúbicas de veinte centímetros (20 cm) de lado que han de dar cargas de rotura a los veintiocho (28) días que no sean inferiores a las que se indican en los planos.

6.2.13 ENCOFRADOS

Estos son sistemas utilizados como moldes para verter hormigón y dar forma al elemento resultante hasta su endurecimiento. Dada la función que realizan su resistencia y estanqueidad debe estar contrastada a fin de no provocar deformaciones que inutilizarían el elemento resultante.

Estos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Se prohíbe el aluminio en contacto con el hormigón.
- Se humedecerán para que no absorban agua del hormigón depositado.
- Las paredes estarán limpias y no impedirán la libre retracción del hormigón.
- Deberán permitir el correcto emplazamiento de armaduras y tendones.
- Deberán poderse retirar sin provocar sacudidas ni daños en el hormigón
- Los productos de desencofrado han de ser expresamente autorizados.
- En elementos de más de 6 m. se recomiendan disposiciones que produzcan una contra flecha en la pieza hormigonada.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, así como tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Tabla 1 Tolerancias para el encofrado.

ESPESOR (m)	TOLERANCIA (mm)
≤ 0,1	2
0,11 – 0,20	3
0,21 – 0,40	4
0,41 – 0,60	6
0,61 – 1,00	8
≥ 1	10

El montaje se realizará según un orden determinado, dependiendo de la pieza, de la pieza a hormigonar: si es un muro, primero se coloca una cara, después la armadura y, por último, la otra cara; en el caso de pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas, primero el encofrado y a continuación la armadura.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible

Antes de colocar las armaduras se aplicarán los desencofrantes.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos y siempre con la aprobación de la dirección facultativa

Los encofrados en general serán preferentemente de madera o metálicos con rigidez suficiente para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón, ni dejen escapar morteros por las juntas. No se procederá a la retirada de encofrados antes del tiempo que fije el director de Obra.

6.2.14 FÁBRICAS DE HORMIGÓN EN MASA

Las superficies sobre las que haya de ser vertido el hormigón estarán limpias y humedecidas, pero sin agua sobrante. Antes de reanudar el trabajo, después de una interrupción admitida por el director de Obra se limpiarán perfectamente las superficies.

6.2.15 FÁBRICAS DE HORMIGÓN ARMADO

Las altas prestaciones del hormigón se deben a sus características para soportar grandes esfuerzos a compresión, por el contrario, no soportan esfuerzos de tracción, hecho por el cual existen los hormigones armados, estos consisten básicamente en la inclusión, dentro del hormigón en masa, de barras de acero con características geométricas particulares y adaptadas para obtener una alta adherencia con el hormigón.

Los encofrados que hayan de emplearse en las obras de hormigón armado tendrán en cada caso las formas y dimensiones precisas, además de la solidez necesaria para soportar, sin deformación sensible, no sólo el peso y la presión del hormigón que hayan de contener, sino también el de la fábrica que haya de ir elevándose encima.

Los encofrados de todos los elementos se alinearán con gran cuidado y tendrán la forma geométrica que le corresponda sin alabeos ni deformaciones.

Las armaduras pasivas estarán exentas de pintura, grasa o cualquiera otra sustancia que afecte negativamente al acero o a su adherencia al hormigón.

La sujeción podrá realizarse por soldadura cuando esta se elabore en taller con instalación industrial fija, con acero soldable y por personal y procedimiento debidamente cualificados.

Para la sujeción de los estribos, es preferible el simple atado, pero se acepta la soldadura por puntos, siempre que se realice antes que la armadura esté colocada en los encofrados.

- Los separadores se colocarán de la siguiente forma:
  - En elementos superficiales horizontales (losas, forjados y zapatas):
  - Emparrillado inferior, cada 50 diámetros o 100 cm.
  - Emparrillado superior, cada 50 diámetros o 50 cm.
- En muros:
  - Por emparrillado, cada 50 diámetros o 50 cm.
  - Separación entre emparrillados, cada 100 cm.
- En vigas: Cada 100 cm.
- En soportes: Cada 100 diámetros o 200 cm.

Estos no podrán estar constituidos por material de desecho, sino que serán elaborados ex profeso para esta función.

El doblado de armaduras se realizará, en general, en frío y no se admite el enderezamiento de codos.

El enderezamiento de esperas se podrá hacer, si se cuenta con experiencia y no se producen fisuras ni grietas en la zona afectada. No debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección.

Los diámetros de los mandriles para el doblado de las armaduras son los siguientes:

- Para ganchos, patillas y ganchos en U:
  - Diámetro de la barra < 20 mm.
    - B 400 S y B 500 S diámetro 4.
  - Diámetro de la barra > 20 mm
    - B 400 S y B 500 S diámetro 7.
- Para barras dobladas y barras curvadas:
  - Diámetro de la barra < 20 mm.
    - B 400 S diámetro 10
    - B 500 S diámetro 12
  - Diámetro de la barra > 20 mm.
    - B 400 S diámetro 12
    - B 500 S diámetro 14

Las barras para el armado tendrán la calidad y el diámetro indicado en los planos del Proyecto. El director de Obra determinará en cada caso la forma y dimensiones a dar a las uniones de las barras, así como instrucciones referentes a la manera de ejecutarse dichos enlaces.

6.2.16 HORMIGONADO

El hormigón es un producto formado de diferentes componentes a saber; agua cemento, áridos y aditivos. Aunque su función principal es la resistencia a compresión (en la que intervienen los tres primeros) también es necesario tener en cuenta otras variables relativas a las condiciones de vertido y/o ambientales.

Por todo ello, el proyecto debe definir los tipos de hormigones permitidos en cada elemento constructivo y la dirección facultativa definirá, en función de las condiciones de la obra, aquellas características adicionales a cumplir por el suministrador del mismo.

A. Condiciones generales de ejecución.

Salvo indicación en contra en el Pliego de Condiciones del Proyecto, se cumplirán los siguientes aspectos:

- El hormigonado deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.
- Los modos de compactación recomendados serán:
  - Vibrado enérgico – para hormigones de consistencia SECA.
  - Vibrado normal – para consistencias PLASTICA y BLANDA
  - Picado con barra – para consistencia FLUIDA.
- Sea cual sea el modo de compactación, se evitará la segregación de los diferentes componentes del hormigón.

- Las juntas de hormigonado se situarán en dirección normal a las tensiones de compresión.
- Cuando se emplee vibrador de superficie, el espesor de la tongada no será mayor de 20 cm.
- No se hormigonará sobre las juntas de hormigonado sin la aprobación de la Dirección de Obra ni sin su previa limpieza.

Cuando esta actividad se desarrolle en TIEMPO FRIO:

- La temperatura del hormigón antes del vertido no será menor de 5º C, ni se verterá sobre encofrados o armaduras a temperatura inferior a 0º C.
- Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que la temperatura ambiente bajará de 0º C en las 48 horas siguientes.
- El empleo de aditivos anticongelantes, precisará la autorización expresa de la Dirección de Obra.
- Se demolerá toda la fábrica en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas.

Cuando esta actividad se desarrolle en TIEMPO CALUROSO:

- Se evitará la evaporación del agua de amasado.
- Una vez vertido el hormigón se protegerá del sol.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura sea mayor de 40º C o haya viento excesivo.

El hormigonado se continuará una vez que el director de Obra o representante suyo haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no haya sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada.

En cualquier caso, no se permitirán interrupciones en el hormigonado de cimentaciones importantes, tales como cimentación del auto- trafo, cimentación de pórticos de amarre, etc.

B. Condiciones de curado del hormigón

Tras el vertido el hormigón, este comienza a endurecerse hasta conseguir unos valores de resistencia nominales a los 28 días. Durante dicho periodo, el proceso producido, provoca un alto desprendimiento de calor y por consiguiente una rápida evaporación del agua contenida.

Para equilibrar el contenido de agua se somete al proceso de curado consistente básicamente en el lavado o riego de su superficie durante un periodo no inferior a los 3 días y con las siguientes condiciones:

- Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse un curado intensivo (riego intenso).
- Se podrá efectuar por riego directo sin que se produzca deslavado.
- El agua empleada cumplirá en todo momento la reglamentación vigente, aunque en general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.
- Como alternativa, se podrán utilizar protecciones que garanticen la retención de la humedad inicial y no aporten sustancias nocivas.
- Se deberán tener presente las condiciones ambientales para que la humedad relativa no sea inferior al 80%.

6.2.17 CUNETAS

La ejecución de cunetas se hará de conformidad con los planos del proyecto. La excavación se ejecutará según lo dispuesto en el Art. "Excavación y relleno de zanjas y cimientos" del presente pliego.

6.2.18 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras están formadas por elementos metálicos, de formas variadas, que unidas entre sí forman un conjunto resistente que lo hace adecuado a diferentes usos, de acuerdo con las características y condiciones de funcionamiento del componente que soportan.

A continuación, se describen los diferentes pasos que conforman la prefabricación y el montaje de tales elementos.

Requisitos previos

Con anterioridad al inicio de los trabajos se habrán cumplido los siguientes requisitos:

- Replanteo topográfico: Se verificará las existencia y características de los apoyos (cantidad, alineaciones y nivelaciones, pernos embebidos, etc.) que posteriormente van a servir de sustentación de las diferentes estructuras a instalar.
- Control dimensional: Se verificarán que los pernos de las placas base coinciden en distancias y dimensiones a los taladros de las estructuras correspondientes.

Condiciones de los materiales

Estos se ajustarán a los indicados en proyecto, debiendo ser aprobados específicamente en caso de alteración.

Las características mecánicas y químicas deben ser documentadas mediante certificado, debiendo poderse identificar esta, en todas las etapas de la fabricación y el montaje.

La identificación puede basarse en registros documentados para lotes de productos signados a un proceso común de producción, debiendo, cada componente tener una marca indeleble que no produzca daño y resulte visible tras finalizar la instalación.

Los elementos estructurales deben manipularse y almacenarse de forma segura, evitando que se produzcan deformaciones permanentes. Cada componente debe protegerse de posibles daños en los puntos de sujeción para manipulación y se almacenarán apilados sobre el terreno, pero sin contacto con él.

Prefabricación de estructuras

- Corte. Este se realizará por medio de sierra o cizalla. El corte térmico (oxicorte) solo se utilizará previa aprobación y siempre que este no produzca irregularidades y se hayan eliminado los restos de escoria producida.

  Los ángulos entrantes y entallas tendrán un acabado redondeado, con un radio mínimo de 5 mm.

  Los cortes deberán realizarse normales a los perfiles a no ser que se indique lo contrario. Los bordes deberán quedar perfectamente planos y sin rebaba ni bordes salientes o cortantes. En el caso de estructuras galvanizadas, se volverá a galvanizar la parte afectada a menos que el director de Obra autorice otra cosa.

- Perforado. Los agujeros se realizarán mediante taladrado y no se permitirá el punzonado salvo aprobación explícita indicando lo contrario.

  Se eliminarán las rebabas antes del ensamblaje, no siendo necesario separar las diferentes partes cuando los agujeros están taladrados en una sola operación, a través de dichas partes unidas firmemente entre sí.

- Empalmes. No se permitirán más empalmes que los establecidos en el proyecto.

  Si la separación de las superficies de apoyo supera los valores establecidos, podrán utilizarse cuñas o forros adecuados, no debiéndose utilizar más de tres en cualquier punto y pudiéndose fijar su posición mediante soldaduras en ángulo o a tope con penetración parcial.

- Soldeo. La realización del soldeo se llevará a cabo en las siguientes condiciones:

  - Los procesos empleados serán homologados de acuerdo con la norma UNEEN 288 cualificados antes de la realización de los trabajos correspondientes.
  - Los soldadores deben estar cualificados y certificados por un organismo acreditado de acuerdo con la norma UNE EN 287-1 y con las limitaciones que en la misma se indican.
  - Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijados mediante dispositivos adecuados, así como ser accesibles para el soldador.

  Se comprobará que las dimensiones finales están dentro de las tolerancias.

  Los dispositivos provisionales para el montaje deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza. Las soldaduras que se utilicen deben ejecutarse siguiendo las especificaciones generales y, si se cortan al final del proceso, la superficie del metal base debe alisarse por amolado.

- Uniones atornilladas. Este tipo de unión se realizará, cuando esté indicada en proyecto y de acuerdo con los siguientes requisitos:

  - La espiga del tornillo debe salir de la rosca de la tuerca después del apriete y entre la superficie de apoyo de la tuerca y la parte no roscada de la espiga, además de la salida de rosca, debe haber, al menos, un filete de rosca completo.
  - Cuando la unión disponga tornillos en vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
  - Para asegurar las tuercas, no serán precisas medidas adicionales al apriete normal, ni se deben soldar, salvo indicación en contra en el proyecto.

- Tratamientos de protección. Todas las estructuras, salvo indicación en contra, serán tratadas mediante galvanizado en caliente de acuerdo con UNE EN ISO 1461:1999, para lo que dispondrán de un procedimiento específico y debidamente aprobado.

  El espesor medio de galvanizado, medido por método magnético, no será inferior a 70 µm, no debiendo observarse ningún valor puntual inferior a 50 µm.

<u>Montaje de estructuras</u>

El montaje se iniciará con la nivelación de las placas base de los diferentes elementos estructurales.

Para este trabajo se utilizará un camión-grúa o similar, mediante la cual se estribará la cabeza del elemento hasta la posición de apoyo, teniendo en cuenta la orientación de la misma.

Una vez fijado el elemento con tuercas al anclaje soltaremos el estribado, comprobando la alineación y nivelación de la estructura y procediendo posteriormente al apriete definitivo del anclaje de la misma.

Como medida de seguridad, todos los extremos de los perfiles, hasta una altura de 1,80 m., se protegerán con elementos engomados o similar.

El material deberá transportarse y manejarse con cuidado para evitar torceduras o daños.

No podrán montarse sino siete (7) días después de colocar el hormigón. En tiempo excepcionalmente frío, la decisión de montar estructura la tomará el Director de Obra.

Todas las sales corrosivas y otros materiales extraños depositados o adheridos a la estructura con anterioridad o durante el montaje de ellas, deberán ser eliminadas, no pudiendo instalarse miembros doblados, torcidos, oxidados o dañados.

6.2.19 ARMADO E IZADO DE APOYOS METÁLICOS

El transporte de todos los materiales a la obra se realizará con el mayor cuidado, e intentando evitar al máximo los posibles desperfectos que pudieran acontecer.

En caso de dobleces de barras, éstas se enderezarán en caliente. Los taladros que se tengan que realizar, se harán con punzón o carraca, nunca por sopletes. Los taladros que no se usen, se cerrarán por medio de soldadura. En caso de que haya que aumentar el diámetro de estos, se hará por mediación del escariador. Se deberán eliminar las rebabas de estos.

Para el armado se empleará puntero y martillo para que coincidan las piezas que se unen, pero con cuidado para no agrandar el taladro.

Se aconseja armar en tierra el mayor número posible de piezas.

El izado deberá hacerse sin originar deformaciones permanentes sobre elementos que componen el apoyo.

Cuando la torre está izada, se hará un repaso general del ajuste de los componentes.

Los postes de hormigón se transportarán en vehículos preparados al efecto, y, al depositarlos se hará en un lugar llano y con sumo cuidado en evitación de deformaciones de estos.

Todas las piezas deberán estar recubiertas de material blando y flexible (gomas naturales o sintéticas).

6.2.20 TENDIDO, TENSADO Y REGULADO DE LOS CONDUCTORES

Los cables deberán tratarse con el mayor cuidado para evitar deterioros, lo mismo que las bobinas donde se transportan.

En la hora de desenrollar los cables se debe cuidar que no rocen con el suelo.

Para ejercer la tracción se pueden emplear cuerdas pilotos, pero deben ser las mismas del tipo flexible y antigiratorias, montando bulones de rotación para compensar los defectos de la torsión. Si se produce alguna rotura en los hilos de los cables, por cualquier causa, se deberán colocar manguitos separatorios.

Todo el tendido y tensado de los conductores se realizará conforme a la tabla de tendido proporcionada por el proyectista, y conforme a las características climatológicas a las que se va a realizar la operación.

- **Poleas de tendido:** Para cables de aluminio, éstas serán de aleación de aluminio. El diámetro será entre 25 y 30 veces el diámetro del cable que se extienda. Esta polea estará calculada para aguantar esfuerzos a que deba ser sometida.
- **Tensado:** Este deberá realizarse arriostrando las torres de amarre a los apoyos de hormigón de anclajes en sentido longitudinal. El tensado de los cables se hará por medio de un cable piloto de acero en evitación de flexiones exageradas. Todos los aparatos para el tensado deberán colocarse a distancia conveniente de la torre de tense, para que el ángulo formado por las tangentes del piloto al paso por la polea no sea inferior a os 150 grados.
- **Regulado:** Toda línea se divide en trozos de longitudes variables según situación de vértices. En el perfil longitudinal se definen los vanos y en los cálculos las flechas de cada uno de ellos, y al mismo se deberá adaptar.

6.2.21 CADENAS DE AISLADORES

Estos se limpiarán cuidadosamente antes de ser montados. Se tendrá especial cuidado en su traslado y colocación para que no sufran desperfectos los herrajes que unen las cadenas.

6.2.22 FÁBRICAS DE LADRILLO

Antes de su colocación en obra los ladrillos deberán ser saturados de humedad, aunque bien escurridos del exceso de agua con objeto de evitar el deslavamiento de los morteros. Deberá demolerse toda la fábrica en que el ladrillo no hubiese sido regado o lo hubiese sido insuficientemente a juicio del Director de Obra.

El asiento del ladrillo se efectuará por hileras horizontales, no debiendo corresponder en una mismo vertical las juntas de dos hileras consecutivas.

Para colocar los ladrillos una vez limpios y humedecidas las superficies sobre las que han de descansar, se echará un mortero de doscientos cincuenta Kilogramos (250 kg) de cemento Portland por metro cúbico de arena, y en cantidad suficiente para que comprimiendo fuertemente sobre ladrillo y apretando además contra los inmediatos, queden los espesores de juntas señalados y el mortero refluya por todas partes.

Las juntas en los paramentos que hayan de enlucirse o revocarse quedarán sin rellenar a tope, para facilitar la adherencia del enlucido que completará el relleno y producirá la impermeabilización de la fábrica de ladrillo.

6.2.23 FORJADOS

Los elementos integrantes serán suministrados por un fabricante de reconocida solvencia y que cuente con las preceptivas autorizaciones de uso, ajustándose las sobrecargas estrictamente a las empleadas en Proyecto.

Antes de su colocación en obra deberán someterse a las comprobaciones que a continuación se indican:

Se rechazarán aquellos elementos cuyas dimensiones transversales difieran de las previstas en más de cinco milímetros (5 mm) por exceso y dos milímetros (2 mm) por defecto. Igualmente se rechazarán cuando la longitud difiera de la solicitada en más de más / menos dos centímetros (2 cm). Asimismo, serán desechadas aquellas piezas que presenten rebabas en algún borde, coqueras de más de un centímetro (1 cm) de dimensión máxima, aristas desportilladas, caras deterioradas, armadura visible en algún trozo, señales y fisuras.

6.2.24 GUARNECIDOS

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin posterior adición de agua, siempre se guarnecerá con yeso vivo.

Antes de comenzar los trabajos, se limpiará y humedecerá la superficie que se va a revestir.

No se realizará el guarnecido, cuando la temperatura ambiente en el lugar de utilización de la pasta sea inferior a cinco grados centígrados (5° C).

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos. En los rincones, esquinas y guarniciones de huecos se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de yeso.

La distancia horizontal entre maestras de un mismo paño no será superior a tres metros (3 m).

Las caras vistas de las maestras de un paño estarán contenidas en un mismo plano vertical. A continuación, se extenderá la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas.

La superficie resultante será plana, vertical y estará exenta de coqueras.

6.2.25 ENLUCIDOS Y ENFOSCADOS

El espesor mínimo para enlucidos será de milímetro y medio (1,5 mm), mientras que para los enfoscados será de veinte milímetros (20 mm) como mínimo.

Sobre ladrillo y mampostería se ejecutarán embebiendo previamente de agua la superficie de la fábrica. Los enfoscados sobre hormigones se ejecutarán, si es posible, cuando éstos se encuentren frescos todavía, rascando previamente la superficie para obtener una buena adherencia.

Los enfoscados con mortero de cemento se realizarán con mortero de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg.) de cemento por cada metro cúbico de arena en interiores y de trescientos kilogramos (300 kg.) en exteriores.

Los enfoscados se mantendrán húmedos por medio de riegos muy frecuentes durante el tiempo necesario, para que no sea de temer la formación de grietas por desecación.

Se levantará, picará y rehará por cuenta del Contratista todo enfoscado que presente grietas, o que por el sonido que produzca al ser golpeado o por cualquier otro indicio, haga sospechar que está parcialmente desprendido del paramento de la fábrica.

6.2.26 CARPINTERÍA DE MADERA

Se ajustará a las dimensiones definidas en los planos.

Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de cinco centímetros (5 cm) para anclaje en el pavimento.

Los contras cercos vendrán de taller montados, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las patillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de cincuenta centímetros (50 cm) y de los extremos de los largueros a veinte centímetros (20 cm), debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.

Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

En las hojas y cercos se realizarán las entalladuras necesarias para la colocación de los herrajes. La hoja quedará nivelada y aplomada mediante cuñas.

El cerco se fijará al contra cerco mediante tornillos, utilizándose cuñas de madera o tiras de tablero contrachapado para su ajuste.

Los tapajuntas se fijarán con juntas de cabeza perdida botadas y emplastecidas.

Los encuentros se realizarán a inglete.

6.2.27 CERRAJERÍA

Se ejecutarán con los perfiles indicados en los planos. Todas las uniones se realizarán a inglete o en ángulo recto, según proceda, utilizando herrajes al efecto.

Los cercos de puerta se fijarán a precercos metálicos anclados en la fábrica vista.

6.2.28 VIDRIERÍA

Los vidrios de toda clase de ventanas, puertas o bastidores diversos serán del tipo indicado en los planos y se montarán ajustándolos cuidadosamente al hueco en que hayan de encajar.

La fijación se llevará a cabo en la forma y con el material que se indica en los planos correspondientes.

La silicona de sujeción del cristal se aplicará con pistola, rellenando perfectamente el ángulo entre cristal y bastidor a cuarenta y cinco (45) grados con la superficie, evitándose cualquier rebaba.

6.2.29 PAVIMENTOS

El mortero de agarre deberá extenderse sobre la superficie de la capa de nivelación, formando un lecho lo suficientemente denso para soportar el peso de las baldosas sin fluirse por las juntas. Terminada la colocación de baldosas se verterá en las juntas una pasta de igual coloración y calidad que las que forma la baldosa. Una vez seca esta pasta y nunca antes de los ocho (8) días de haberla

extendido, se procederá al pulido y abrillantado del pavimento mediante máquina, dejándolo totalmente liso y brillante.

El solado deberá formar una superficie totalmente plana y horizontal con perfecta alineación de las juntas.

Se impedirá el paso por los solados hasta pasados cuatro (4) días de su ejecución.

Si fuera indispensable transitar sobre ellos, se tomarán las medidas precisas para evitar perjudicarlos, disponiendo tableros de paso sobre ellos.

6.2.30 PINTURAS

Todas las superficies sobre las que se ha de aplicar la pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc. y perfectamente secas. Las superficies de madera después de limpias serán lijadas, emplastecidas, y lijadas de nuevo para igualar la superficie. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas o tratadas a chorro de arena, según se indique en los planos de Proyecto.

El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro (24) horas antes de aplicarse la siguiente.

Todo terminado será uniforme en cuanto a color y lustre.

Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio.

6.2.31 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Todas las soldaduras de la red de tierra enterrada serán de tipo aluminotérmico y se realizarán dé acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados.

Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico.

En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80 % del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión de pletina o de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90°, en cruz o en empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de

todas las operaciones necesaria para la ejecución de la conexión. En el precio se incluyen todos los medios auxiliares y trabajos complementarios para su ejecución.

6.2.32 ALUMBRADO Y FUERZA EN EDIFICIOS

Se seguirán las indicaciones de los fabricantes de los equipos a instalar y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y disposiciones complementarias.

6.2.33 MATERIALES Y/O UNIDADES DE OBRA QUE NO CONTEMPLA EXPRESAMENTE ESTE PLIEGO

Los materiales y/o unidades de obra no contemplados de manera expresa en este Pliego, deberán atenerse (en los diferentes apartados de construcción, control y valoración), a lo preceptuado en la Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) del Ministerio de Fomento.

6.2.34 LIMPIEZA DE OBRAS

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Director de Obra.

6.3 PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones fijadas en el presente pliego, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el laboratorio que estime adecuado.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista y se hallan comprendidos en los precios del presupuesto.

La Propiedad se reserva el derecho de inspeccionar las obras e instalaciones mientras se realizan los trabajos.

El hecho de que La Propiedad o sus Representantes hayan realizado inspecciones o testificado pruebas o no hayan rechazado cualquier parte de la obra no eximirá al Contratista la responsabilidad de realizar los trabajos de acuerdo con los requisitos del contrato.

6.4 NORMATIVA APLICABLE

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluirá en el proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución.

Todas las instalaciones eléctricas cumplirán las Normas UNE, las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El Contratista cumplirá fielmente todas las indicaciones que, respecto a la ejecución de las obras, dimensiones, etc. señale el Director de Obra durante él transcurro de las mismas.

6.5 INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

Una vez terminado las obras y cuando así se especifique en el alcance, el contratista facilitará una colección completa de los planos del proyecto sobre las que se indicarán las variaciones efectuadas durante las obras. Dichas colecciones serán "plano de obra ejecutada".

6.6 REGISTROS DE CALIDAD

Las obras estarán sujetas a un programa de control de calidad de acuerdo con las Condiciones de Inspección correspondientes, definidas por LA PROPIEDAD.

6.7 GARANTÍAS

El Contratista garantizará todo su trabajo y suministros realizados contra cualquier clase de fallo o deterioro, por un período definido en las condiciones comerciales, desde la fecha de puesta en servicio de las mismas.

La obligación del Contratista bajo estas garantías será subsanar, en el menor tiempo posible, todos los defectos de las instalaciones realizadas que se produzcan dentro del período definido en las condiciones comerciales desde la fecha de su puesta en marcha, con tal de que LA PROPIEDAD mande al Contratista notificación por escrito y pruebas satisfactorias de tal defecto. Si parte de la instalación después de ser investigada resulta ser prueba defectuosa, el Contratista cargará con todos los gastos que origine la reparación del defecto.

La garantía que cubra cualquiera de las partes de la instalación que sea reemplazada o reparada por el Contratista bajo las condiciones anteriores, se hará efectiva de nuevo por un período definido en las condiciones comerciales.

7 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

7.1 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

Esta Capítulo cubre, según el caso, los trabajos de suministro, transporte, carga o descarga en obra, desmontaje, montaje, instalación y pruebas, de los materiales y equipos que se indican.

El aumento o disminución en el alcance del trabajo no afectará a los precios unitarios.

- A efectos de la realización de los trabajos de montaje, el Contratista suministrará:
- Todos los materiales necesarios que no sean proporcionados por LA PROPIEDAD, según figure en el documento de Mediciones que acompañe a los planos constructivos.
- Toda la mano de obra directa e indirecta para la ejecución del trabajo.
- Toda la maquinaria y medios auxiliares para la completa ejecución del trabajo.
- Cualquier otro elemento adicional que fuese necesario para la ejecución total del trabajo, no incluido específicamente en las Mediciones.
- También se realizarán todos los trabajos, aparte de los indicados, que sean necesarios para la terminación del trabajo, según los planos constructivos.

En el alcance del montaje se incluyen:

- En materiales suministrados por el contratista, el transporte, descarga, almacenamiento, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En materiales suministrados por LA PROPIEDAD, la descarga, almacenamiento, control, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En este Capítulo se incluyen los siguientes trabajos en el Parque y edificios auxiliares:
  - Implantación en obra.
  - Montaje de la estructura metálica de los paneles.
  - Montaje de equipos y conexiones entre aparatos.
  - Puesta a tierra de equipos y estructura metálica.
  - Instalación de los sistemas de detección de incendios y anti intrusismo en edificio de mando.
  - Montaje de cuadros de servicios auxiliares.
  - Instalación de las comunicaciones por fibra óptica.

- Montaje de instalaciones de alumbrado y fuerza en el parque intemperie y edificio de mando.
- Montaje de grupo electrógeno.

El Contratista dispondrá de maquinaria, utillaje y en general de toda clase de medios auxiliares, adecuados a la realización de su función en el montaje. Dichos equipos estarán en buenas condiciones de funcionamiento, serán de calidad reconocida y estarán dotados de las máximas condiciones, de seguridad en cuanto a posibles accidentes.

El Contratista se responsabilizará de facilitar cualquier material, trabajo o servicio complementario, que sea razonablemente necesario para la realización del montaje y buen funcionamiento de las instalaciones, se encuentre o no indicado explícitamente en el Proyecto.

Aquellos materiales que hayan de ser empleados en obra, y no estén incluidos explícitamente en el Proyecto, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin haber sido aprobados por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen a su juicio las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objetivo que motiva su empleo.

7.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MECÁNICAS Y CONSTRUCTIVAS

7.2.1 GENERALIDADES

- Los montajes de toda la instalación se efectuarán de acuerdo con las recomendaciones de fabricantes, planos de la ingeniería y siguiendo las recomendaciones de esta especificación.
- Antes del inicio de los trabajos, el contratista examinará las condiciones en que se encuentran las instalaciones que afectan a su trabajo, indicando a la Dirección de Obra cualquier anomalía que encuentre. Las modificaciones, ajustes, etc., que se deben efectuar por la omisión de este requisito, serán por cuenta del contratista.
- Si el contratista pretende utilizar los servicios de otros sub-contratistas, será requisito imprescindible la aprobación por parte de LA PROPIEDAD.
- Todo el tiempo que sea necesario utilizar para la asistencia a reuniones de planificación, coordinación y preparación de trabajos, referentes al alcance del Proyecto, por parte del Contratista, se efectuará sin cargo alguno para LA PROPIEDAD.
- El contratista deberá facilitar a la Dirección de obra para su aprobación, toda la documentación técnica de equipos y materiales objeto de su suministro, indicando características, dimensiones, marcas, modelos, planos, etc. antes de proceder a su compra.
- El contratista se responsabilizará al finalizar las diferentes fases de montaje de proteger y limpiar adecuadamente, las diversas zonas o equipos. Asimismo, diariamente deberá dejar las áreas en curso de montaje en perfecto orden de limpieza. En caso de detectar anomalías o deterioros en equipos o materiales, cuyas causas sean imputables al contratista, éste se hará cargo de todos los costes económicos de desmontajes, reparaciones, etc.
- En caso de que el contratista necesite efectuar taladros en estructuras o fundaciones, taladros en muros, soldaduras, etc. para la colocación de andamios, soportes provisionales y operaciones adicionales para el montaje, necesitará la previa autorización de la Dirección de Obra.
- En los trabajos de desmontaje de elementos que vayan a ser reutilizados, todo el pequeño material, tornillos, etc., que se deteriore deberá ser tenido en cuenta para su reposición y suministro por el contratista para su disponibilidad en futuras operaciones de montaje.

- Queda expresamente prohibido para la realización de ajustes de alineación, nivelación, aplanado, etc., en montaje de estructuras o equipos, la aplicación de calor o aprietes excesivos, debiendo quedar todas las uniones libres de tensiones.
- Toda la tornillería, tuercas y arandelas que se utilicen en el montaje serán de acero inoxidable, salvo indicación expresa en contra.
- En conexiones y piezas de conexión se empleará pasta conductora de características apropiadas, que deberá previamente ser aprobada por La Dirección de Obra. El apriete de las piezas de conexión se realizará con llave dinamométrica siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Todas las superficies sobre las que haya que aplicar pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc., y perfectamente secas. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas y tratadas. Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio. El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro horas antes de aplicar la siguiente. La superficie tendrá un acabado uniforme en cuanto a color y lustre.
- No se considerará recepcionado por parte de LA PROPIEDAD ningún equipo o material suministrado por el contratista, hasta su puesta en servicio.
- Con carácter general, el contratista deberá:
  - Iniciar cualquier trabajo, que dentro del alcance del contrato encomiende la supervisión de obra de LA PROPIEDAD.
  - El hecho de que un trabajo genere un coste extra no será justificación para no realizarlo.
  - Utilizar formatos para la presentación de certificaciones que previamente apruebe LA PROPIEDAD.
  - Presentar presupuesto, para cualquier otro trabajo no incluido en el Proyecto que pueda ser requerido.
  - Cualquier trabajo de este tipo, que se realice sin previa autorización del presupuesto podrá ser no considerado como cargo extra.

7.2.2 IMPLANTACIÓN DE OBRA

- El Contratista ubicará su taller y almacén en la zona de las dependencias que le asigne la Dirección de Obra.
- El Contratista suministrará una caseta para las oficinas de Dirección de Obra debidamente equipada.
- El Contratista deberá suministrar y montar toda la red de fuerza y alumbrado provisional, con todo el equipamiento necesario para la realización de los trabajos de montaje hasta la finalización de la obra, de acuerdo con la documentación adjunta.

7.2.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT)

Hace referencia el presente capítulo al centro de transformación para evacuación de la energía de agrupaciones de paneles. Así, el CT contendrá los siguientes equipos:

- El transformador elevador de potencia.
- Equipos de Media Tensión.
- Cuadros de protección AC.

Se deberá incorporar en su interior el esquema de distribución eléctrica necesario.

Tendrán las siguientes características en su diseño:

- Ventilación optimizada.
- Puertas de acceso a cada recinto.
- Puertas de acceso de personal.
- Entradas de cable diseñadas para facilitar la curvatura del cable.

Estarán preparados para poder funcionar con total garantía en las siguientes condiciones de servicio:

- Humedad relativa del aire: 100%.
- Temperatura del aire:
  - Mínima -15 ° C.
  - Máxima +50° C.
- Valor máximo medio diario +40° C.

Se realizará una adecuada puesta a tierra.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

El acceso estará restringido al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso exclusivo del personal de mantenimiento.

7.2.4 INVERSOR

El inversor es el elemento encargado de realizar las siguientes funciones:

- Transformar la corriente continua en alterna
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico
- Protección (tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, baja potencia de paneles fotovoltaicos, sobretensiones, etc…)

El inversor emplea la técnica de seguimiento del punto de máxima potencia del panel (MPPT), que permite obtener la máxima eficiencia posible del generador fotovoltaico en cualquier circunstancia de funcionamiento.

El equipo permite el funcionamiento tanto en modo automático como en modo manual. En modo automático se realiza constantemente el seguimiento del punto de máxima potencia del panel. En modo manual es el usuario el que determina el punto de trabajo del panel, en el cual el sistema trabajará de forma constante.

La forma de onda de la corriente inyectada a la red eléctrica convencional es idéntica a la de la tensión de salida, con un factor de potencia unitario en cualquier condición de funcionamiento.

El inversor será adecuado para instalación intemperie, nivel de protección mínimo IP54, y su integridad y buen funcionamiento garantizado para toda la vida de la instalación fotovoltaica.

7.2.5 TRANSFORMADOR ELEVADOR

En el centro de transformación (15/0,8 kV) de 1.250 kVA se instalará un transformador trifásico en aceite, idénticos, de llenado integral (ONAN) según la norma EN 60.076.

Sus características principales serán:

- Potencia ..... 1.250 kVA
- Impedancia de cortocircuito ..... 6 %
- Normas UNE
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Relación de transformación (kV) .....0,80/15±2.5%
- Tensión del secundario .....800 V
- Tensión de ensayo aplicada .....50Hz 50kV (eff)
- Impulso 1,2/50µs-25kV
- Grupo de conexión Dy11

Dispondrán de una placa de identificación, donde se indique el nombre del fabricante, tipo de transformador, número de serie, potencia y frecuencias nominales, tensiones y peso.

Estos transformadores serán sometidos como mínimo a los siguientes ensayos, de acuerdo con las normas, UNE-EN 60076:

- Medición de la resistencia de los arrollamientos.
- Determinación de la relación de transformación y control de grupo de
- conexión.
- Determinación tensión cortocircuito.
- Determinación pérdidas en carga.
- Determinación pérdidas y corriente en vacío.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Ensayo de onda de choque.
- Medida de nivel de ruido.
- Verificación de sistemas de protección.

7.2.6 CELDAS DE MT

Dentro del centro de transformación, se alojarán las celdas de Media Tensión.

El sistema estará formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con función de línea y protección mediante interruptor, aislamiento y corte integral en SF6, cuyos embarrados se conectan utilizando los denominados "conjuntos de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, ...).

En función de la secuencia de colocación de la CT dentro del circuito al que pertenezca, se instalarán las siguientes celdas:

- CT-01:
  - 1 celda de línea.
  - 1 celda de protección de trafo.

  Las características generales de las celdas serán las siguientes:

TENSIÓN NOMINAL (KV)	24
NIVEL DE AISLAMIENTO A FRECUENCIA INDUSTRIAL (1 MIN):	
A TIERRA ENTRE FASES (KV)	50
A LA DIST. DE SECCIONAMIENTO (KV)	60
IMPULSO TIPO RAYOS:	
A TIERRA Y ENTRE FASES (KV)	125
A LA DIST. DE SECCIONAMIENTO (KV)	145

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

Celdas de línea

La función de las celdas de línea es recibir y transportar la energía eléctrica generada desde los paneles fotovoltaicos de cada subcampo, una vez transformada y elevada a 10 kV. En función de la situación del CT en el circuito, la energía eléctrica transportada será la generada por su propio subparque únicamente, o bien, la acumulada de su propio subparque y los anteriores de un mismo circuito.

Estará constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorporará en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presentará también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Las características de las celdas de línea proyectadas serán las siguientes:

- Tipo: Celda de línea con interruptor-seccionador.
- Instalación: Interior.
- Construcción: envolvente metálica modular.
- Dimensiones aproximadas: 370 mm de ancho x 850 mm de fondo x 1800 mm de alto.
- Peso: 160 kg de peso, aproximadamente.
- Tensión de aislamiento: 24 kV.
- Aislamiento: SF6.

Nivel de aislamiento:

- A frecuencia industrial (1 min): 50 kV.
- A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Impulstipraya tierra y entre fases (kV cresta): 125 kV.
- A la distancia de seccionamient(kV cresta): 145 kV.

Corte:

- Mediante Interruptor:

- Tensión nominal: 24 kV.
- Capacidad de ruptura: 630 A.
- Intensidad de cortocircuito:16 kA
- Capacidad de cierre: 40 kA.

- Mediante seccionador:
  - Intensidad de cortocircuito:16 kA
  - Capacidad de cierre: 40 kA.
- Mando del interruptor- seccionador
- Conexión cables potencia: inferior-frontal mediante bornas enchufables.
- 3 Captadores capacitivos para detección de tensión en cables acometida.

Celdas de protección del trafo

La función de las celdas de protección del trafo es realizar la protección y maniobra de los transformadores elevadores de potencia.

Estará constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un interruptor automático de corte en SF6.

Presentará también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Las características de las celdas de protección proyectadas serán las siguientes:

- Tipo: Celda de protección de trafo.
- Instalación: Interior.
- Construcción: envolvente metálica modular.
- Dimensiones aproximadas: 480mm de ancho x 850mm de fondo x 1800mm de alto.
- Peso: 250 kg de peso, aproximadamente.
- Tensión de aislamiento: 24 kV.
- Aislamiento: SF6.
- Nivel de aislamiento:
  - A frecuencia industrial (1 min): 50 kV.
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
  - Impulso tipo raya tierra y entre fases (kV cresta): 125 kV.
  - A la distancia de seccionamiento (kV cresta): 145 kV.

- Corte:

  Mediante interruptor automático con corte en SF6:
  - Tensión nominal: 24 kV.
  - Capacidad de ruptura: 630 A.

- Intensidad de cortocircuito:16 kA
- Capacidad de cierre: 50 kA.

Mediante seccionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesta tierra)

- Mando del interruptor automático tipo RAMV
- Mando del seccionador
- Relé de protección.
- Conexión cables potencia: inferior-frontal mediante bornas enchufables.
- 3 captadores capacitivos para detección de tensión en cables acometida

Celdas de medida

La función de las celdas de medida mediante los transformadores de tensión e intensidad medirán la energía eléctrica, tanto la tensión como la corriente, generada desde los paneles fotovoltaicos de cada subcampo.

Estará constituida por un módulo metálico que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida.

Las características de las celdas de línea proyectadas serán las siguientes:

- Tipo: Celda de medida.
- Instalación: Interior.
- Construcción: envolvente metálica modular.
- Dimensiones aproximadas: 750 mm de ancho x 850 mm de fondo x 1800 mm de alto.
- Peso: 160 kg de peso, aproximadamente.
- Conexión cables potencia: inferior-frontal mediante bornas enchufables.
- 3 transformadores de tensión (TT's)
- 3 transformadores de intensidad (TI's)

Celdas de protección general

La función de las celdas de protección general es realizar la protección general del centro de transformación.

Estará constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un interruptor automático de corte en SF6.

Las características de las celdas de protección proyectadas serán las siguientes:

- Tipo: Celda de protección general.
- Instalación: Interior.
- Construcción: envolvente metálica modular.
- Dimensiones aproximadas: 480mm de ancho x 850mm de fondo x 1800mm de alto.
- Peso: 250 kg de peso, aproximadamente.
- Tensión de aislamiento: 24 kV.

- Aislamiento: SF6.
- Nivel de aislamiento:
  - A frecuencia industrial (1 min): 50 kV.
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
  - Impulso tipo raya tierra y entre fases (kV cresta): 125 kV.
  - A la distancia de seccionamiento (kV cresta): 145 kV.
- Corte:

  Mediante interruptor automático con corte en SF6:
  - Tensión nominal: 24 kV.
  - Capacidad de ruptura: 630 A.
  - Intensidad de cortocircuito:16 kA
  - Capacidad de cierre: 50 kA.

  Mediante seccionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesta tierra).
- Mando del interruptor automático tipo RAMV
- Mando del seccionador
- Relé de protección.
- Conexión cables potencia: inferior-frontal mediante bornas enchufables.

7.2.7 CANALIZACIONES E INTERCONEXIÓN

Se incluyen las interconexiones siguientes:

- Entre cada inversor y el embarrado del transformador de potencia.
- Entre el embarrado del transformador elevador y el cuadro de baja tensión.
- Entre cuadros de baja tensión y los diferentes servicios.
- Como criterio general, todo el cableado de media, baja tensión, control y comunicaciones entre los distintos equipos incluidos en el contenedor.

Se debe prever asimismo todas las canalizaciones requeridas en el centro de transformación para efectuar las interconexiones anteriores.

7.2.8 CABLES DE BAJA TENSIÓN

En función del tramo del recorrido de la instalación fotovoltaica existirán varias formas de instalación del cableado, siendo estas:

- **Aérea sobre estructura-seguidor**, para los cables que llevan la energía generada por los módulos FV de cada seguidor.
- **Subterránea bajo tubo**, para los cables que llevan la energía generada desde el seguidor hasta el inversor de String.
- **Subterránea directamente en lecho de arena**, para los cables que llevan la energía generada desde el inversor de String hasta los transformadores en los CT.

Se realizará un diseño del cableado de tal forma que se minimicen las pérdidas en los mismos.

Área sobre estructura - seguidor

Se utilizará este tipo de instalación para los cableados que portarán la energía generada por los paneles fotovoltaicos de cada cadena, de esta forma se conectarán las dos o tres cadenas que conforman un seguidor. El cableado irá sujeto a la superficie del eje del seguidor, o bien, introducido por el interior de este.

Se prestará especial atención a esta forma de instalación de forma que no sufran cortes en la operación de tendido.

Todos los cables serán convenientemente señalizados de forma que en todo momento se identifique al circuito al que pertenecen, y así facilite la labor posterior de mantenimiento durante la explotación del parque.

Subterránea bajo tubo

- Se utilizará este tipo de instalación para los cableados que portarán la energía generada desde los seguidores hasta los inversores.
- En cruces de camino, el cable irá bajo hormigón.
- Este tipo de instalación vendrá ampliamente descrito en el apartado de obra civil.

Subterránea directamente en lecho de arena

- Se utilizará este tipo de instalación para los cableados que portarán la energía generada desde los inversores hasta el CT.
- En cruces de camino, el cable irá entubado en todo su trazado y bajo hormigón.
- Este tipo de instalación vendrá ampliamente descrito en el apartado de obra civil.

7.2.9 CABLES DE MEDIA TENSIÓN

Para la interconexión en 10 kV entre el CT y las cabinas de MT instaladas en el centro de recogida se empleará cable unipolar, de aluminio, apantallado con trama de hilos de cobre, de sección total 16 mm2. El material de aislamiento será polietileno reticulado (XLPE) o etileno propileno de alto módulo (HEPR) para un nivel de aislamiento de 12/20 kV. La cubierta exterior de los conductores será de poliolefina termoplástica, designación Z1. Deberá llevar grabada, de forma indeleble cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas.

Las pantallas de cada grupo trifásico se unirán entre sí y se conectarán a tierra conjuntamente en un solo extremo, utilizando para ello la barra de tierra de la cabina de media tensión correspondiente.

Los recorridos de cables de media tensión discurrirán directamente enterrados en las zonas del interior del parque fotovoltaico, y en zanja bajo tubo hormigonado cuando discurran por caminos públicos y en cruces de calzada.

Para la ejecución de empalmes, aunque deben tratar de evitarse al máximo, se podrá utilizar un empalme retráctil en frío. Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento será reconstruido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstrucción de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales retráctiles en frío.

7.2.10 TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES

- El tendido de cables se efectuará de forma que las tensiones de tendido no produzcan rotura del cable o deterioro de su aislamiento. Se protegerán previamente con boquillas adecuadas todos los extremos de los conductos por donde hayan de pasar

los cables. Donde sea necesario para facilitar el paso de cables por los conductos, se emplearán polvos de talco, estearina o parafina y las guías metálicas convenientes en cada caso. No se utilizarán grasas ni materiales que pudieran ser perjudiciales para el aislamiento de los cables.

- El Contratista efectuará a su cargo todas las operaciones de medida, corte y manipulación de las bobinas o rollos. Las longitudes indicadas en las especificaciones son sólo orientativas, y no deberán usarse para el corte de cables. El Contratista deberá verificarlas sobre el terreno, y efectuar el troceado de acuerdo con las medidas reales, indicando este valor en las listas de cables.
- Las características de los cables de fuerza y control será la especificada en el proyecto constructivo, y su composición, la definida en el documento de mediciones de obra.
- El Contratista llevará un control de todas las bobinas o rollos de cables y a requerimiento del supervisor de LA PROPIEDAD, le será facilitado un informe de metros tendidos por tipos y reserva en el almacén.
- No se permitirán empalmes de cables. Todas las conexiones deberán efectuarse cortando trozos de longitud suficiente para que la conexión se haga sin intermedios. Para pelar los cables se emplearán medios adecuados, de modo que no resulten dañados.
- El número de conductores en un conducto será tal que la suma de las secciones rectas de dichos conductores no exceda del siguiente porcentaje del área de la sección recta del conducto:

Nº CONDUCTORES	1	2	3	Más de 3
% ÁREA SECCIÓN RECTA	53	31	40	35

- Todas las derivaciones se realizarán en cajas de conexión, utilizando bornas con tornillo de características adecuadas. No se permitirá otro tipo de conexión o derivación.
- Todos los cables se identificarán en cada extremo con porta etiquetas de material aislante y auto-extinguible con etiquetas rotuladas con el número del cable. Cuando los cables atraviesen conductos empotrados o paso en muros, que luego irán sellados, se identificarán en los dos extremos visibles del conducto o paso.
- Todos los conductores de cada cable, en su conexión a la borna correspondiente, se identificarán mediante manguitos de plástico cerrado con inscripciones indelebles, no admitiéndose rotulaciones realizadas sobre la cinta adhesiva. La identificación de efectuará haciendo figurar en cada una de las tres caras visibles de los manguitos lo siguiente:
- Todos los pasos a edificios, así como los conductos de interconexión entre salas (servicios auxiliares, comunicaciones, control, etc.), como protección contra el fuego y una vez tendidos todos los cables, serán sellados con material resistente al fuego, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Los pasos de cables en el parque de intemperie se sellarán, una vez instalados los cables, con mortero ligero "NOVASIT" o similar.

7.2.11 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

- El Conductor del Sistema de p.a.t. será de las características definidas en el proyecto.
- La puesta a tierra de la planta está formada por una red radial que une las estructuras con un conductor de tierra enterrado bajo zanja en cada campo, este conductor será de cobre desnudo de 35 mm2.

- Alrededor del centro de cada centro de transformación se realizará un anillo de puesta. El conductor de tierra será de cobre desnudo, de 50 mm2, enterrado 60 cm formando una malla que se unirá mediante soldaduras Cadweld. De esta malla se instalarán latiguillos de 3 m de longitud y 35 mm2, soldados con el mismo sistema para conectar a tierra todos los cuadros eléctricos, estructuras y demás elementos que lo requieran de cada centro de transformación.
- Las soldaduras entre tiradas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico.
- En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.
- Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se precalentarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante, antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama o encendiendo en ellos un cartucho sin efectuar soldadura.
- Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.
- Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero que no se utilicen para otro fin diferente.
- Aquellos conductores que hubiesen sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.
- Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.
- Si se trata de estructuras galvanizadas y piezas de conexión, la preparación de las superficies de contacto entre ellas deberá realizarse de forma que no se elimine el galvanizado de la estructura, ni siquiera una pequeña capa del mismo. Sin embargo, la limpieza de las superficies será lo suficientemente buena como para producir una resistencia de contacto eléctrico máxima de 1 ohmio.
- Como criterio general, se pondrán a tierra todas las masas metálicas tales como soportes, estructuras, ferrallas, mallazos de forjados, bandejas metálicas, vallados metálicos, cajas accionamientos, transmisiones, etc., asegurando su continuidad eléctrica, mediante la realización de puentes adecuados, cuando se requiera.
- En el caso de las estructuras soportes de equipos de alta tensión la p.a.t. se efectuará uniendo los dos conductores del bucle, a la estructura mediante petaca atornillada con dos tornillos.
- Se incluye la realización de las excavaciones necesarias y su posterior relleno tras el tendido del cable y la realización de soldaduras y latiguillos.

7.2.12 SISTEMA DE CONTROL

Condiciones de los materiales

El sistema de control se encargará de controlar y monitorizar todas las funciones principales del panel fotovoltaico, a la vez que optimizará de forma continua el funcionamiento del mismo para distintas condiciones de irradiación.

Equipamiento en el puesto central de control

En la estación receptora se dispondrá del siguiente equipamiento de control y comunicaciones:

Concentrador de Switch de comunicaciones, para conformar la red de comunicaciones IP a partir de los cables de F.O. procedentes de los Switch incorporados en los CT.

Concentrador de comunicaciones para los equipos de protecciones, para conectar directamente a la estación de operación de planta.

Una RTU, para adquisición de las señales de trafos, aparamenta eléctrica asociada ubicada en la estación receptora, equipo rectificador baterías, cuadro de distribución de auxiliares, la adquisición de las señales procedentes de los equipos de protecciones, que deban ser cableadas señal a señal y la adquisición de señales de intrusismo de forma cableada desde la centralita de Seguridad correspondientes a las barreras de infrarrojos.

Ordenador de Operación Local: formador por un ordenador con pantalla plana de 32", desde el que se podrá supervisar y operar toda la planta solar, sobre el mismo hardware se instalará el software necesario para la concentración de la información procedente de toda la planta. Además de las funciones propias de la supervisión, mando y gestión de la planta, en este mismo ordenador de operación se recibirán todas las señales de vídeo / imágenes procedentes de las cámaras de CCTV, así como las señales de las barreras de infrarrojos correspondientes al sistema de vigilancia perimetral de la planta.

Extensiones telefónicas y tomas distribuidas por la estación receptora.

Centralita telefónica IP para conexión a la red IP que constituye la red interior y la red local de comunicaciones para 20 extensiones.

Nodo de comunicaciones a suministrar por el operador de los servicios de telecomunicaciones, el cual podrá disponer de enlaces digitales (Ethernet) y analógicos (Telefonía fija).

Equipamiento del sistema de vigilancia perimetral

La Monitorización de las cámaras y barreras se realizará mediante el ordenador de operación descrito en el apartado anterior (y opcionalmente en un ordenador independiente).

Las señales de las cámaras de vídeo vigilancia se llevarán hasta el ordenador de sala de control mediante la misma red IP de voz y datos (aunque es aconsejable que las señales de datos se lleven por dos F.O. y las señales de vídeo y voz por otras F.O. diferentes, pero del mismo cable, con el fin de no sobrecargar la red de datos).

Medio físico de los enlaces de comunicaciones y señales

- Conexiones entre switch de comunicaciones: cable de fibra óptica monomodo.
- Conexiones a puertos 10/100 Mb/s del switch, cable de red Ethernet con conectores RJ45.
- Enlace de señal de vídeo de las cámaras de vídeo vigilancia con el "Concentrador de agrupación" más próximo a ellas: Cable coaxial.

7.2.13 CONTRAINCENDIOS

Deben cumplir, como mínimo la normativa vigente con independencia de lo que se recoge en el plan de seguridad de la propiedad. Se aplicará la normativa comunitaria y nacional, así como la normativa autonómica y local que corresponda a cada distrito.

Las medidas generales a aplicar son:

Medidas pasivas

- Compartimentación contra el fuego de las salas técnicas y sala de mandos en su totalidad, es decir, tanto tabiques, techo y suelo. Dichas áreas tendrán una resistencia al fuego de RF- 120 como mínimo.

Medidas activas

- Sistema automático de detección de incendios en ambiente
- Sistema de sirenas para avisar e informar a las personas presentes.
- Extinción manual portátil. El agente extintor será acorde con el empleo que se realizará de dichos dispositivos y la ubicación de los mismos.

7.2.14 RESIDUOS

Con el fin de evitar el vertido involuntario de residuos industriales al terreno, alcantarillado o cauces públicos se realizará un depósito recolector de aceite.

El depósito recolector de aceite será estanco y con capacidad para contener el volumen total de aceite de un Transformador, más el volumen de agua que pueda recibir del sistema contra incendios y la propia de la lluvia. Este volumen adicional equivaldrá al 30% del volumen total de un Transformador, por tanto, el volumen total del depósito será el equivalente a 1,3 veces el volumen del Transformador.

El depósito recolector se construirá totalmente estanco sin desagüe. El vaciado del mismo se realizará mediante una bomba de accionamiento manual a un contenedor controlado

7.3 PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones adecuadas, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el Laboratorio que estime oportuno.

Una vez terminado el montaje de cada uno de los materiales y equipos, se realizarán las pruebas o ensayos que se juzguen necesarios para asegurarse que aquél se ha realizado de acuerdo con las Normas y Reglamentos.

Los ensayos serán atestiguados por los representantes de LA PROPIEDAD y del Contratista, a menos que se renuncie a ello por escrito.

El Contratista facilitará a LA PROPIEDAD dos copias certificadas de los resultados de los ensayos.

El que testifique o no un ensayo, no libera al Contratista de la responsabilidad de cumplir plenamente con los requisitos de esta Especificación.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán por cuenta del Contratista.

Se efectuarán las siguientes pruebas o ensayos, sin que esta relación sea limitativa:

- Comprobación general de las instalaciones disposición, nivelación, verticalidad, conexionado, par de apriete de la tornillería, terminación de cables y apriete de bornas de cuadros, etc.
- Pruebas de funcionamiento mecánico de los equipos (manual).
- Comprobación de fases.
- Ensayos para localización de posibles cortocircuitos.
- Ensayos para localización de derivaciones a tierra o conexiones equivocadas.
- Pruebas necesarias para cumplir con la garantía de los fabricantes.

8 PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO

El Adjudicatario deberá realizar las pruebas y puesta en marcha de los equipos e instalaciones, basándose en la normativa anteriormente citada.

El Adjudicatario deberá realizar la Puesta en Marcha de los equipos de Protecciones, Telecontrol y Comunicaciones, con las empresas recomendadas por LA PROPIEDAD u otra previa aprobación por el Gestor.

El Adjudicatario deberá cumplimentar los distintos Protocolos de Recepción, de los equipos e instalaciones, antes de la Puesta en Servicio.

La Puesta en Servicio la realizará el Adjudicatario bajo la dirección del Gestor.

El Adjudicatario cumplimentará el permiso de Puesta en Marcha ante el Organismo Oficial. (Industria)

9 INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

9.1 DOCUMENTACIÓN AS-BUILT

Una vez terminado las obras, el contratista facilitará una colección completa de los planos del proyecto sobre las que se indicarán las variaciones efectuadas durante las obras. Dichas colecciones serán "Plano de obra ejecutada".

A la Recepción Provisional deberá entregar una copia de los CD's y cuatro copias en papel de los documentos y planos, según:

- Documentos "as built" de acuerdo con lista de documentos.
- Colección de planos en formato DIN A-4 excepto los de escalas superiores a 1/100 que se realizarán en formato DIN A-3.
- Toda esta documentación se encuadernará en archivadores tamaño DIN A-4 con funda, tipo ELBA mod. 75407 ó similar, de dos taladros.
- Documentos de Control de Calidad. Deberán entregar una copia de la misma a medida que se realicen los controles de calidad solicitados en este Pliego.
- Documento de la Puesta en marcha.
- Cumplimentación de los protocolos de Puesta en marcha normalizados, suministrados por LA PROPIEDAD, si los hubiere, o los protocolos alternativos presentados por el Adjudicatario.

Deberán entregarse todos los originales debidamente archivados y clasificados en archivadores tamaño DIN.

9.2 REGISTROS DE CALIDAD

LA PROPIEDAD se reserva el derecho de inspeccionar las instalaciones mientras se realiza el montaje de los materiales.

El hecho de que LA PROPIEDAD o sus Representantes hayan inspeccionado el montaje o testificado las pruebas o no hayan rechazado cualquier parte de la instalación, no eximirá al Contratista de la responsabilidad de instalar los equipos de acuerdo con los requisitos del contrato.

Las instalaciones estarán sujetas a un programa de control de calidad de acuerdo con las Condiciones de Inspección correspondientes.

9.3 GARANTÍAS

El Contratista garantizará todo su trabajo y suministros realizados contra cualquier clase de fallo o deterioro, por un período definido en las condiciones comerciales, desde la fecha de puesta en servicio de las mismas.

La obligación del Contratista bajo estas garantías será subsanar, en el menor tiempo posible, todos los defectos de las instalaciones realizadas que se produzcan dentro del período definido en las condiciones comerciales desde la fecha de su puesta en marcha, con tal de que LA PROPIEDAD mande al Contratista notificación por escrito y pruebas satisfactorias de tal defecto. Si parte de la instalación después de ser investigada resulta ser prueba defectuosa, el Contratista cargará con todos los gastos que origine la reparación del defecto.

La garantía que cubra cualquiera de las partes de la instalación que sea reemplazada o reparada por el Contratista bajo las condiciones anteriores, se hará efectiva de nuevo por un período definido en las condiciones comerciales.

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	20/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 1

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN 1

3 DATOS GENERALES DE LA OBRA 1

4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 2

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN 2
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO O CENTRO DE TRABAJO PRINCIPAL 2

5 ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN 3

5.1 CON CARÁCTER GENERAL 3
5.1.1 ORDEN Y LIMPIEZA 3
5.1.2 TRABAJOS AL AIRE LIBRE 4
5.2 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO 6
5.2.1 EXCAVACIONES 6
5.2.2 MOVIMIENTOS DE TIERRAS: DESMONTES Y TERRAPLENES 7
5.2.3 CIMENTACIONES 13
5.2.4 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO 19
5.2.5 TRABAJOS CON HIERRO (FERRALLADO) 24
5.2.6 MANIPULACIÓN DE HORMIGÓN 27
5.2.7 MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS PESADOS 31
5.2.8 ALBAÑILERÍA 34
5.2.9 SOLADOS Y ALICATADOS 38
5.2.10 ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS 41
5.2.11 PINTURA Y BARNIZADO 44
5.2.12 CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA 48
5.2.13 USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 51
5.2.14 CARGA Y DESCARGA 53
5.2.15 TRABAJOS EN APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA SIN SISTEMA ANTICAÍDA INSTALADO 56
5.2.16 TRABAJOS EN POSTES (APOYOS) METÁLICOS, DE MADERA Y HORMIGÓN 63
5.2.17 TENDIDO DE TUBOS Y ACCESORIOS DE PROTECCIÓN CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 69
5.2.18 TENDIDO Y EMPALMES DE CABLES 70
5.2.19 HORMIGONADO, RELLENO, COMPACTACIÓN DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO 72
5.3 RELATIVOS A LA MAQUINARIA 75
5.3.1 MAQUINARIA DE MOVIMIETNO DE TIERRAS EN GENERAL 75
5.3.2 RETROEXCAVADORA 79
5.3.3 CAMINÓN BASCULANTE 79
5.3.4 DÚMPER O AUTOVOLQUETE 80
5.3.5 GRÚA AUTOPROPULSADA 81
5.3.6 CAMIÓN GRÚA 85
5.3.7 CAMIÓN HORMIGONERA 89
5.3.8 COMPACTADORA 90
5.3.9 MAQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL 91
5.3.10 CABESTRANTE DE IZADO 93
5.3.11 DOBLADORA MECÁNICA DE FERRALLA 93
5.3.12 MESA DE SIERRA CIRCULAR 94
5.3.13 CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO (CORTE HÚMEDO) 95
5.3.14 COMPRESOR 96
5.3.15 MARTILLO NEUMÁTICO 97
5.3.16 PEQUEÑA COMPACTADORA 99
5.3.17 HORMIGONERA 99
5.3.18 GRUPOS ELECTRÓGENOS 101
5.3.19 EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA 101
5.3.20 RADIAL 103
5.3.21 TALADRO 105
5.3.22 VIBRADOR 106
5.3.23 HERRAMIENTAS MANUALES 106
5.4 RELATIVOS A LOS MEDIOS AUXILIARES 109
5.4.1 ANDAMIOS EN GENERAL 109
5.4.2 ANDAMIOS TUBULARES 110
5.4.3 ANDAMIOS MÓVILES 110
5.4.4 ANDAMIOS DE BORRIQUETAS 111

5.4.5 PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA ... 111
5.4.6 ESCALERAS MANUALES ... 112
5.5 RELATIVOS AL ENTORNO ... 115

6 INFORMACIONES ÚTILES PAARA TRABAJOS POSTERIORES ... 115

7 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN ... 116

7.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA ... 116
7.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARIA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA ... 117

8 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD ... 119

8.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL ... 119
8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS ... 120
8.2.1 SEÑALIZACIÓN ... 120
8.3 PRECRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES ... 122
8.3.1 ESCALERAS MANUEALES EN GENERAL ... 122
8.3.2 ESCALERAS DE MADERA ... 122
8.3.3 ESCALERAS METÁLICAS ... 122
8.3.4 ESCALERAS DE TIJERA ... 122

9 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS ... 122

9.1 PROMOTOR ... 122
9.2 DIRECCION FACULTATIVA ... 122
9.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN ... 123
9.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS ... 123
9.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS ... 124

10 ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA ... 125

10.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ... 125
10.2 ORGANIGRAMA DEL SEGURIDAD EN OBRA ... 125
10.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA ... 126
10.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA ... 127

11 REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA ... 127

11.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA ... 127
11.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN ... 127
11.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN ... 128

12 MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE ... 128

12.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA ... 129
12.2 BOTIQUÍN ... 130
12.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS ... 130

13 COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES ... 131

14 SERVICIOS HIGIÉNICOS ... 131

15 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES ... 132

16 VIGILANCIA DE LA SALUD ... 133

17 RECURSOS PREVENTIVOS ... 133

18 MEDICIONES Y PRESUPUESTO ... 135

19 PLANOS ... 136

20 ANEXOS ... 154

20.1 LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA ... 154
20.2 ACTA DE ACEPTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS .. 155

ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

ÍNDICE DE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo estipulado en el R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

a) Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 450.759,08 €.

b) Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.

d) Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud es la obra por título **PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN**, así como a todo el personal que va a intervenir en la misma.

3 DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra "PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN", son los que a continuación se indican:

Datos Generales:

- Promotor ..... DARGON ENERGY DEVELOPMENT & CONSTRUCTION, S.L.
- Término Municipal ..... SENCELLES
- Provincia ..... ILLES BALEARS
- Plazo de ejecución ..... 12 MESES
- Número de trabajadores 15

4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN

Los trabajos consisten en la construcción de un parque fotovoltaico.

Se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas. Una de obra civil, correspondiente a la excavación y relleno de las necesarias cimentaciones, y otra de montaje electromecánico, donde se instala la aparamenta eléctrica.

Todo trabajo en la instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse preferentemente sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

En caso de ser necesaria la realización de trabajos en tensión y/o en proximidad, se elaborará un plan específico para ello, en el que se identifiquen las distintas fases de la obra en las cuales se van a realizar trabajos en proximidad y/o en tensión y se incluyan los correspondientes procedimientos de trabajos a aplicar (según R.D. 614/2.001).

Resumidamente, podemos distinguir las siguientes unidades:

Obra Civil

- Movimiento de tierras para adecuación de caminos y accesos.
- Obra civil para implantación de las PS y realización de zanjas para cableados de BT, MT, control y comunicación.
- Hincado de estructuras metálicas de módulos FV.
- Construcción del edificio de control.

Montaje electromecánico

- Montaje de equipos principales, como: módulos y estructuras F, String-Box, PS (transformadores, celdas MT, inversores, Scada, NCU, C-SSAA).
- Cableados.
- Instalación eléctrica de alumbrado PS.
- Instalación de control y automatización.
- Bandejas, tubos, herrajes y soportes necesarios.
- Puesta a tierra de la instalación.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO O CENTRO DE TRABAJO PRINCIPAL

El entorno donde se realizan los trabajos corresponde con un núcleo rural.

Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar

La energía eléctrica necesaria para la alimentación de los equipos será proporcionada por grupos electrógenos portátiles.

No obstante, en caso de ser necesario alguna de ellas, se realizará cumpliendo escrupulosamente con la reglamentación vigente que les aplique.

Maquinaria pesada

- Retroexcavadora.
- Camión basculante.
- Dumper o autovolquete.
- Camión hormigonera.
- Grúa autopropulsada.
- Camión grúa.
- Rulo o compactadora.

Máquinas herramienta

- Grupos electrógenos.
- Compresor.
- Martillo neumático.
- Hormigonera.
- Pequeña compactadora.
- Cabestrante de izado.
- Dobladora mecánica de ferralla.
- Mesa de sierra circular.
- Cortadora de material cerámico.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Radial.
- Taladro.
- Vibrador.
- Herramientas manuales.

Medios auxiliares

- Andamios.
- Plataforma elevadora autopropulsada.
- Escaleras manuales.

5 ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN

5.1 CON CARÁCTER GENERAL

5.1.1 ORDEN Y LIMPIEZA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.

- Pisadas sobre objetos.
- Choques con objetos inmóviles.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

Medidas preventivas

- Eliminar diariamente todos los desechos y cualquier otra clase de suciedad del suelo o de las instalaciones, depositándolos en recipientes adecuados y colocados en los mismos lugares donde se generen los residuos. Si los desechos son fácilmente inflamables, es necesario utilizar bidones metálicos con tapa para evitar la propagación de incendios.
- Eliminar y controlar las causas que contribuyen a que los materiales o los residuos se acumulen.
- Guardar adecuadamente el material y las herramientas de trabajo en función de quién, cómo, cuándo y dónde ha de encontrar lo que busca. Habituarse a poner cada cosa en su lugar y a eliminar lo que no sirve de manera inmediata.
- Recoger las herramientas de trabajo en soportes o estantes adecuados que faciliten su identificación y localización.
- Asignar un sitio para cada "cosa" y procurar que cada "cosa" esté siempre en su sitio. Cada emplazamiento estará concebido en función de su funcionalidad y rapidez de localización.
- Delimitar las zonas de trabajo, ordenar y marcar la ubicación de las cosas utilizando señales normalizadas y códigos de colores.
- No usar disolventes inflamables ni productos corrosivos en la limpieza de los suelos. Las operaciones de limpieza no deben generar peligros.
- Implicar al personal del puesto de trabajo en el mantenimiento de la limpieza del entorno y controlar aquellos puntos críticos que generen suciedad. Para ello, se deben aportar los medios necesarios (contenedores, material de limpieza, equipos de protección, etc.).
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo; hay que retirar los objetos que obstruyan el acceso a estas zonas y señalizar las vías de circulación.

5.1.2 TRABAJOS AL AIRE LIBRE

Riesgos

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Accidentes causados con seres vivos.
- Atropello o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: estrés térmico.
- Fatiga visual.
- Accidentes de Tráfico.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Impermeable.
- Medidas preventivas.
- Protección contra el calor.
- Beber abundante agua u otro líquido no alcohólico y no tomar abundante sal en las comidas.
- Mantener la piel lo más limpia posible para favorecer la transpiración.
- Cubrir la cabeza con un sombrero o gorra.
- Realizar breves descansos cada dos horas, consumiendo algún alimento y bebiendo agua.
- Evitar, en la medida de lo posible, las faenas en las horas centrales del día.

Protección contra el frío

- Utilizar ropa y calzado adecuados, proteger las manos con guantes y usar un pasamontañas si es necesario. En caso de humedad elevada o lluvia, se utilizarán prendas y calzado impermeables.
- Incrementar el consumo de líquidos por pérdida de los mismos. Es aconsejable tomar bebidas templadas, dulces y evitar el consumo de alcohol.
- La dieta ha de ser equilibrada y suficiente para contrarrestar el gasto derivado del esfuerzo físico.
- Evitar, en la medida de lo posible, posturas estáticas y especialmente forzadas.

Protección en caso de fuerte viento y tormentas

- Evitar situarse debajo o cerca de árboles, postes y sobre todo de tendidos eléctricos para evitar el riesgo de electrocución en el caso de rayos o aplastamiento en caso de fuerte viento.
- No cobijarse en cuevas húmedas ni junto a cursos de agua o cercas de alambre. Cobijarse en cabañas o chozas cerrando puertas y ventanas, cobijarse en masas densas de árboles o dentro de un automóvil.
- No circular con el tractor ni sobre una caballería. Evitar los lugares elevados.
- Si se encuentra en un descampado, y si es posible, tiéndase en el suelo y cúbrase con un plástico hasta que escampe.

5.2 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

5.2.1 EXCAVACIONES

Riesgos

- Caídas al mismo distinto nivel.
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

Medidas preventivas

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde. No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasen en 1 m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor. Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.

- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

5.2.2 MOVIMIENTOS DE TIERRAS: DESMONTES Y TERRAPLENES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de
- excavación, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel
- freático).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas, materiales transportados en camiones).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de la maquinaria sin proteger).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (elevación o transporte de personas, caída de máquinas al interior de la excavación).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos (contacto de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas).
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).
- Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas).
- Accidentes causados por seres vivos (presencia de parásitos e insectos).
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

I. Previo a los trabajos

- En todos los casos se llevará a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de corte del terreno.
- Es conveniente el vallado de todo el perímetro con el fin de aislar la obra del exterior de la misma, evitando así la intrusión de personas ajenas a la obra.
- Previamente al comienzo de los trabajos se estudiará las repercusiones del movimiento de tierras en las áreas colindantes y se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, tomando las medidas oportunas en su caso.

II. Acopio de material

- Se impedirá el acopio excesivo de tierras al borde de la excavación, con el fin de evitar las sobrecargas, debiéndose guardar una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

III. Señalización

- Se señalizará mediante red-malla de plástico, o en su defecto cinta (amarilla-negra) o método similar la existencia de taludes, siendo conveniente que se realice a unos 2 m del borde, para evitar la aproximación excesiva de maquinaria pesada que pueda producir un desprendimiento o incluso la caída de la máquina.

IV. Protección colectiva

- Las áreas de trabajo en los que el avance de la excavación determine riesgo de caída en altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0.9 m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

V. Caída en altura

- Los trabajos realizados por trabajadores al borde del vaciado, se efectuarán con ayuda de cinturones de seguridad amarrados a puntos fuertes previamente dispuestos.
- Con el fin de no provocar desniveles que pudieran originar caídas, el relleno progresará por igual en todos los puntos de la zona de trabajo.

VI. Accesos

- Para el acceso a la excavación se utilizarán preferentemente escaleras. Nunca se emplearán para tal fin elementos de la propia entibación o el tránsito por los taludes.

VII. Desplomes

- Los trabajos junto a taludes de dudosa estabilidad se paralizarán hasta el entibado adecuado de los mismos.
- Asimismo, se evitará el trabajo junto a entibaciones o apuntalamientos de cuya resistencia no se tenga seguridad, reforzándolos previamente a la continuación de los trabajos.
- En taludes de terrenos con poca cohesión cuya entibación no sea posible, se colocarán, para la afirmación de los mismos, redes tensas o mallazos electrosoldados con gutinado posterior, como medidas alternativas.
- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.
- El ángulo de inmovilización de los taludes será inferior al del talud natural del terreno.

VIII. Vuelco de máquinas o vehículos

- Los accesos de vehículos y maquinaria al fondo de las excavaciones se realizarán a través de rampa de anchura no inferior a 4,5 m y una pendiente no superior al 12% en tramos rectos y al 8% en tramos curvos.
- En operaciones de descarga o vertido será necesario el auxilio de una persona experta.
- Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.
- Está prohibido utilizar la cuchara de la máquina como freno.
- Cuando sea necesario transportar la pala por pendientes con el cazo lleno se hará marcha atrás y éste estará a ras de suelo.
- Se colocarán topes para vehículos en aquellos lugares previstos para el vertido de escombros.
- Se preverá un sistema de evacuación de aguas para prevenir el exceso de aguas provenientes del nivel freático o de lluvias. Dicha evacuación se podrá efectuar igualmente mediante bombas de achique de aguas.

IX. Caída de objetos desprendidos

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Una vez colmados los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir la caída de dicho material durante su transporte a vertedero.
- El vertido de material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional queden situados en la trayectoria de caída.

X. Atropellos o golpes con vehículos

- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, especialmente cuando exista un alto tránsito de máquinas y personal de a pie.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública contarán con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de 6 m.

XI. Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada deberá disponer de sus resguardos debidamente colocados en evitación de atrapamientos por órganos móviles de trasmisión o contactos térmicos.

XII. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

- Además del riego de agua necesario para la compactación del material, se regará en los lugares y momentos precisos para evitar la formación de polvo.

XIII. Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre las fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Revisión

- Se realizará una inspección visual de los distintos elementos del desmonte o terraplén tales como apuntalamientos, apeos, movimientos producidos por empujes del terreno, desprendimientos en coronación de taludes, etc.
- Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

Entibación

- Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario tomar entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes, como referencia se tomarán medidas a partir de 0,8 m).
- El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de la misma.
- Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.
- No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.
- Los codales, o elementos de la misma, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas.
- Aun cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.

- En general las entibaciones, o partes de estas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.
- Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.
- En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.
- La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.
- Se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cuál es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).
- El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 7 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m			
		< 1,30	1,30 -2,00	2,00-2,50	>2,50
Coherente	Sin solicitación	-	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

- Entibación no necesaria en general

Cortes sin entibación: taludes.

- Para profundidades inferiores a 1,3 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.
- Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.
- Mediante la siguiente tabla, se determinará la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo ß no mayor de 60º y de la resistencia compresión del terreno.

TIPO DE TERRENO	ANGULO DEL TALUD ß	Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm2				
		0,25	0,375	0,5	0,625	>0,750
Arcilla y limos muy plásticos.	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media.	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
		(ALTURA MÁXIMA EN METROS)				

- Para ángulos comprendidos entre 60° y 90° (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse la altura máxima admisible mediante la tabla siguiente:

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm2	Peso específico aparente γ en g/cm3				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	4,00	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,45	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,95	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≤ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

- Como medida de seguridad contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,3 m.
- El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la solicitación sea mayor o igual a los valores "S" de la siguiente tabla:

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	ß>60	ß<60
Cimentaciones	D	D
Vial o acopio equivalente	D	D/2

Siendo "D" la altura entre el punto de apoyo de la solicitación y la base de la zanja.

5.2.3 CIMENTACIONES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (acopio inadecuado de materiales en el borde de la excavación, deslizamiento de tierra, fallo por entibaciones o apuntalamientos defectuosos).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas (cortes con sierra circular).
- Proyección de fragmentos o partículas (durante las tareas de corte de material, durante el vertido de hormigón).
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger, por hundimiento o caída de encofrados, con el cierre de la tolva de hormigonado).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos (con el líquido impermeabilizante a alta temperatura).
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas (manipulación de compuestos de cemento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

I. Previo a los trabajos

- Previamente al comienzo de los trabajos se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, para así poder resolver las posibles interferencias.
- El personal encargado del vertido de hormigón tendrá la capacidad y formación necesaria para dichas tareas, tanto si se trata de hormigonado por bombeo, por cubos suspendidos de la grúa o desde camión hormigonera.

II. Orden y limpieza

- Para evitar caídas, torceduras, etc. es importante mantener el orden y la limpieza del lugar de trabajo mediante la recogida y retirada de escombros procedentes de derribos, restos de madera de desencofrado, etc.

III. Señalización

- Se acotará el perímetro de la planta baja (con malla naranja en la zona exterior e interior), siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos, definiendo las vías de acceso necesarias y protegiendo estas con tejadillos o marquesinas.

IV. Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Cuando exista necesidad de salvar zanjas, se hará uso de pasarelas de anchura mínima 60 cm y con barandillas laterales a 90 cm y listón intermedio cuando la profundidad sea mayor de 2 m.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.

V. Caída en altura

- Siempre que la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,5 m, se colocarán escaleras que tendrán una anchura mínima de 0,5 m y una pendiente no superior a 1:4.
- Las escaleras de mano deberán utilizarse y cumplir con lo dispuesto en el apartado de "Análisis de riesgos y medidas de protección relativos a los medios auxiliares", por lo que: se colocarán de forma que su punto más alto supere en al menos 1 m la plataforma de desembarco, deberán tener zapatas antideslizantes y estar amarradas en su parte superior o punto de apoyo.
- Una vez montados los encofrados se comprobará la perfecta estabilidad de los mismos, así como el estado de los puntales, antes de permitir a nadie el acceso a los mismos.

VI. Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

- Si los elementos almacenados son susceptibles de desplazarse, como es el caso de los tubos y similares, es necesario calzarlos, para evitar así movimientos indeseados de materiales.
- Los productos de la excavación que no se lleven a vertedero o los materiales a incorporar, se colocarán a una distancia de borde, igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso, en que esta distancia será por lo menos igual a la profundidad de la excavación.

VII. Desplomes

- En la entibación o refuerzo de las excavaciones se tendrá en cuenta la sobrecarga móvil que pueda producir sobre el borde de estas la circulación de vehículos o maquinaria pesada.

VIII. Caída de objetos desprendidos

- Los laterales de la excavación se sanearán, antes del descenso del personal, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, ampliando esta medida a las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.
- Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrán a 0,6 m del borde de estas un rodapié de 0,2 m de altura mínima.

IX. Izado de cargas

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Antes de izar cargas con la grúa se comprobará que dichas cargas están perfectamente aseguradas para evitar caídas imprevistas. Asimismo, se comprobará que los cables de la grúa no están deteriorados o deformados, procediendo a su sustitución en caso contrario.
- Para el transporte aéreo de elementos longitudinales se hará uso de eslingas y balancín, para así mantener la carga perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Los elementos longitudinales (camisas, armaduras, etc.), en suspensión vertical, se dirigirán mediante sogas atadas al extremo libre y nunca directamente con las manos.
- No se usarán los flejes como asideros de carga.

X. Atropellos o golpes con vehículos

- Se establecerán caminos distintos para acceso a la obra de vehículos y personas, debiendo estar perfectamente señalizados. Cuando necesariamente hayan de ser comunas se delimitará los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.

- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.

XI. Vuelco de máquinas o vehículos

- Las maniobras de aproximación de vehículos pesados al borde de la excavación serán dirigidas por un auxiliar. Siempre que no existan topes fijos se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.
- Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.

XII. Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada en el tajo deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas (resguardos).

XIII. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Los vibradores de hormigón deberán estar disponer de una adecuada puesta a tierra.
- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre las fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Las mangueras eléctricas se colocarán amarradas a postes y circularán a cierta altura sobre el terreno (2 m sobre lugares peatonales y 5 m en los de vehículos), para evitar que puedan ser pisadas por personas o vehículos. Si ello no fuera viable se protegerán los cables en su intersección con las vías de circulación de vehículos mediante elementos resistentes como rasillas, tejadillos, etc.

XIV. Ruido

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

XV. Pilotes

- El personal de pilotar será perfecto conocedor del sistema de pilotaje elegido, así como de la maquinaria empleada, debiendo estar dirigidos por un mando especializado.
- No se permitirá la presencia de personal ajeno a estos trabajos durante la ejecución de los pozos. Para ello se acordonará con banderolas o cinta la zona circundante.
- Cuando se deban alcanzar profundidades superiores a 2 m se cercará el lugar de perforación a una distancia prudencial entorno al pilote, mediante barandilla rígida (ferralla, maderas, vallas peatonales, etc.).
- Los pozos excavados y en espera de ser hormigonados, permanecerán protegidos con barandillas rígidas en tanto persista el riesgo de caída.
- El acceso a los pozos se hará siempre a través de escaleras de mano metálicas de suficiente longitud y con taco antideslizante en su base.
- Siempre que el pilote rebase la superficie del terreno y sea preciso su descabezado, se protegerá convenientemente la armadura.
- El maquinista de la máquina de pilotaje usará en todo momento el cinturón antivibratorio que deberá tener a su disposición.
- Durante la operación de excavación con la máquina de pilotaje, los operarios de a pie estarán situados a una distancia prudencial de la misma, en prevención de resultar afectados por una eventual proyección de partículas o materiales.

XVI. Muros

- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiará la posible alteración en la estabilidad en áreas próximas a consecuencia de los mismos, para tomar las medidas oportunas.
- En la excavación se evitará en lo posible el uso de medios manuales.
- Siempre que no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable se entibará.
- Cuando las zanjas de los cimientos tengan una profundidad superior a 1,5 m se dispondrán escaleras distanciadas 25 m como máximo.
- Siempre que se trabaje simultáneamente en distintos niveles se adoptarán las precauciones necesarias para la protección de los trabajadores ocupados en los niveles inferiores.
- En las operaciones de desencofrado se tomará la precaución de acotar las áreas donde podrían caer los tableros u otros elementos en previsión de accidentes.
- Los materiales procedentes de desencofrados se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Se quitarán de la madera los clavos salientes.
- En muros elevados, durante el ferrallado, los trabajadores estarán provistos de cinturón de seguridad y en el tajo se dispondrá de escaleras metálicas manuales y módulos de andamios con plataforma de trabajo y protección perimetral adecuadas al trabajo a desarrollar en el momento.

- Siempre que el procedimiento constructivo lo permita, se colocarán las plataformas de trabajo con sus correspondientes protecciones en los paneles de encofrado, antes de que estos sean colocados para el posterior hormigonado del muro.
- Siempre que sea obligado trabajar en altura sin protección de barandilla, andamio o dispositivo equivalente, será obligatorio el uso del arnés de seguridad, cuyos puntos de enganche se habrán establecido previamente.
- En las operaciones de impermeabilización el transporte de líquidos a alta temperatura se realizará en recipientes que no se llenarán más de 2/3 de su capacidad.
- Igualmente, el vertido de dichos líquidos se realizará con precaución para evitar derrames accidentales y salpicaduras.

XVII. Pantallas

- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiará la posible influencia de los mismos en la estabilidad de edificaciones próximas.
- Para el acceso de vehículos a la zona de trabajo se construirán rampas procurando que su pendiente no sea superior al 8%.
- Cuando el acceso de peatones al tajo haya de realizarse obligadamente por la rampa para vehículos se delimitará el mismo por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- En el caso de utilización de lodos bentoníticos, se estudiarán los puntos conflictivos por donde pasarán las tuberías de aprovisionamiento de lodos y se preverán fosos de acopio del lodo debidamente protegidos.
- Igualmente se revisará periódicamente el correcto funcionamiento del filtro del silo de almacenamiento, así como la cimentación del depósito de lodos.

XVIII. Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Se observará periódicamente la superficie superior del talud en especial después de periodos de lluvia para controlar la posible aparición de grietas que puedan significar un próximo desequilibrio del mismo. Si fuese preciso se dispondrán testigos o sistemas de medida que faciliten la observación.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.
- Las cadenas, cables, ganchos, cuerdas y demás aparejos de izar se revisarán periódicamente para asegurar el buen estado de los mismos.

5.2.4 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (desde el borde de encofrado de forjados, por huecos en forjados, a través de bovedillas a la planta inmediata inferior).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (mal apilado de materiales).
- Caída de objetos en manipulación.

- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Para evitar la pisada sobre objetos punzantes resulta fundamental mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo, debido a la gran cantidad de restos de desencofrado que en muchos casos aún tienen las puntas clavadas.
- No se deberán dejar nunca clavos en la madera (se extraerán o remacharán), salvo que ésta quede acopiada en lugar donde nadie pueda pisar.
- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.
- Se mantendrá el lugar de trabajo libre de escombros y restos de materiales que

- entorpezcan el paso de vehículos o personas.

II. Señalización

- Se acotará el perímetro de la planta baja (con malla naranja en la zona exterior e interior) definiendo las vías de acceso necesarias y protegiendo estas con tejadillos o marquesinas.

III. Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Las horcas y redes de protección se colocarán a partir del primer forjado ejecutado y se izarán antes de la ejecución de pilares de la última planta hormigonada, izando previamente la red y anclándolo al forjado superior y posteriormente elevando las horcas.
- Si no se realiza el entablado cuajado se montarán redes horizontales en:

  a) Crujías previo a la colocación de viguetas y bovedilla (en forjado tradicional).

  b) En apeos antes de la colocación de los casetones recuperables (en forjados reticulares).

- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).

IV. Caída en altura

- En los fondos de las losas de escalera se clavarán listones atravesados para facilitar el acceso a plantas superiores y así lograr un tránsito más seguro.
- Una vez montados los encofrados se comprobará la perfecta estabilidad de los mismos, así como el estado de los puntales, antes de permitir a nadie el acceso a los mismos.
- Para la ejecución de encofrados de pilares se utilizarán medios auxiliares adecuados (castilletes protegidos). Nunca se trepará por los encofrados para el desenganche o colocación de los mismos.
- El acceso a encofrados de jácenas y vigas se hará con escalera de mano metálica. Cuando la altura sea superior a 3 m se recomienda usar andamios-escalera.
- Para la ejecución de los forjados se utilizarán preferentemente el entablado cuajado que elimina en gran medida el riesgo de caída en altura durante la colocación de vigueta y bovedillas o casetones recuperables. Si bien se pondrá atención al andar sobre los tablones, procurando pisar siempre en la unión entre dos.

V. Equipo de protección individual

- Además de las protecciones colectivas, para el encofrado de jácenas y pilares exteriores, los encofradores utilizarán arnés de seguridad.

VI. Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

VII. Incendios

- En época de frío y ante la necesidad de hacer fuegos, se evitarán éstos directamente sobre los forjados o en la proximidad de materiales combustibles, utilizando para tal fin recipientes aislados.

VIII. Desplomes

- Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asentamientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, las debidas a la compactación de la masa.
- Todos los puntales se colocarán sobre durmientes de tablón, bien nivelados y perfectamente aplomados.
- Cuando se coloquen puntales inclinados, se acuñará el durmiente de tablón, nunca el puntal. En estos casos se habrá de tener en cuenta el exceso de carga sobre el punto de apoyo de los puntales. Los puntales inclinados irán siempre arriostrados a puntales verticales.
- Es necesario realizar el hormigonado tratando de no desequilibrar las cargas que van a recibir los puntales, para lo cual se deberán tener en cuenta los ejes de simetría.
- Una vez los puntales entren en carga no podrán aflojarse ni tensarse y si por cualquier razón se viera en alguno de los puntales que trabaja con exceso de carga, se colocarán a su lado otros que absorban el exceso de carga sin tocar para nada el sobrecargado.
- Procurar no usar nunca los puntales a su altura máxima y en caso de que las necesidades de la obra obliguen a ello, estos puntales se deberán arriostrar transversalmente en las dos direcciones, utilizando para ello las abrazaderas que suministran las casas proveedoras.
- El montaje de sopandas y estructuras soporte de tableros para el encofrado de forjados, se realizará con todos los elementos necesarios, comprobando cangrejos, pasadores, camones y se desechará cualquier tablero, puntal, sopanda que presente evidencias de deterioro.
- No se golpearán las sopandas colocadas ya que esto puede dar lugar a que salten los anclajes.
- En general para la ejecución de forjados de una altura superior a 5 m se recurrirá a cimbras o estructuras tubulares modulares, para asegurar un perfecto arriostramiento, evitando siempre los dobles apuntalamientos.

IX. Caída de objetos desprendidos

- Antes de proceder al vertido de hormigón se comprobará que el encofrado forma un conjunto estable.

- Se desecharán lo materiales (maderas, puntales, etc.) que se encuentren en mal estado.

X. Izado de cargas

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- El izado de material a los forjados se efectuará mediante bateas en cuyo interior se dispondrán los materiales a izar perfectamente inmovilizados, o bien eslingado las cargas de dos puntos como mínimo.
- Al recibirlas en planta se pondrá especial atención y se evitará guiarlas manualmente hasta que no se depositen en el forjado.
- Los tableros se izarán en bateas emplintadas o de forma que se asegure su estabilidad y no exista posibilidad de caída o desplome de los mismos.

XI. Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada, y en especial la de confección de tableros y paneles (sierra, cepillo, etc.), deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas.

XII. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

XIII. Ruido

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

XIV. Encofrado de muros

- Cuando la altura del encofrado sea inferior a 4 m, los paneles se montarán con todos sus elementos en el suelo, previo a su izado y colocación.
- Cuando la altura del encofrado sea superior a 4 m, las uniones entre paños, retirada de eslingas, arriostramientos, etc., se realizarán con plataforma elevadora, con andamio tubular fijo o móvil, con plataformas de trabajo acopladas a paneles o con arnés de seguridad (con dispositivo anticaída enrollador, adaptando el cable de seguridad en la parte superior del panel para facilitar movimientos horizontales), siempre en este orden de preferencia.
- Los empalmes entre los paneles se realizarán previo arriostramiento de los paños anteriores, utilizando escaleras de mano debidamente aseguradas.
- Se preverá un sistema de sujeción de los tableros o paneles que evite su vuelco (apuntalamiento, etc.) y no se desengancharán de la grúa hasta que no esté asegurada dicha estabilidad.
- Se pondrá especial atención en la colocación de los paneles para evitar atrapamientos. Nunca se guiarán manualmente.

- El acceso a las plataformas se realizará con andamio con escalera incorporada, con escaleras incorporadas a la plataforma, con escaleras con aros incorporada al panel o bien con escalera de mano si la altura es menor de 4 m.

XV. Desencofrado

- El perímetro de la planta baja se mantendrá balizado de forma que se prohíba el paso de operarios bajo zonas de desencofrado. Se avisará al resto de los operarios del comienzo de las operaciones de desencofrado.
- La salida de materiales de desencofrado se realizará a través de plataformas de descarga situadas en las plantas sin afectar a las protecciones colectivas.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no se puede desprender la madera, es decir, desde el ya desencofrado.
- Se mantendrán los pasillos de acceso seguros mediante marquesinas de adecuada resistencia.
- El perímetro de las plantas y huecos en forjado donde se realicen los trabajos de desencofrado se protegerán con redes sólidamente sujetas a los forjados superior e inferior, para evitar la caída de personas o materiales.
- La retirada de las redes de simultaneará con la colocación de barandillas resistentes.
- No se desencofrará nunca de espaldas al vacío.
- Al finalizar las operaciones las maderas y puntales se apilarán de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores.
- Si fuese necesario por el peligro que suponga la acción, los operarios deberán hacer uso de arnés de seguridad fijado a un punto seguro de la estructura.

XVI. Revisión

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.5 TRABAJOS CON HIERRO (FERRALLADO)

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (mal apilado de materiales).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (proyección de partículas en operaciones de soldadura u oxicorte).
- Atrapamiento por o entre objetos (con la dobladora, por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes (operaciones de soldadura y oxicorte).
- Equipos de Protección Individual
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Prendas para soldadura (yelmo de soldador, manguitos, polainas, guantes y mandiles de cuero).
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Se ubicará un lugar adecuado para el almacenaje del material de ferralla. Este lugar será próximo al taller de ferralla donde se ejecutará el montaje de armaduras.
- Los restos o recortes se recogerán y acopiarán en lugar aparte para su posterior carga y transporte.
- Asimismo, se tendrá la zona de trabajo libre de restos de alambres o clavos mediante barridos periódicos.
- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.

II. Señalización

- Si el almacenamiento de ferralla pudiera presentar riesgo de tropiezo, golpes por su proximidad a zonas de paso u otros lugares de trabajo, ésta se señalizará utilizando algún distintivo (preferentemente amarillo-negro) en el punto de riesgo.

III. Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).

IV. Caída en altura

- No se deberá caminar, dentro de lo posible, sobre los fondillos de las vigas. Para el acceso a las mismas, se hará uso de castilletes, andamios sobre ruedas, etc.
- No se circulará pisando directamente sobre la ferralla, se colocarán tableros o tablas de ancho suficiente (mínimo 60 cm) para que se circule por ellas. Estas pasarelas se utilizarán también para el hormigonado.
- Los operarios no treparán por la ferralla, sino que emplearán los medios auxiliares correspondientes: escaleras, andamios, pasarelas, etc.
- En los fondos de las losas de escalera se clavarán listones atravesados para facilitar el acceso a plantas superiores y así lograr un tránsito más seguro.

V. Equipo de protección individual

- Si es necesario realizar alguna operación de corte con radial u operación de soldadura, se utilizarán gafas antiproyecciones en el primer caso y pantalla de soldador, guantes, polainas y peto de cuero en el segundo caso.

VI. Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.
- Los redondos de acero se acopiarán sobre durmientes de madera y de tal forma que no se permita su deslizamiento, evitando acopios en pilas superiores a 1,5 m.
- El material acopiado se repartirá con el fin de no sobrecargar los forjados, caso de que sea el lugar elegido para el acopio.
- Se deberá mantener una distancia de seguridad entre el acopio o almacenamiento de ferralla y el material eléctrico.

VII. Izado de cargas

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.

- Para el transporte aéreo de hará uso de eslingas para coger la ferralla perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Para desenganchar de la grúa la armadura de los pilares, se usarán torretas o plataformas elevadas, huyendo siempre de trepar por dichas armaduras.
- En la elevación y transporte de los paquetes de ferralla nunca se suspenderán de los latiguillos (alambres) de atado de los propios paquetes, éstos se ahorcarán (rodeando con la eslinga) siempre de dos puntos, formando un ángulo igual o menor a 90º.
- Las armaduras montadas nunca se transportarán en posición vertical (sólo para la ubicación exacta "in situ").

VIII. Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada en el tajo (sierra, dobladora, etc.), deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada no se guiará manualmente, sino con sogas en dos direcciones. Una vez colocada en posición, el aplomado ya si se realizará manualmente.

IX. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- En las armaduras no se colgarán cables eléctricos ni focos de alumbrado.
- Se evitará siempre la intersección, contacto o atrapamiento de las mangueras eléctricas por la ferralla almacenada o la armadura ya elaborada.
- Se pondrá especial cuidado en la manipulación de elementos metálicos de gran longitud (tubos, redondos de acero, etc.) de manera que no se produzca el contacto con tendidos eléctricos aéreos.

X. Ruido

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

XI. Revisión

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Antes del comienzo diario de los trabajos, se verificará el buen estado de la maquinaria a utilizar (dobladoras, cortadoras, etc.).

5.2.6 MANIPULACIÓN DE HORMIGÓN

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.

- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante
- grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.

II. Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

III. Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.

IV. Caída en altura

- El hormigonado de pilares, jácenas, muros y elementos verticales se realizará estando los trabajadores sobre plataformas adecuadas.
- Estas plataformas podrán ser andamiajes fijos o móviles. También existe la posibilidad de que el propio sistema de encofrado permita la colocación de elementos en ménsula como soportes de las pasarelas.
- Éstas en cualquier caso tendrán un ancho mínimo de 0,6 m y contarán con barandillas resistentes formadas por pasamanos a 0,9 m, listón intermedio y rodapié.

V. Atropellos o golpes con vehículos.

- Durante el retroceso de los camiones hormigonera, nadie permanecerá detrás del mismo, debiendo ser dirigida la maniobra por personal especializado.

VI. Izado de cargas

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- El izado de material a los forjados se efectuará mediante bateas en cuyo interior se dispondrán los materiales a izar perfectamente inmovilizados, o bien eslingado las cargas de dos puntos como mínimo.
- Al recibirlas en planta se pondrá especial atención y se evitará guiarlas manualmente hasta que no se depositen en el forjado.

VII. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Los vibradores de hormigón deberán estar disponer de una adecuada puesta a tierra.

VIII. Vertido de hormigón mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. Por lo que se recomienda señalizar el nivel máximo de llenado del cubo, mediante pintura amarilla, para no sobrepasar la carga admisible.
- La abertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.

- La maniobra de aproximación se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruísta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo o cubilote penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimientos pendulares del cubo.

IX. Vertido de hormigón por bombeo

- El equipo encargado en el manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
- Reducir al mínimo el número de codos y sobre todo evitar utilizar los de radio pequeño, para reducir las pérdidas de carga y taponamiento en la conducción.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación en prevención de posibles tapones y sobrepresiones internas.
- Se prohíbe introducir y utilizar la pelota de limpieza sin antes haber instalado la red de recogida al final de la conducción de la bomba. En caso de detención de la bola, se parará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal a elementos sólidos antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Si se produce algún taponamiento eliminar la presión del tubo y parar la bomba para proceder a su destaponamiento. En primer lugar, localizar el atasco golpeando distintas secciones de tubería y por el sonido determinar el punto exacto, aflojando a continuación la brida más próxima al atasco.
- A la salida del conducto se debe instalar un amortiguador de chorro para disminuir la presión del hormigón.
- La manguera terminal de vertido será gobernada a la vez como mínimo por dos operarios para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento del camión bomba.

5.2.7 MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS PESADOS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (desplome de piezas prefabricadas).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles (transporte en suspensión de grandes piezas).
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos (de manos o pies al recibir las piezas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Se deben prevenir riesgos por deslizamientos de cargas sobre sus puntos de apoyos y la de pesos suspendidos mediante maniobras de apuntalamiento, trincado, acompañamiento de vientos, órdenes concretas y directas del gruista y cualquier otra que evite los movimientos imprevisibles de las cargas.
- La orientación de los prefabricados se hará mediante cabos o cuerdas guías situadas en los laterales de la pieza.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Los trabajos se suspenderán en condiciones meteorológicas adversas: lluvia, vientos de velocidad mayor de 40 km/h, etc.

I. Equipos de protección

- Dada la dificultad para efectuar estos trabajos con una barandilla de por medio, se dispondrán cables fijadores, líneas de vida o puntos fuertes donde amarrad los mosquetones de los arneses de seguridad.
- En los trabajos de montaje de la cubierta se tenderán redes horizontales en previsión del riesgo de caída de altura.

II. Previo al izado

- Para el izado y transporte de cargas se ayudará de las indicaciones de un ayudante, que será el que irá dando las instrucciones al gruista para la elevación y transporte de cargas. El gruista tiene la obligación de no cumplir más que las órdenes del ayudante.
- Antes de manejar una carga se debe conocer su peso.
- Se respetarán los límites de carga admisible y se tendrán en cuenta las especificaciones del fabricante en el izado de cargas.
- El amarre de la carga debe ser el adecuado, mediante la utilización de elementos apropiados según peso, volumen, forma y características de la carga, siendo muy recomendable el uso de balancín para la manutención de este tipo de prefabricados (placas de hormigón alveolar), sobre todo en el montaje de la cubierta.

III. Gruista

- El gruista debe ser una persona cualificada, dominar su profesión y apta para el puesto de trabajo a desempeñar.
- El gruista deberá dominar toda la zona de operaciones, tanto para el amarre y elevación de cargas como para el traslado y descenso de las mismas.
- Antes de levantar una carga el gruista debe tensar las eslingas y elevar ligeramente la carga para comprobar el equilibrio de la misma.
- No elevará la carga hasta que el ayudante de indicación compruebe que no existe ningún operario sujeto a la carga.
- Si la carga está mal equilibrada o mal amarrada, el gruista debe avisar y depositar la carga para que se sujete de nuevo.
- No dejar nunca la carga suspendida encima de un paso de personal.
- El movimiento de descenso de la carga sólo se debe hacer cuando la carga no tenga ninguna oscilación o balanceo. La velocidad de descenso debe ser adecuada.
- No se debe intentar colocar la carga más lejos imprimiéndoles movimientos de balanceo.
- Al depositar la carga, procurar no aprisionar las eslingas; aflojando las mismas un poco, para asegurarse que la carga es estable.

IV. Acopio

- Para el acopio de placas prefabricadas de hormigón, se seguirán las especificaciones del fabricante y, en todo caso, la altura será inferior a 1,5 metros.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

V. Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre las fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.

VI. Señalización

- Se delimitará la zona de trabajo de la grúa con vallas o cintas para evitar que cualquier persona ajena al trabajo pase por ella.
- Se señalizará la estancia de la grúa de cara al tráfico, en caso de trabajos en la vía pública.
- Se instalarán señales de "Peligro, paso de cargas suspendidas" bajo los lugares destinados a su paso, así como la que obliga al uso del cinturón de seguridad.

VII. Accesorios de elevación: eslingas, cadenas y ganchos

- Todas las eslingas, cadenas y ganchos llevarán una placa o anillo que indique la carga que puede soportar.
- Todas las eslingas que se utilicen deberán ser iguales.
- En función del peso de la carga se debe consultar el cuadro de eslingas y si no se dispone de diámetro conveniente se debe tomar una eslinga de diámetro superior.
- No se deben utilizar eslingas demasiado débiles para la carga a manejar.
- Está prohibido elevar las cargas sobrepasando el límite autorizado por el constructor.
- Se desecharán las eslingas y cadenas que presenten los más mínimos indicios de deterioro.
- Proteger las eslingas contra las aristas vivas de las cargas.
- Evitar doblar las eslingas con radios de curvatura demasiado pequeños.
- Cuando se utilicen cadenas, las aristas de la carga deben coincidir con la articulación de dos eslabones y no con el centro del eslabón. Es recomendable utilizar una cuña o taco de madera.
- Se deben evitar las torsiones de los eslabones y asegurarse de que están bien colocados.

- En cuanto a la colocación del gancho, se debe hacer coincidir el gancho de elevación con la vertical del centro de gravedad de la carga.
- El factor de seguridad de las cadenas será por lo menos de 5, bajo la carga nominal total. Además, los anillos, ganchos, eslabones y argollas de los extremos de cadenas serán de la misma calidad de material.
- Las personas que empleen cadenas serán cuidadosamente instruidas con relación a las cargas admisibles y a los cuadros indicativos.
- Está prohibido trabajar con nudos en las cadenas o unir dos cadenas mediante un nudo entre ambas. Así como empalmar cadenas introduciendo un perno entre dos eslabones.
- No se deben utilizar martillos u otras herramientas similares para forzar a que entre un gancho en un eslabón.
- No se debe trabajar con ángulos de abertura muy abiertos, pues los esfuerzos a que se ven sometidos las eslingas y cadenas aumentan considerablemente.
- Siempre se debe trabajar con ángulos de abertura de ramales inferiores a 90º.
- Se debe proteger las cadenas y eslingas de la intemperie, de variaciones climáticas acusadas de ambientes corrosivos.
- Los ganchos en los aparatos de izar tendrán las siguientes características:
  - Serán de acero o hierro forjado.
  - Estarán equipados con pestillo de seguridad u otro dispositivo de seguridad, o conformado de tal manera, cuando la naturaleza de la carga así lo requiera, que evite que las cargas salgan.
  - Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Todos los elementos (eslingas, cadenas y ganchos) se inspeccionarán cada día y previo al comienzo de los trabajos por el responsable del tajo, desechándose todos aquellos que presenten el más mínimo indicio de deterioro.

5.2.8 ALBAÑILERÍA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

- Equipos de Protección Individual
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

II. Señalización

- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos de cerramiento, para evitar el paso o permanencia de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas. En caso contrario se dispondrán de marquesinas.

III. Transporte de material

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de P.V.C. con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga. Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de ladrillos, bloques y en general material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabo samarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las

manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.

- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de ladrillo, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en loslugares de menor resistencia.

IV. Caída de objetos

- Se prohíbe izar fábricas de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes al poder ser derribados sobre el personal.
- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, al poderse derrumbar sobre el personal.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio. Además, estas zonas deben estar acotadas.

V. Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento, así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible (máximo 3 hiladas de ladrillo o 2 de bloque).

VI. Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.
- El acceso a las zonas de trabajo se hará siempre de forma segura. Se prohíbe pasarelas de un sólo tablón.

VII. Protecciones

- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar a ellos los mosquetones de los arneses de seguridad durante las operaciones de replanteo, colocación de mira, ayuda a la descarga de planta y durante las labores de cerramientos de fachada.

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

VIII. Riesgo de caída en altura

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramientos o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

IX. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

X. Sobreesfuerzos

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
  - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
  - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
  - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
  - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
  - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
  - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

XI. Revisión

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.9 SOLADOS Y ALICATADOS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (en el corte de piezas, en trabajos con pasta, etc.).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (operaciones de corte de piezas).
- Equipos de Protección Individual
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.
- Rodilleras almohadilladas.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación

emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.

- Se prohíbe lanzar escombros directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

II. Señalización

- En solados en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.

III. Transporte de material

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de P.V.C. con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga.
- Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Se prohíbe concentrar las cargas de material sobre vanos. El acopio de palets se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

IV. Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento, así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

V. Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

VI. Protecciones

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad. En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

VII. Riesgo de caída en altura

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

VIII. Contactos con elementos móviles

- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de las sierras de corte, radial o rotaflex.

IX. Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 24 voltios.

X. Exposición a contaminante químico

- El corte de piezas cerámicas, placas de mármol, etc., se efectuará en vía húmeda en evitación de lesiones por trabajar en ambiente pulverulento.
- El corte de piezas en vía seca con sierra circular se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos de corte en suspensión.

XI. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

XII. Sobreesfuerzos

- Para el transporte de materiales (placas, sacos, etc.), se hará uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
  - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
  - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
  - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
  - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
  - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
  - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

XIII. Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.10 ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas (dermatitis por contacto con cemento).

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar escombros directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

II. Señalización

- En enfoscados y enlucidos en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.

III. Transporte de material

- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir los elementos necesarios, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Los elementos longitudinales (miras, reglas, tablones, etc.) transportadas a hombro por un sólo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otros operarios.

IV. Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento, así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

V. Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

VI. Protecciones

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

VII. Riesgo de caída en altura

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

VIII. Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 24 voltios.

IX. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

X. Sobreesfuerzos

- Para el transporte de materiales (sacos de aglomerantes o áridos, etc.), se hará uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.
- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse.
- Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
  - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
  - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
  - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
  - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
  - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
  - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

XI. Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.11 PINTURA Y BARNIZADO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios colgados, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas (rotura de las mangueras de los compresores).
- Proyección de fragmentos o partículas (gotas de pintura, motas de pigmentos).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas (dermatitis por contacto con cemento).
- Incendios y explosiones (empleo de sustancias inflamables).
- Exposición a contaminante químico (inhalación de disolvente orgánicos).
- Exposición a agentes físicos: iluminación.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Protección respiratoria (mascarilla con filtro químico recambiable, específico para el producto químico a utilizar).
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

I. Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando la zona diariamente.

II. Señalización

- En trabajos de pintura y barnizado en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.
- Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas se colocará sendas señales de "peligro de incendio" y de "prohibido fumar".

III. Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento, así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

IV. Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

V. Protecciones

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (pintado de barandillas, mochetas, dinteles, frentes de forjados en terrazas, proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.
- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de los compresores en previsión de contacto con elemento móvil o de quemaduras.

VI. Riesgo de caída en altura

- En el caso de pintado de torres se cumplirá en todo momento con lo indicado en el apartado de "Trabajos en torres o mástiles con sistema anticaída instalado" así como en "Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado".
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

VII. Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 24 voltios.

VIII. Exposición a contaminante químico

- Seguir las recomendaciones recogidas en las fichas de seguridad de las pinturas y disolventes.
- El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, en evitación de salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.
- Se prohibirá fumar y comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, así como en aquellos lugares donde se almacenen.

- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.
- Las operaciones de lijados (tras plastecidos o imprimidos) y las de aplicación de pinturas se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente (ventanas y puertas abiertas) de aire para evitar la inhalación de polvo o gases nocivos.
- Queda prohibido mantener o almacenar botes de pintura o disolventes sin estar perfectamente cerrados.

IX. Incendio y explosiones

- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para así evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" de las instalaciones (tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc.) durante los trabajos de pintura.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso del almacén de pinturas.

X. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

XI. Equipos de Protección Individual

- En la realización de tareas en las que se puedan proyectar fragmentos o partículas hay que utilizar equipos de protección individual certificados que protejan los ojos.
- Para ello, en el caso de realizar tareas en las que se proyecten partículas, sólidas o líquidas, pero que no impacten agresivamente, se deben utilizar gafas de seguridad del tipo montura panorámica.
- Se deberá utilizar equipos de protección respiratoria adecuados al contaminante químico (para lo cual se recomienda consultar las fichas de seguridad y al proveedor del equipo de protección).
- Se utilizarán guantes de protección contra agresivos químicos orgánicos para evitar contactos con la piel del trabajador.

XII. Sobreesfuerzos

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.

- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
  - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
  - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
  - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
  - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
  - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
  - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo,
  - soporten la carga.

XIII. Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.12 CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a contaminante químico: humos metálicos (procesos de soldadura).
- Exposición a agente físico: radiación no ionizante (procesos de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas para proyección de partículas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.
- Calzado de protección con plantilla anticlavos.
- Guantes de seguridad certificados contra agresivos mecánicos.
- Equipos para soldadura: guantes, manguitos, polainas, cubrepiés y mandiles de cuero, pantallas o gafas de soldador.

- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

- El cuelgue de hojas de puerta, marcos correderos o pivotantes y asimilables, se efectuará por un mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelcos, golpes y caídas.

I. Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando los escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar desperdicios directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

II. Señalización

- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos para evitar el paso o permanencia de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas. En caso contrario se dispondrán de marquesinas.

III. Transporte de material

- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir los elementos necesarios, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Los tramos metálicos longitudinales transportados a hombro por un sólo hombre, irán inclinados hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otros operarios.

IV. Protecciones

- En proximidad de huecos se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

V. Riesgo de caída en altura

- En operaciones donde se tengan que instalar elementos en el exterior de fachadas se utilizará el arnés de seguridad.
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.

- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramientos o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

VI. Proyección de partículas

- En la realización de tareas en las que se puedan proyectar fragmentos o partículas se utilizará Equipos de Protección Individual certificados que protejan los ojos.
- Los equipos de trabajo utilizados deberán estar provistos de sus protecciones, tales como resguardos o pantallas, que cumplen con la función de evitar atrapamientos y evitar que salgan fragmentos o partículas de los materiales hacia el trabajador.

VII. Trabajos con la madera

- Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual en obra se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente de aire, para evitar las atmósferas con polvo excesivo.
- Se puede producir intoxicación por polvo de maderas tropicales (teca, abebay, etc.), por lo que cuando se usen estos materiales se extremarán las precauciones, favoreciendo una adecuada ventilación y el uso de adecuadas mascarillas.

VIII. Exposición a contaminante químico

- Cuando se usen pegamentos, disolventes, etc. se dispondrá de una adecuada ventilación, recurriendo a un sistema de ventilación forzada si fuera necesario.
- Se prohíbe fumar y comer en lugares donde se esté trabajando con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

IX. Incendios

- Se evitará acumular excesivas virutas ni serrín.
- Los revestimientos se almacenarán totalmente separados de colas y disolventes.
- Se prohíbe fumar en los lugares donde se esté trabajando con colas y disolventes.
- El almacén de colas y barnices se ubicará en lugar ventilado y se prohibirá fumar, señalizándolo adecuadamente.
- Las bombonas de gases se almacenarán en lugar específico, bajo llave.

X. Operaciones de soldadura

- Se seguirán las normas establecidas en el apartado de “Soldadura oxiacetilénica y oxicorte”.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o incendio.
- Queda terminantemente prohibido la soldadura en exteriores durante el tiempo lluvioso. Igualmente se prohíbe la soldadura en zonas cuyo grado de humedad podría dar lugar a descargas.

XI. Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.

XII. Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

XIII. Sobreesfuerzos

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada o bien buscar la forma de dividirla.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
  - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
  - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
  - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
  - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
  - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
  - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

XIV. Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protecciones de seguridad instalados y en buen estado.

5.2.13 USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a agentes físicos radiaciones no ionizantes.
- Contactos eléctricos.

- Quemaduras.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad aislante de la electricidad.
- Calzado de seguridad.

Medidas preventivas

I. Formación

- La instalación provisional será realizada por personal especializado.
- Cuadros eléctricos
- Los cuadros eléctricos estarán ubicados en lugares de fácil acceso y no peligrosos, manteniéndose cerrados bajo llave y con indicación en la puerta del peligro por contacto eléctrico.
- No se permitirá la manipulación de la instalación si no se tiene la formación y autorización necesarias para ello.
- No se manipulará ningún equipo de trabajo bajo tensión.

II. Conexiones

- Para la desconexión de los equipos nunca se tirará directamente de la manguera sino del propio enchufe.
- Se utilizarán elementos de conexión adecuados, tales como clavijas, prohibiéndose la conexión con cables pelados.
- No deben instalarse adaptadores (ladrones) en las bases de toma de corriente, ya que existe el riesgo de sobrecargar excesivamente la instalación; ni deben utilizarse cables dañados, clavijas de enchufe resquebrajadas o equipos cuya carcasa tenga desperfectos.

III. Protecciones

- Todas las masas susceptibles de estar en tensión estarán puestas a tierra, reafirmándose lo anteriormente indicado en el caso de grupos electrógenos.
- Estará terminantemente prohibido puentear o anular cualquier dispositivo de protección existente: magnetotérmicos, interruptores diferenciales, etc.

IV. Aislamiento

- Debe evitarse realizar reparaciones provisionales. Los cables dañados hay que remplazarlos por otros nuevos. Caso de ser necesario, los empalmes en los conductores serán realizados de tal forma que se mantengan las condiciones de aislamiento.
- Los conductores eléctricos se protegerán mediante canalizaciones de caucho duro o plástico, cuando estén depositados sobre el suelo en zonas de tránsito o de trabajo.

V. Humedad

- Se evitará la utilización de equipos eléctricos en caso de lluvia o humedad, cuando los cables u otro material eléctrico atraviesen charcos, los pies pisen agua o alguna parte del cuerpo esté mojada.

- En los locales húmedos será preceptivo la utilización de tensiones de seguridad de 24 V.

VI. Defectos

- Los operarios deberán avisar inmediatamente a su superior ante cualquier fallo o anomalía.
- Las herramientas eléctricas cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado de forma inmediata.

VII. Comprobaciones

- Se deberá comprobar quincenalmente el correcto funcionamiento e instalación de los elementos de los que consta la puesta a tierra: electrodos, conductores de protección, línea principal de tierra y derivaciones de la línea principal de tierra.
- Se comprobará quincenalmente el funcionamiento de los interruptores diferenciales a través del pulsador de prueba.
- Los conductores y enchufes eléctricos se deben revisar de forma periódica y sustituir los que se encuentren en mal estado.

VIII. Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación, se debe completar los puntos de luz con alumbrado portátil, si fuera necesario.
- En el caso de disponer de iluminación portátil, se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios o protegidos contra chorro de agua.

5.2.14 CARGA Y DESCARGA

Riesgos

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad aislante.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada.
- Guantes de protección.

Medidas preventivas

I. Recomendaciones generales

- La carga y descarga de materiales y otros elementos pesados exige como medida previa la inmovilización segura del vehículo mediante freno, velocidad y cuña en las ruedas.
- Las operaciones se realizarán fuera de vías de circulación; si no fuera posible se hará sin ocasionar perjuicios, peligros o perturbaciones; sobre el lado más próximo al borde de la calzada y con el personal y medios necesarios para concluirlas en el menor tiempo.
- Antes de iniciar la maniobra se comprobará que el peso a soportar no exceda del permitido en el aparato.
- Se emplearán eslingas de cable con preferencia de las de cadena.
- Aquellas no se apoyarán sobre cantos vivos que puedan deteriorarlas.
- Las anillas, ganchos y argollas, deberán mantenerse en prefecto estado.

II. Precauciones durante el izado

- El esfuerzo ejercido será gradual, nunca súbito.
- El tiro, especialmente en el movimiento de arranque, será siempre vertical, jamás inclinado.

III. Maquinaria

- Las grúas móviles sobre vehículos a motor no deben funcionar sobre terreno en pendiente debido al riesgo de vuelco.
- El conductor prohibirá que ninguna persona permanezca en la cabina o en la caja, así como tampoco en la trayectoria a efectuar por la grúa y carga.
- La grúa será manejada por un solo empleado responsable y debidamente instruido y asimismo y en caso de ser necesario sólo un operario será el que dé las instrucciones a aquel respecto a los movimientos a efectuar.

IV. Señalización

- En caso necesario de ocupar calzadas de tránsito rodado se habrá de señalizar su presencia, según lo indicado en la Orden de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Norma de Carreteras 8.3-IC, "Señalización de Obras", modificada por el R.D. 208/1989.

V. Revisión

- Se revisará el estado de los enganches y de los cables. Estos no estarán deshilachados, aplastados o formando cocas; se enrollarán sólo en tambores, ejes o poleas que estén provistos de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- Si las eslingas son textiles se tendrá en cuenta:
  - Se emplearán eslingas identificadas en cuanto al material constituyente y a su carga máxima de utilización (CMU).
  - No se utilizará una eslinga dañada. A este fin, se examinará en toda su longitud, antes del uso, apreciando: estado de la superficie, presencia de cortes

longitudinales o transversales en la cinta, cortes o abrasión de las orillas, deficiencias de las costuras, daños de los ojales, etc. Las eslingas con cortes de las orillas serán retiradas inmediatamente del servicio.

- No se emplearán eslingas de lazo, de forma intensiva, sin reforzar el ojal de modo apropiado. Se evitarán los ángulos de abertura del ojal superiores a 20 grados.
- Las eslingas no presentarán nudos y carecerán de torsiones en el momento de aplicarle esfuerzo. Se protegerán de abrasiones o cortes cuando las cargas tengan bordes agudos. En los desplazamientos las eslingas no se arrastrarán.

VI. Equipos de Protección Individual

- Utilice botas de seguridad antideslizantes y puntera de seguridad cuando maneje objetos pesados. Use guantes de protección, gafas de seguridad o cualquier otro equipo de protección personal necesario cuando la carga a transportar presente riesgos adicionales.

VII. Equipos de Trabajo

- Solicite ayuda si la carga es pesada, voluminosa, peligrosa, inestable o la distancia a transportar sea grande. Utilice medios mecánicos auxiliares tales como carretillas automotoras, carros, traspalets, grúas y polipastos, etc., antes de hacerlo manualmente.
- Cuando utilice carros o traspalets para el transporte de materiales, mantenga control visual de la carga que transporte, es recomendable empujar la carga y no tirar de ella.
- Si transporta una carga con ayuda de uno o más compañeros, sólo uno será el responsable de dirigir la maniobra.

VIII. Recomendaciones para el levantamiento manual de cargas

- Verifique y evite que las zonas de paso por las que va a transportar la carga presenten obstáculos, aceite, suciedad o humedad en los suelos.
- Inspeccione el lugar donde dejará la carga antes de transportarla y cerciórese de que es estable y seguro. Prepare el lugar donde dejará la carga si es necesario, colocando listones como base que permita posicionar el objeto sin riesgo para las manos, por ejemplo.
- Analizar previamente la carga:
  - El peso de la carga no deberá exceder los 40 kg para un trabajador entrenado o los 25 kg para el resto.
  - Las zonas de agarre, el contenedor o el recipiente de la carga, deberán ofrecer la suficiente estabilidad y resistencia.
  - Si presenta aristas vivas, cortantes, astillas, objetos punzantes, etc., utilizar guantes de protección adecuados.
- Sitúese lo más cerca posible de la carga, con los pies bien apoyados en el suelo.
- Coloque los pies con una separación entre sí similar al ancho de las caderas o a unos 50 cm aproximadamente, con un pie ligeramente más adelante que el otro para proporcionar más estabilidad.
- Flexione las piernas para coger la carga del suelo y aproxímese lo más posible a la carga, manteniendo la espalda recta.

- Sujete firmemente la carga, utilizando las palmas de las manos y las falanges de los dedos. Conserve los brazos y codos lo más pegado posible al cuerpo.
- Levante la carga utilizando las piernas con un movimiento de extensión, manteniendo la espalda recta, metiendo la barbilla (a fin de que el cuello y la cabeza se alineen con el plano de la espalda), con el abdomen contraído y manteniendo la posición de los brazos.
- No levante una carga pesada por encima de la cintura en un sólo movimiento, una vez erguido, utilice los brazos para hacer fuerza.
- Procure mantener, en la medida de lo posible, los brazos extendidos durante la manipulación manual de cargas, para evitar un esfuerzo y fatiga innecesario.
- No realice giros del tronco, inclinaciones laterales o doble la espalda mientras sostiene o transporte una carga pesada, sólo utilice las piernas para realizar cualquier movimiento o desplazamiento. Camine con la espalda erguida.
- Evite que la carga le impida ver lo que está delante y lleve la carga bien equilibrada.
- Procure llevar cargas en forma simétrica, evite levantar cargas pesadas con un brazo.
- Para dejar una carga en el suelo, observe el procedimiento para levantar la carga; para dejarla en una mesa o estantería, procure situarse lo más próximo a ella, apoye la carga y luego posiciónela en su lugar rodándola o deslizándola.
- Utilice el propio peso de su cuerpo para reducir el esfuerzo que se vaya a realizar, como contrapeso para frenar el descenso de una carga, para desequilibrar un objeto que queremos mover, etc.

5.2.15 TRABAJOS EN APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA SIN SISTEMA ANTICAÍDA INSTALADO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes.

Equipo de protección individual

- Casco liniero.
- Calzado de seguridad sensible.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Arneses anticaídas con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Dispositivo deslizante anticaídas con mosquetón.
- Dispositivo de amarre doble alternativo (cabo de doble amarre).
- Dispositivo anticaída retráctil de cinta de 2,5 m de longitud y conectores.
- Bolsa para guardar y transportar el material.
- Equipo de protección complementario (material de uso colectivo)
- Cuerdas de seguridad (de 12 mm de diámetro y con una longitud mínima de 2 veces la altura del apoyo).
- Modulador.
- Contrapeso.
- Bloqueador para fijación contrapeso.
- Poleas de cambio de dirección.
- Cintas de anclaje.
- Mosquetones.
- Poleas de salvamento.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Medidas preventivas

I. Formación y certificado de aptitud

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo poseer un dominio teórico y práctico de las técnicas de acceso mediante cuerdas. Sin este requisito esencial no se acometerán este tipo de trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en apoyos sin sistema anticaídas instalado deberán poseer certificado de aptitud o reconocimiento médico específico en el que conste "apto para trabajos en altura".

II. Incompatibilidades

- El personal que realice los trabajos descritos no podrá ser trabajadores pertenecientes a Empresas de Trabajo Temporal puestos a disposición de la empresa usuaria, en cumplimiento del artículo 8 del R.D. 216/99.
- Las personas que estén recibiendo medicación que produzca somnolencia u otros efectos secundarios deberán consultar con un médico si pueden realizar este tipo de trabajos.
- Queda prohibido la realización de trabajos en altura bajo los efectos del alcohol o de algún tipo de droga. Está prohibido fumar cuando se trabaja en altura.

- Los trabajadores provistos de marcapasos se abstendrán de permanecer en las cercanías de los centros emisores de radiación (antenas, parábolas, líneas de alta tensión, etc.).

III. Organización del trabajo

- Antes de comenzar cualquier trabajo, el responsable de los Trabajos y/o el jefe de Brigada procederán a planificar adecuadamente los mismos (mejor vía de acceso, emplazamiento de la línea de seguridad, equipo de trabajo a emplear, medios de protección a utilizar, etc.) tanto por la seguridad del personal como ante la posible actuación de los equipos de socorro y emergencia.

IV. Equipos de Protección

- Es obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de dos metros del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída.
- El amarre al punto fijo se realizará mediante ganchos de doble amarre que permitan un adecuado reparto de cargas.
- Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el marcado CE. No serán válidos para su uso y por tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición.
- Revisión visual y manual siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas; ausencia de deformaciones ni oxidación en los mosquetones.
- El sistema anticaída se colocará en la anilla pectoral del arnés, siempre por encima de la cintura, nunca por debajo.

V. Cuerdas

- Se recomienda el uso de cuerdas semi-estáticas con una excelente resistencia a la abrasión y con unas propiedades semi-dinámicas capaces de soportar una posible caída.
- Sólo debe utilizarse en su función de seguridad y nunca como cuerda de servicio o de trabajo.
- Si se realizan nudos sobre ella, debe ser al menos un nudo en ocho u otro que no disminuya su carga de trabajo menos de un 60%.

VI. Condiciones ambientales

- En caso de helada o escarcha sobre la estructura de la torre no se realizarán trabajos hasta comprobarse visualmente que no existen restos de hielo sobre la misma y que el ascenso no entrañe el riesgo de posibles resbalones.
- No se iniciará ningún trabajo, o se suspenderán si estuvieran comenzados, en caso de condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento (superior a 60 km/h), tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.

- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.
- No se realizarán trabajos en altura sin la suficiente luz diurna.

VII. Montaje y sujeción a la línea de vida: ascenso del primer trabajador

- El equipo mínimo de trabajo estará constituido por dos personas: una para ascender y ser la encargada de instalar la línea de seguridad y la otra de apoyo, asegurando al primero, situada en la base, alejada suficientemente de la estructura y con casco de seguridad.
- El operario situado en la base del apoyo instalará un punto de fijación en una peana distinta a la del ascenso, pasará la cuerda que va a su compañero por el modulador y fijará este aparato al punto de fijación avisándole que está preparado para asegurarlo.Durante toda la operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de la misma, proporcionándole cuerda a medida que la va necesitando.
- Posteriormente, el operario que ascienda se atará la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje pectoral del arnés, mediante un nudo en ocho.
- El operario procederá a ascender por el apoyo, y aproximadamente cada 2 metros (es importante respetar esta distancia ya que garantiza la eficacia del sistema al evitar en caso de caída, un factor y una fuerza de choque elevada) coloca una cinta de anclaje con mosquetón al travesaño horizontal de la torre, a través del cual va pasando la cuerda, de forma que a medida que va ascendiendo queda instalada la "línea de vida".
- En el supuesto que en algún punto de la ascensión el trabajador sufra una caída, quedará sujeto por la cuerda en el último anclaje colocado, ya que el modulador bloqueará la cuerda impidiendo su deslizamiento.
- Cuando el operario llegue a la cruceta a la que tiene que trabajar, se desplazará horizontalmente por la misma colocando cintas de anclaje (cada 2 metros) y pasando la cuerda a través del mosquetón de cada cinta, hasta llegar al extremo de la cruceta, donde se anclará directamente a la misma, procediendo a continuación a sujetar la cuerda que llevaba en el anclaje pectoral, en el extremo de la cruceta, quedando de esta forma instalada la "línea de vida".

VIII. Montaje y sujeción a la línea de vida: ascenso del resto de trabajadores

- La subida del resto de los trabajadores se realizará desmontando la cuerda del modulador y en su lugar se coloca el bloqueador con el contrapeso, con el fin de que se mantenga tirante.
- Los trabajadores que suben emplearán el dispositivo anticaída deslizante, basado en un mecanismo de bloqueo, de forma que, si el trabajador cae, el dispositivo se bloquea. Este dispositivo funciona tanto en el ascenso como en el descenso, su colocación debe realizarse de manera que la flecha quede hacia arriba.
- Durante el ascenso del segundo trabajador, cada vez que alcanza un punto de anclaje, suelta la línea de seguridad del mosquetón para permitir el paso del dispositivo anticaídas deslizante dejándola suelta para facilitar el paso de posteriores trabajadores.

- Cuando el segundo trabajador llega al anclaje donde se inicia el desplazamiento horizontal por la cruceta, se asegura al apoyo con el dispositivo de doble amarre alternativo. A continuación, se suelta del dispositivo anticaídas deslizante y realiza un nudo en el mosquetón de anclaje, para de esta forma independizar el tramo vertical del horizontal.
- El tramo horizontal queda preparado para asegurar al trabajador, utilizando una cuerda doble o un dispositivo anticaídas de cinta; el tramo vertical queda liberado para el ascenso del resto de los trabajadores asegurados con sus propios dispositivos anticaídas deslizantes.

IX. Descenso del apoyo de los trabajadores

- Para efectuar el descenso el proceso a seguir será el inverso al empleado durante el ascenso, el último trabajador desmontará todo el sistema con el mismo procedimiento, el operario que asegura desde la base del apoyo, irá recuperando cuerda a través del modulador a medida que el primero vaya descendiendo, procurando mantenerla ligeramente tensa y sin desequilibrarlo.

X. Sujeción en puntos de trabajo

- Siempre se trabajará estando anclado a dos puntos diferentes que permitan en caso de caída un equilibrio de cargas.

XI. Exposición a campos electromagnéticos

- Resulta fundamental, evitar las exposiciones innecesarias a los campos electromagnéticos (radiofrecuencias y microondas) por lo que se aconseja:
  - Eliminar la fuente de radiación: siempre que sea posible los trabajos se realizarán con los equipos ya montados apagados (antenas, parábolas, etc.).
  - Mantener una distancia de seguridad: se evitará permanecer y trabajar cerca de los equipos emisores, en especial, estará prohibido situarse frente a las antenas parabólicas.
  - Limitar el tiempo de exposición: realizar las operaciones que se puedan (montaje de partes de equipo, etc.) lejos de la fuente emisora (en la base de la torre).

XII. Riesgo eléctrico

- Los trabajos se ejecutarán teniendo presente lo indicado en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Antes de iniciar cualquier trabajo en proximidad de elementos en tensión, se debe determinar la viabilidad del mismo, teniendo en cuenta que deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo se lo permita.
- Se deberá guardar en todo momento una distancia de seguridad entre el punto más próximo en tensión (sin proteger) y la parte externa del operario, herramientas o equipos utilizados.

Tensión entre las fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- Cuando los trabajos a realizar entrañen riesgo de contacto eléctrico o de contacto térmico como consecuencia de no respetarse las distancias de seguridad, se comunicará al Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada y no se reanudarán hasta que se haya procedido a la supresión de la tensión, o bien se acuerde la realización de los trabajos por parte de trabajadores autorizados (con conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, por su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años).
- Para proceder a la supresión de la tensión se deberán desarrollar las siguientes etapas: desconectar; prevenir cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; poner a tierra y en cortocircuito; y si procede, proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

XIII. Prohibiciones

- La utilización de casco con perforaciones (refresco de aire) al no proteger la cabeza por completo.
- El uso de chaquetas o trajes de agua con capucha debido a la reducción del campo visual.
- El empleo de botas de seguridad contra impacto de objetos debido a la insensibilización de los pies cuando se asciende.
- Usar un sistema anticaída no adecuado a la línea de vida instalada en el emplazamiento, así como el uso no individual del mismo. No se utilizará en el ascenso un sistema anticaída compartido por varios operarios.
- La utilización de herramientas sin la posibilidad de la colocación de mosquetones o sistema alternativo que impida su caída.
- Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

XIV. Revisiones previas

- Antes de cada puesta en obra, el material será controlado visual y manualmente.
- Se comprobará especialmente el correcto funcionamiento del sistema de bloqueo.
- Comprobar que la cuerda de seguridad y el dispositivo deslizante son compatibles.
- Instalar dicho dispositivo de forma que las marcas coincidan.
- La presencia de deformaciones, grietas o desgaste excesivo, ya sea en cuerdas como en elementos mecánicos, será motivo inmediato de retirada y destrucción.
- Se tendrá presente la fecha de fabricación de las cuerdas a utilizar, que viene grabada en la vaina que recubre un tramo de cuerda. Su duración será función de su utilización, grado de deterioro y cumplimiento de las instrucciones del fabricante al efecto.

XV. Caída de objetos desprendidos

- Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base del apoyo (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.

- Cuando los trabajos conlleven el cambio o reposición de elementos con probabilidad de caída quedará prohibido el trabajo simultáneo a diferentes alturas.
- Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.

XVI. Precauciones durante el trabajo

- No se modificarán nunca el equipo ni su forma de utilización.
- Las cuerdas se mantendrán en las bolsas para evitar que se manchen de barro y suciedad.
- Durante su uso se evitará contactos y rozamientos con aristas agudas que las desgastarían o podrían cortarlas.
- Evitar los contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar las zonas de contacto cuerda-metal.
- Evitar que el material se enrede sobre diversos obstáculos, con el fin de no modificar las prestaciones del equipo.
- Cualquier elemento de la línea de vida y sus complementos, en los que pueda quedar suspendido el operario, no podrán ser utilizados simultáneamente por más de una persona. Durante el desarrollo del trabajo, el operario deberá permanecer sujeto a la estructura mediante algún elemento de amarre.

XVII. Mantenimiento

- Los distintos equipos utilizados se deben mantener en correctas condiciones de uso.
- Una vez retirado el equipo se guardará debidamente cada elemento en las bolsas.
- Si se hubiese mojado el equipo no se guardará (con carácter permanente) en estas condiciones, previamente habrá que dejarlos secar en un lugar apropiado.
- Todo equipo que experimente una caída deberá ser revisado por personal especializado.
- No se repararán ni se modificarán. Las reparaciones las efectuará personal especializado.
- En caso de presentar anomalías retirar el equipo de servicio y mandar a revisión.
- Equipos de fibra:
  - Se tendrá presente que las cuerdas presentan una vida útil máxima de 5años para un uso esporádico, disminuyendo a 3 años si su uso es frecuente. El resto de equipos de fibra (arneses, cintas, etc.) presentan una vida útil máxima de 5 años.
  - El tiempo máximo de almacenamiento sin uso será de 10 años.
  - No limpiar con agresivos químicos o mecánicos. Se lavará con agua jabonosa limpia, a fin de eliminar toda traza de suciedad.
  - El equipo no debe ser secado al sol ni en estufas.
  - El material debe almacenarse alejado de zonas calientes, en lugares no expuestos al sol ni a la humedad.

- Equipos metálicos:
  - Antes de cada uso se comprobará el correcto funcionamiento del sistema desbloqueo, así como la ausencia de deformaciones y corrosiones.

5.2.16 TRABAJOS EN POSTES (APOYOS) METÁLICOS, DE MADERA Y HORMIGÓN

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.

Equipo de protección individual

- Casco liniero.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Arneses anticaídas con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Dispositivo deslizante anticaídas con mosquetón.
- Dispositivo de amarre doble alternativo (cabo de doble amarre).
- Dispositivo anticaída retráctil de cinta de 2,5 m de longitud y conectores.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Equipo de protección complementario (material de uso colectivo)

- Línea de vida con cuerda de vida de longitud adecuada al apoyo.
- Dispositivos para instalar la línea de seguridad.
- Trepadores para postes de madera.
- Arriostrador para postes de madera.
- Escalera vertical de tramos acoplables entre sí.
- Elementos de señalización vial (en caso necesario).
- Pértiga de montaje para alcances entre 2 y 6 m según instalación.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Medidas preventivas

I. Formación y certificado de aptitud

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo poseer un dominio teórico y práctico de las técnicas a aplicar.
- Sin este requisito esencial no se acometerán este tipo de trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en apoyos sin sistema anticaídas instalado deberán poseer certificado de aptitud o reconocimiento médico específico en el que conste "apto para trabajos en altura".

II. Incompatibilidades

- El personal que realice los trabajos descritos no podrá ser trabajadores pertenecientes a Empresas de Trabajo Temporal puestos a disposición de la empresa usuaria, en cumplimiento del artículo 8 del R.D. 216/99.
- Las personas que estén recibiendo medicación que produzca somnolencia u otros efectos secundarios deberán consultar con un médico si pueden realizar este tipo de trabajos.
- Queda prohibido la realización de trabajos en altura bajo los efectos del alcohol o de algún tipo de droga. Está prohibido fumar cuando se trabaja en altura.

III. Condiciones previas

- Previamente a la realización de los trabajos se comprobará que los elementos de protección y trabajo están en buen estado y ofrecen la seguridad necesaria para la función que van a cumplir.
- Se comprobará el estado de las correas, cerciorándose que no presentan grietas, cortes o muescas, desgastes o cualquier otra alteración que haga temer su rotura.
- De la misma forma que las costuras estén firmes y que el hilo no esté roto.
- Asegurarse que los remaches están en buen estado, que los ojetes no están desgarrados y que las hebillas no están rotas.
- La presencia de deformaciones, grietas o desgaste excesivo, ya sea en cuerdas como en elementos mecánicos, será motivo inmediato de retirada y destrucción.
- Antes de subir a un poste de madera se adoptarán las medidas preventivas siguientes:
- Golpear el poste con un objeto duro por todo su entorno hasta una altura de 2 m sobre el nivel del suelo. Si el sonido que proporciona la madera es musical, el poste está en buen estado; por el contrario, si el sonido es sordo, el poste está en condiciones deficientes.
- En caso de duda de la prueba anterior, se introducirá una herramienta punzante y estrecha; si el poste no opone resistencia estará carcomido interiormente.
- En los postes de alineación, se moverán ligeramente en sentido transversal de la línea; si se percibe un débil crujido, a nivel del suelo, el poste está en mal estado.
- Si de las pruebas anteriores se concluye que el poste está defectuoso, bajo ningún concepto se subirá al mismo y se notificará urgentemente al responsable de los Trabajos para que adopte las medidas necesarias, entre ellas una inspección

detallada de la zona de empotramiento. Los postes defectuosos se señalizarán a 1,5 m.

- Si la subida al poste se hace con trepadores se comprobará que su espolón está fuertemente sujeto, que no está roto y que no presenta fisuras que haga temer su rotura, en caso necesario, se sustituirá por uno nuevo. Es espolón tendrá asociado su correspondiente protector.
- Es imprescindible el uso complementario del cinturón de seguridad desde el momento en que se accede al poste.
- En un apoyo de hormigón se comprobará que la armadura no es visible, en caso contrario, se estudiará la posibilidad de consolidad el apoyo.
- En los apoyos metálicos se controlará el estado de corrosión de los montantes.

IV. Organización del trabajo

- Los trabajos que impliquen subir al poste en zona interurbana se realizarán acompañados. En zona urbana, de acuerdo con la dificultad y el riesgo, podrá solicitar la ayuda de un compañero, no reiniciándose los mismos hasta su llegada.

V. Señalización

- En vías urbanas, se delimitará y señalizará convenientemente la zona de obras en los casos necesarios, utilizando los elementos adecuados (señales, vallas, banderolas, etc.).

VI. Equipos de Protección

- Es obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de dos metros del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída.
- Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el marcado CE. No serán válidos para su uso y por tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición.
- Revisión visual y manual siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas; ausencia de deformaciones ni oxidación en los mosquetones.
- El personal que permanezca en el suelo, aparte de ir dotado con casco de seguridad, se alejará de la base del poste a fin de evitar accidentes por caída de objetos.
- El sistema anticaída (de utilizarse) se colocará en la anilla pectoral del arnés, siempre por encima de la cintura, nunca por debajo.

VII. Condiciones ambientales

- En caso de helada o escarcha sobre el poste no se realizarán trabajos hasta comprobarse visualmente que no existen restos de hielo sobre la misma y que el ascenso no entrañe el riesgo de posibles resbalones.
- No se iniciará ningún trabajo, o se suspenderán si estuvieran comenzados, en caso de condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento (superior a 60

km/h), tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.

- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.
- No se realizarán trabajos en altura sin la suficiente luz diurna.

VIII. Ascenso y descenso al poste

- El ascenso o descenso de un apoyo se efectuará, obligatoriamente, con las manos libres.
- Tanto la subida como la bajada al poste se hará con el cinturón de sujeción (o salvavidas) abrazado al mismo. Es preciso asegurarse que el enganche del mosquetón a la anilla es correcto, no confiando tan sólo en oír el "clic" característico del cierre del mosquetón.
- Tan pronto se haya alcanzado la altura deseada, lo inmediato es sujetarse con el cinturón de sujeción situándolo diagonalmente entre el poste y la cruceta. No debe pasarse entre poste y tirante de la cruceta ya que éste podría dañarlo.

IX. Postes de hormigón

- En subida y bajada se utilizarán los alveolos del poste a modo de peldaños hasta una altura que permita colocar los dos pies mientras simultáneamente se desplaza el cinturón de sujeción. Posteriormente se prosigue la ascensión utilizando las barras pasantes, estribos desmontables o medios específicos y situando el cinturón de sujeción (o salvavidas) por encima del último elemento insertado, hasta alcanzar la posición de trabajo.
- El descenso se realizará de forma inversa a la subida, retirando los correspondientes elementos empleados y descendiéndolos en su caso con una cuerda, permaneciendo el trabajador sujeto con el cinturón de sujeción.

X. Postes de celosía (metálicos)

- Se seguirán las recomendaciones indicadas en el apartado: "Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado".

XI. Escaleras manuales

- En la realización de trabajos en escaleras de mano a más de 3,5 metros de altura que impliquen movimientos o esfuerzos que disminuyan la estabilidad, será obligatorio el uso de cinturón de seguridad. El anclaje del cinturón se realizará a un punto con resistencia suficiente y distinto al de la escalera.
- En el momento de subida a la escalera para la realización de los trabajos en el poste, un operario se situará en el suelo, sujetando la escalera por su parte inferior, en evitación de posibles balanceos o deslizamiento de la misma.
- El apoyo de las escaleras de mano en los postes se llevará a cabo empleando abrazaderas específicamente diseñadas para su anclaje al poste.

XII. Arriostramiento

- Cuando sea necesario cortar o desamarrar un cable, o en general, realizar una operación que lleve consigo el modificar el estado de equilibrio de un apoyo, habrá

que proceder a asegurar el mismo, arriostrándolo convenientemente, sin subir al mismo mediante un arriostrador u otros dispositivos (escalera de tijera, cabria, plataforma elevadora, etc.).

- El arriostramiento se realizará por medio de vientos u otro método adecuado. El dispositivo elegido debe llevar al menos tres elementos colocados en tres direcciones distintas, formando un ángulo de 120º y sujetos a puntos fijos suficientemente resistentes.

XIII. Caída de objetos desprendidos

- Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base de la torre (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.
- Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.
- Las herramientas irán en bolsas portaherramientas.
- El material y las herramientas no deben lanzarse nunca; se suben o bajan por medio de una cuerda de servicio, a la cual se atan cuidadosamente.

XIV. Riesgo eléctrico

- Los trabajos se ejecutarán teniendo presente lo indicado en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Antes de iniciar cualquier trabajo en proximidad de elementos en tensión, se debe determinar la viabilidad del mismo, teniendo en cuenta que deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo se lo permita.
- Se deberá guardar en todo momento una distancia de seguridad entre el punto más próximo en tensión (sin proteger) y la parte externa del operario, herramientas o equipos utilizados.

Tensión entre las fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- Cuando los trabajos a realizar entrañen riesgo de contacto eléctrico o de contacto térmico como consecuencia de no respetarse las distancias de seguridad, se comunicará al Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada y no se reanudarán hasta que se haya procedido a la supresión de la tensión, o bien se acuerde la realización de los trabajos por parte de trabajadores autorizados (con conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, por su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años).
- Para proceder a la supresión de la tensión se deberán desarrollar las siguientes etapas: desconectar; prevenir cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; poner a tierra y en cortocircuito; y si procede, proteger frente a elementos

próximos en tensión, en su caso y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

XV. Prohibiciones

- La utilización de casco con perforaciones (refresco de aire) al no proteger la cabeza por completo.
- El uso de chaquetas o trajes de agua con capucha debido a la reducción del campo visual.
- El empleo de botas de seguridad contra impacto de objetos debido a la insensibilización de los pies cuando se asciende.
- La utilización de herramientas sin la posibilidad de la colocación de mosquetones o sistema alternativo que impida su caída.
- Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

XVI. Precauciones durante el trabajo

- No se modificarán nunca el equipo ni su forma de utilización.
- Las cuerdas se mantendrán en las bolsas para evitar que se manchen de barro y suciedad.
- Durante su uso se evitará contactos y rozamientos con aristas agudas que las desgastarían o podrían cortarlas.
- Evitar los contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar las zonas de contacto cuerda-metal.
- Evitar que el material se enrede sobre diversos obstáculos, con el fin de no modificar las prestaciones del equipo.
- Cualquier elemento de la línea de vida y sus complementos, en los que pueda quedar suspendido el operario, no podrán ser utilizados simultáneamente por más de una persona. Durante el desarrollo del trabajo, el operario deberá permanecer sujeto a la estructura mediante algún elemento de amarre.

XVII. Mantenimiento

- Los distintos equipos utilizados se deben mantener en correctas condiciones de uso.
- Una vez retirado el equipo se guardará debidamente cada elemento en las bolsas.
- Si se hubiese mojado el equipo no se guardará (con carácter permanente) en estas condiciones, previamente habrá que dejarlos secar en un lugar apropiado.
- Todo equipo que experimente una caída deberá ser revisado por personal especializado.
- No se repararán ni se modificarán. Las reparaciones las efectuará personal especializado.
- En caso de presentar anomalías retirar el equipo de servicio y mandar a revisión.
- Después de su uso los equipos de protección se deberán limpiar.
- Equipos de fibra:

- Se tendrá presente que las cuerdas presentan una vida útil máxima de 5 años para un uso esporádico, disminuyendo a 3 años si su uso es frecuente. El resto de equipos de fibra (arneses, cintas, etc.) presentan una vida útil máxima de 5 años.
- El tiempo máximo de almacenamiento sin uso será de 10 años.
- No limpiar con agresivos químicos o mecánicos. Se lavará con agua jabonosa limpia, a fin de eliminar toda traza de suciedad.
- El equipo no debe ser secado al sol ni en estufas.
- El material debe almacenarse alejado de zonas calientes, en lugares no expuestos al sol ni a la humedad.

5.2.17 TENDIDO DE TUBOS Y ACCESORIOS DE PROTECCIÓN CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cortes con objetos.
- Lumbalgia por sobreesfuerzos.
- Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Aplastamientos.
- Proyecciones de partículas.

Medidas preventivas

- En la descarga de materiales, debe primero escogerse una zona de acopio horizontal, en donde se sitúen los tramos de tubos con las protecciones necesarias, evitando el desplazamiento de los mismos y por lo tanto su caída.
- En la descarga, mediante grúa, no deben utilizarse las manos para guiar los materiales, estos deben ser conducidos por medio de unas guías de acero o cuerda.
- Se utilizarán eslingas apropiadas y de resistencia comprobada.
- Se prohibirá el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- En caso de apilar tubos, se realizará con cuidado para evitar su posterior derrumbe.
- Una vez preparado el terreno de ubicación del tubo, se procederá al transporte de los mismos paralelamente al trazado, estas operaciones se realizarán observando las medidas anteriormente descritas.
- En caso de que el maquinista de la grúa no tenga acceso visual al fondo de la zanja, un operario señalista le guiará en la maniobra.
- Durante las operaciones de bajada del tubo, el área de la zanja afectada deberá estar libre de personal y herramientas.

- No se permitirá utilizar el tubo como punto de apoyo para la entrada y salida de la zanja, aunque esté totalmente inmovilizado; se utilizarán las escaleras dispuestas a tal efecto.
- Quedará terminantemente prohibido al personal andar por encima de los tubos.
- Se procederá al correcto manejo de los distintos materiales y medios auxiliares que se empleen en el montaje para evitar lesiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Botas de seguridad impermeables al agua y a la humedad con puntera reforzada.
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.
- Chaleco de alta visibilidad.

Equipos de Protección colectiva

- Vallas de limitación y protección.
- Pasarelas.
- Señales óptico-acústicas de vehículos de obra.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Balizamiento luminoso.
- Conos de balizamiento.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.

5.2.18 TENDIDO Y EMPALMES DE CABLES

Riesgos.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Golpes arrollamiento o atrapamiento de máquinas, vehículos y cables.
- Cortes.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas

I. Selección del lugar de trabajo.

- Antes de la iniciación de los trabajos es preciso determinar el lugar donde se colocarán las bobinas y el sitio idóneo para la ubicación de los gatos elevadores.
- Se elegirá una zona en la que el suelo esté firme y de no ser posible, los gatos se dispondrán utilizando los medios necesarios para garantizar de ese modo solidez y firmeza.
- Para el acopio de bobinas se elegirá una zona lo más cercana al lugar de trabajo y que no obstaculice ningún trabajo.
- Ambas zonas se señalizarán adecuadamente.

II. Transporte de bobinas y herramientas.

- El transporte de bobinas se realizará sobre camión y las operaciones de carga y descarga con el auxilio de una grúa.
- Los riesgos presentes en esta fase del tendido son los golpes y contusiones, heridas y esguinces al realizar las operaciones.
- Para efectuar el control de los riesgos mencionados procederemos de la forma siguiente:
  - Tanto los estrobos y los ejes a emplear no sólo estarán en correcto estado de conservación, sino que serán los adecuados para el peso a transportar.
  - Las bobinas durante el transporte irán calzadas en el interior de la caja del camión, no permaneciendo ningún operario durante el traslado.
  - Los gatos elevadores serán adecuados para elevar el peso de las bobinas y serán revisados y engrasados en el taller antes de llevarlos a la obra.
  - Los gatos, ejes y demás herramental se transportarán a la obra juntamente con las bobinas.
  - El gancho de la grúa del camión dispondrá del pestillo de seguridad.

III. Preparación del tendido.

- Los riesgos presentes en esta fase del trabajo son caídas a distinto y mismo nivel, golpes y/o contusiones, heridas, atrapamiento por los estrobos y/o cables, etc...
- En todo momento los operarios utilizarán las prendas de protección personal adecuadas como los cascos de seguridad, guantes de protección etc…
- Es muy importante que las bobinas que se empleen se coloquen sobre los soportes adecuados, a fin de evitar que al tirar del cable puedan caerse. El cable se halla contenido en la bobina y ésta a su vez para la operación de tendido se dispondrá adecuadamente suspendida por la grúa, apoyada sobre carro portebobinas o gatos. En este último caso es importante que la bobina quede nivelada.
- Una vez montada la bobina se procederá a quitar las duelas que protegen el cable, se quitarán una a una las duelas y se doblarán los clavos para que no revistan ningún tipo de peligro. Una vez descubierta la bobina, se retirarán de la zona todas las duelas.

IV. Tendido de cable.

- En esta fase del trabajo se prestará especial atención para evitar falsas maniobras, maniobras a destiempo, contusiones y golpes para lo cual deberán de permanecer correctamente sincronizadas todos los operarios que intervengan en la misma.

- Si el recorrido del tendido es tal que no se puede ver la maniobra completa, los operarios deberán emplear medios de comunicación adecuados para estar sincronizadas con la persona/s que dirigen la maniobra. De esta manera se evitarán los problemas existentes con las comunicaciones a voces o con señas a distancia.
- Se revisará el buen estado del cable y demás aparejos que participen en la tracción. Es importante el correcto funcionamiento del nudo giratorio.

V. Finalización de los trabajos.

- Una vez finalizado el tendido se recogerán los cabrestantes, bobinas y demás herramientas utilizadas en el trabajo, dejando la zona completamente limpia, procediendo finalmente a retirar la señalización colocada.
- Las bobinas no se dejarán en pendiente; en caso de que no hubiese más remedio se calzarán.

VI. Empalmes cables.

- Inicialmente todos los empalmes en la nueva red subterránea, están previstos realizarlos sin tensión.
- Con la herramienta adecuada efectuaremos la conexión.
- En el caso de que se tenga que realizar alguna conexión, en tensión o en proximidad, el contratista, en el PSS añadirá un procedimiento de trabajo, en el que se analicen los riesgos, medidas preventivas, equipos de protección individual y colectiva.
- En caso de que exista riesgo eléctrico, por proximidad de conductores, se solicitara a la compañía distribuidora el DESCARGO.

Equipos de Protección Individual.

- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Gafas de seguridad certificadas.
- Botas de seguridad.
- Chaleco de alta visibilidad
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.
- Equipos de Protección Colectivo.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.

5.2.19 HORMIGONADO, RELLENO, COMPACTACIÓN DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

- Caída de objetos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Ambiente pulvígeno.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.
- Lesiones posturales osteoarticulares.
- Choques o golpes contra objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Cuerpos extraños en los ojos.

Medidas preventivas

- Cuando las condiciones de visibilidad lo aconsejen, se dotará a los trabajadores de ropa de trabajo que permita a los conductores su correcta identificación.
- Cuando sea imprescindible que un vehículo durante el vertido directo se acerque al borde de la zanja, se dispondrán de topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo. Estos topes deberán estar colocados antes de las operaciones de vertido de hormigón. Las maniobras de los camiones hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente.
- Los conductores se apearán de los vehículos, para la descarga del material, y se ocuparán de la manipulación de los mandos para efectuar dicha operación. El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón, del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de prolongación.
- Se asignará al equipo de trabajadores, unas distancias mínimas de separación entre operarios, en función de los medios auxiliares que estén haciendo servir, para que no se produzcan alcances e interferencias entre ellos.
- El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper (apisonadoras o compactadoras) será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara" y la "Carga Máxima".

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar polvaredas. Igualmente, la máquina recortadora de disco para evitar ambiente pulvígeno, será de refrigeración por agua del disco.
- Para el corte de las piezas de los solados, se utilizará un sistema de vía húmeda que evite la emisión de polvo. En el caso de tener que efectuar el corte de las piezas en vía seca, éste se efectuará situándose el operario a sotavento para evitar en lo posible la inhalación de polvo proveniente del corte. Además, el operario deberá ir protegido con gafas de protección ocular y mascarilla antipolvo con filtro de retención mecánica adecuado al material ocular.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento (la visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).
- Todos los vehículos empleados para esta obra serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los vehículos utilizados están dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad y chaleco de alta visibilidad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Protectores auditivos.

Equipos de protección de las vías respiratorias

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Gafas de seguridad certificadas.
- Botas de seguridad impermeables al agua y a la humedad.
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.
- Chaleco de alta visibilidad
- Equipos de Protección colectiva.
- Vallas de limitación y protección.

- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Conos de balizamiento.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Pasarelas sobre zanjas.

5.3 RELATIVOS A LA MAQUINARIA

5.3.1 MAQUINARIA DE MOVIMIETNO DE TIERRAS EN GENERAL

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina).
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

I. Factor humano

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
  - Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
  - Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
  - No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
- Previo al comienzo de la jornada:
  - Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
  - Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión.
  - Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
  - Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra.

- Tocar el claxon.
- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

- Durante el desarrollo de la jornada:
  - No subir o bajar del vehículo en marcha.
  - No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
  - Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
  - Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
  - Si por cualquier circunstancia se debe abandonar la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado.
  - Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras, así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.
- Al final de la jornada:
  - Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
  - Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
  - Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
  - Cerrar la cabina bajo llave.

II. Factor mecánico

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

III. Factor trabajo

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas.
- Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás. Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

IV. Factor terreno

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

5.3.2 RETROEXCAVADORA

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

5.3.3 CAMINÓN BASCULANTE

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".

I. Formación

- El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

II. Carga de la caja

- Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.
- Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
- Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

III. Actuaciones seguras

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.

- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

IV. Vuelco de la maquinaria

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

V. Contacto eléctrico

- Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

VI. Mantenimiento

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

5.3.4 DÚMPER O AUTOVOLQUETE

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.
- En ningún caso se llenará el cubilote hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelcoinstalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo, estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.

- A la circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

5.3.5 GRÚA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

- Formación y condiciones del operador
- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.
- Comprobaciones previas (precauciones)
- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
  - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

I. Estabilidad

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medias de refuerzo y entibación que fuesen precisas.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos)
- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.

- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.
- Peso de la carga
- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.
- Choque contra objetos
- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

II. Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

III. Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

IV. Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).
- Distancias de seguridad
- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que la indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión entre las fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

V. Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.3.6 CAMIÓN GRÚA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Equipos de Protección Individual
- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

I. Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

II. Comprobaciones previas (precauciones)

- El camión grúa que se utilice será adecuado, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.

- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Previamente al inicio de las tareas de carga se colocarán calzos en todas las ruedas para evitar deslizamientos.
- Antes de la utilización del camión grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

III. Emplazamiento

- Antes de la colocación del camión grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
  - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

IV. Estabilidad

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos)
- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
  - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
  - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
  - No desplazar la carga por encima del personal.

- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

V. Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- No se superará, en ningún caso, la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga.

VI. Medios de protección

- Se comprobará que todos los ganchos están provistos de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

VII. Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

VIII. Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.
- No se permitirá el transporte de personas colgadas del gancho de la grúa ni encaramados en la carga transportada por la misma.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

IX. Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa. Obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.

- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

X. Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), el cual deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

XI. Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones de tal forma que, por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

XII. Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.
- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
  - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
  - Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
  - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
  - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
    - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
    - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.3.7 CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

I. Vuelco de la máquina

- Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

II. Operación de vertido

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

III. Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

IV. Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

V. Riesgo eléctrico

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

5.3.8 COMPACTADORA

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- En la corona de un talud no se acercará al borde del mismo y la compactación se efectuará con pasadas de poca anchura.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Está prohibido acceder a la máquina encaramándose por los rodillos.
- Se mantendrá despejada la zona de actuación impidiendo el acceso de operarios ante el posible riesgo de atropello.
- Se prohíbe expresamente aprovechar la sombra proyectada por el rodillo vibrante.
- El maquinista comprobará siempre, antes de subir a la cabina, que no hay ninguna persona dormitando en la sombra proyectada por la máquina.

- El usuario deberá utilizar expresamente cinturón antivibratorio.

5.3.9 MAQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante" montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica que, permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda: "NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de" MÁQUINA AVERIADA", "MÁQUINA FUERA DE SERVICIO", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.

- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica, aquellas máquinas que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riegos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anti-contactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riegos de tropiezo o corte del circuito de presión.

5.3.10 CABESTRANTE DE IZADO

Riesgos

- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Contactos eléctricos (con líneas aéreas).
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas preventivas

- Se estudiará su traslado con detalle de cargas y dimensiones, tanto del vehículo como de las vías que utilizará.
- Durante la operación de izado, el personal se mantendrá alejado de la vertical de la carga.
- La maquinaria será utilizada preferentemente por la misma persona, debidamente instruida en su utilización y mantenimiento.
- Se procederá a la parada total de la máquina antes de efectuar cualquier reparación, engrase o rectificación de la maquinaria.
- Los cabrestantes deberán llevar un dispositivo que automáticamente o manualmente detenga la carga en la posición que se le marque, así como enclavamiento y marcha atrás.
- Todas las máquinas dispondrán de protecciones que impidan el acceso a las partes móviles de las mismas.
- Se estudiará el emplazamiento más adecuado para las máquinas de tiro, las cuales se colocarán suficientemente ancladas y serán conectadas a una toma de tierra efectiva.

5.3.11 DOBLADORA MECÁNICA DE FERRALLA

Riesgos

- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Equipos de Protección Individual
- Casco de seguridad.

- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

Medidas preventivas

- La descarga de la dobladora y su ubicación" in situ", se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina. Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos.
- El apoyo de la dobladora de ferralla será estable y horizontal.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- Como todo equipo conectado a la corriente eléctrica, la dobladora de ferralla tendrá conectada a tierra todas sus partes metálicas, en prevención del riesgo eléctrico.
- La manguera de alimentación de la dobladora se llevará hasta esta adecuadamente protegida (enterrada) para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la dobladora.

5.3.12 MESA DE SIERRA CIRCULAR

Riesgos

- Contacto con el disco en movimiento.
- Retroceso y proyección de la madera.
- Atrapamiento con las correas de transmisión.
- Proyección de partículas y polvo.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.
- Riesgos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

Medidas preventivas

- La sierra será utilizada sólo por personal autorizado y con la formación adecuada.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos.
- El apoyo de la sierra será estable y horizontal.
- Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares extendidos. Estos se mantendrán solidarios al resto de la mano.
- Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina.
- Todos los clavos o elementos metálicos se extraerán previamente al corte de la madera.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- En caso de que el disco muestre síntomas de deterioro (fisuras, dientes rotos, etc.) se sustituirá inmediatamente.
- El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la sierra.
- Para proceder a la eliminación de serrín o virutas acumuladas se desconectará previamente la máquina de su fuente de alimentación.
- Se desecharán de la obra los equipos que no cumplan con:
  - La carcasa superior que protege al disco deberá ser regulable automáticamente (el movimiento del resguardo será solidario con el avance de la pieza y soportará la proyección del disco en caso de rotura).
  - La distancia entre el cuchillo divisor y el disco no será mayor de 10 mm y la altura del disco sobre la mesa de corte podrá exceder como máximo en 5 mm a la del cuchillo.
  - El eje de giro estará perfectamente equilibrado (para así evitar roturas).
  - Tendrá un dispositivo de marcha-paro tal que si por cualquier motivo se interrumpe el fluido eléctrico sea necesaria una acción de rearme para que el disco inicie nuevamente el movimiento de giro.

5.3.13 CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO (CORTE HÚMEDO)

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles (contacto con el disco en movimiento).
- Golpes o cortes por objetos o herramientas (rotura del disco).
- Atrapamiento por o entre objetos (con las correas de transmisión).

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

Medidas preventivas

- La sierra será utilizada sólo por personal autorizado y con la formación adecuada.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos y además estará bien ventilada si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- El apoyo de la cortadora será estable y horizontal.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina.
- Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares extendidos. Estos se mantendrán solidarios al resto de la mano.
- Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará el disco en oblicuo por el lateral.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- En caso de que el disco muestre síntomas de deterioro (fisuras, dientes rotos, etc.) se sustituirá inmediatamente.
- El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la cortadora.
- La manguera de alimentación eléctrica deberá encontrarse en perfecto estado, prestando especial atención en máquinas de corte con agua.
- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- Se vigilará la correcta puesta a tierra y continuidad de esta línea.

5.3.14 COMPRESOR

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.

- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.
- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

5.3.15 MARTILLO NEUMÁTICO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.

- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar
- conexiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de cinturones de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

5.3.16 PEQUEÑA COMPACTADORA

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El personal que maneje los pisones mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de la máquina.
- No se admitirán aquellas máquinas que no dispongan de resguardos que protejan las partes móviles susceptibles de provocar atrapamientos o aplastamientos.
- Los desplazamientos con la máquina serán siempre frontales en ambos sentidos, pero nunca laterales.
- La zona de compactación se encontrará adecuadamente señalizada.
- No se permitirá que el dispositivo de "hombre muerto" se encuentre puenteado.

5.3.17 HORMIGONERA

Riesgos

- Choques contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Choques y contactos con objetos y elementos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Atrapamiento por o entre objetos.

- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de seguridad de gomas.
- Guantes.
- Gafas para proyección de partículas.
- Mascarilla antipolvo.
- Cinturones lumbares.

Medidas preventivas

- El personal encargado del manejo de la hormigonera será autorizado mediante acreditación escrita.
- Las hormigoneras se alojarán sobre superficies planas y niveladas y en caso de contar con ruedas estas se calzarán.
- Se evitará la ubicación de estas hormigoneras en la proximidad de bordes de excavación, taludes o forjados, estableciendo una distancia mínima de 2 metros ni en zonas de batido de cargas suspendidas.
- En caso de hormigoneras con motor de explosión se alojarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- La botonera de las hormigoneras eléctricas será estanca, debiendo estar situada alejada de los órganos de transmisión.
- Las operaciones de limpieza del interior del bombo se efectuarán con el mismo completamente parado y desconectando la hormigonera de la red eléctrica en caso de estar alimentada por esta fuente de energía.
- Se habilitarán caminos de accesos para los dumpers, para evitar golpes o atropellos.
- Las hormigoneras tendrán protegidos, mediante resguardos, todos los órganos de transmisión (correas, poleas, corona y engranajes).
- No se usarán hormigoneras que no dispongan de pestillo de bloque del bombo, con el fin de evitar movimientos no deseados ni sobreesfuerzos.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- El traslado de la hormigonera mediante grúa se realizará con la ayuda de un balancín o aparejo indeformable que la suspenderá de cuatro puntos seguros.

5.3.18 GRUPOS ELECTRÓGENOS

Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas, etc.) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- El almacenamiento de combustible (gasolina o gasoil) se hará alejado del mismo.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 Ω.
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

5.3.19 EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.

- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Medidas preventivas

I. Riesgo eléctrico

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

II. Uso de equipos de protección

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

III. Incendios y explosiones

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

IV. Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.
- Exposición a humos y gases
- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

V. Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

5.3.20 RADIAL

Riesgos

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.

- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo "hombre muerto".
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

I. Revisiones Previas

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

II. Cambio del disco

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio ("ring"), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.

- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.

III. Equipos de protección individual

- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

IV. Desconexión

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

5.3.21 TALADRO

Riesgos

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.
- Equipos de Protección Individual
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.

Medidas preventivas

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

Riesgo eléctrico

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

- Uso de Equipo de Protección Individual
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

5.3.22 VIBRADOR

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (salpicaduras de lechada).
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Botas de goma.
- Arnés de seguridad.
- Protección auditiva.

Medidas preventivas

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se hará usó del arnés de seguridad.
- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- El equipo contará con la correspondiente puesta a tierra.
- No se dejará funcionar en vacío, ni se moverá tirando de los cables.
- El operario contará con ropa y calzado impermeables, debiendo hacer uso de protección ocular contra las posibles salpicaduras.

5.3.23 HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

I. Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

II. Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

I. Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

II. Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nuncase lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

III. Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.
- Destornilladores
- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.

- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

IV. Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

V. Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillear, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

5.4 RELATIVOS A LOS MEDIOS AUXILIARES

5.4.1 ANDAMIOS EN GENERAL

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Atrapamientos y cortes durante el montaje.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad (en las operaciones de montaje y desmontaje y siempre que lo indique el fabricante).
- Cuerdas de amarre.

5.4.2 ANDAMIOS TUBULARES

Medidas preventivas

- Todos los andamios tubulares a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre "Prescripciones de los medios auxiliares".
- Está prohibido expresamente el apoyo sobre suplementos formados por ladrillos, bidones, pilas de materiales diversos, etc.
- El acceso a estas estructuras tubulares se hará siempre por medio de escaleras.
- Sólo en los casos que estén debidamente justificados en la evaluación de riesgos podrá hacerse desde el edificio, por medio de plataformas o pasarelas debidamente protegidas.
- No se apilarán sobre las plataformas de los andamios más materiales que los necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.
- No se amasarán pastas sobre las plataformas, ya que estas pueden provocar que esta se vuelva resbaladiza.
- No se trabajará simultáneamente en dos plataformas que estén en el mismo vertical. Si se debiera permitir trabajar al mismo tiempo en plataformas superpuestas, se instalará una visera o plataforma intermedia de protección.
- Estará prohibido trabajar o permanecer a menos de 4 metros del andamio, así como arrojar directamente escombros o material desde las plataformas. Los escombros y asimilables se descenderán en el interior de cubos mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.
- Los trabajos se suspenderán con fuertes vientos o tormentas.

5.4.3 ANDAMIOS MÓVILES

Medidas preventivas

- Todos los andamios móviles a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre "Prescripciones de los medios auxiliares".
- Los andamios móviles no se emplearán en superficies que no estén a nivel o en pavimentos con pendiente. Si ésta no es muy pronunciada, cuando sea imperativo utilizar un andamio, se bloquearán las ruedas y se corregirá la verticalidad con los husillos de nivelación.
- Se prohibirá desplazar el andamio con material o personal en la plataforma.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.
- No se comenzará ningún trabajo sobre las plataformas sin haber fijado los frenos de las ruedas. Está prohibido el uso de cuñas de frenado por ser inseguras.

5.4.4 ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

Medidas preventivas

- Todos los andamios de borriquetas a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre "Prescripciones de los medios auxiliares".
- No se prepararán andamios de borriquetas sobre las plataformas de otros andamios.
- Estará prohibido formar andamiadas con materiales de construcción como bovedillas, ladrillos, etc., así como bidones o cualquier elemento auxiliar no específico para tal fin.
- No se sobrecargarán las andamiadas.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.

5.4.5 PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la
- intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

I. General

- Se respetarán todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.
- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No se permitirá que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.
- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

- No se retirará ningún resguardo de la plataforma elevadora.
- No se utilizará el equipo de trabajo para levantar pesos, de forma no autorizada.
- No se manipularán materiales voluminosos.

II. Condiciones técnicas

- La plataforma dispondrá de barandillas de protección en todo el perímetro.
- Poseerá un órgano de accionamiento para la marcha y otro para el paro.
- Dispondrá de parada de emergencia.
- Dispondrá de dos velocidades de desplazamiento, empleando la lenta para moverse con la plataforma elevada.
- Tendrá doble mando en la base y plataforma bloqueables con llave única.
- Dispondrá de una válvula para bajada manual de emergencia.
- Estará dotada de limitadores de carga y alcance y de un control de horizontabilidad.
- Las conexiones eléctricas se realizarán mediante manguera y conectores normalizados.
- Previamente al comienzo de los trabajos
- Se realizará una inspección cuidadosa del terreno sobre el que se vaya a trabajar.

5.4.6 ESCALERAS MANUALES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras" cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.
- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.

I. Transporte

- Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

II. Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

III. Señalización

- Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

IV. Estabilidad

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entrelongitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.
- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

V. Subida de equipos o cargas

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.
- Equipo de protección individual
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Siempre que sea posible se utilizará la grúa con cesta, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

VI. Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

VII. Escaleras de tijera

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse "a caballo" sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

VIII. Mantenimiento

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

IX. Condiciones técnicas

- Escaleras manuales en general:
  - No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
  - Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellosde 20 a 30 cm, como máximo.
  - Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie,por ejemplo zapatas.
  - No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen unsistema especial y recomendable de extensión de la misma.

- Escaleras de madera:
  - La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos quepuedan disminuir su seguridad.
  - Los largueros serán de una sola pieza. Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
  - Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.
- Escaleras metálicas:
  - Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
  - Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.
- Escaleras de tijera:
  - Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
  - Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

5.5 RELATIVOS AL ENTORNO

Dada las características de los trabajos, no se identifican riesgos de carácter notable debido al entorno. Tan sólo tener en cuenta que los trabajos se realizan en intemperie. La orografía del terreno se puede considerar como plana. No se esperan interferencias con otro tipo de actividades, debido a la naturaleza del entorno y al hecho de que el recinto de la obra se vallará, para evitar que personas ajenas a la misma puedan entrar. No obstante, si se pudieran producir interferencias con otros trabajos que se estén realizando en las proximidades de la obra, se establecerán las debidas medidas de coordinación entre las distintas empresas.

6 INFORMACIONES ÚTILES PAARA TRABAJOS POSTERIORES

De acuerdo con lo establecido en el R.D. 1627/97, en el presente Estudio de Seguridad y Salud es intención definir, además de los riesgos previsibles inherentes a la ejecución de la obra, los riesgos y sus correspondientes medidas correctoras a considerar en relación con los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las obras una vez terminadas y durante el posterior proceso de utilización.

Los riesgos que aparecen en las operaciones de mantenimiento y conservación son muy similares a los que aparecen durante el proceso constructivo. Por ello remitimos a cada uno de los epígrafes de los desarrollados en el apartado 5. Evaluación de riesgos. Análisis y medidas preventivas.

No obstante, además de lo indicado anteriormente, durante la explotación de la subestación se cumplirán por las empresas y operarios todos los requisitos que establece la normativa referente a la prevención del riesgo eléctrico. Se cumplirán también todas las prescripciones de seguridad que establezca la empresa propietaria.

7 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

7.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- R.D. Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, 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.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- R.D. 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. BOE núm. 204 de 25 de agosto.
- R.D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el R.D. 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 R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

7.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARIA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 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 dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
- R.D. 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.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- R.D. 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.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.
- Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
  - ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
  - R.D. 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
  - ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
  - R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- R.D. 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.
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
  - MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
  - MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
  - MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
  - MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.
- R.D. 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el R.D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el R.D. 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- UNE 58-101-92, "Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras", parte I "Condiciones de diseño y fabricación", parte II "Condiciones de instalación y utilización", parte III "Documentación" y parte IV "Vida de la grúa".

8 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

8.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI´s, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del R.D. 159/1995.

en lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI´s son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado "CE" indicativo de que el producto es conforme con las "exigencias esenciales de salud y seguridad".

8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

8.2.1 SEÑALIZACIÓN

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente.

Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que

garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atendrán a lo dispuesto específicamente en los anexos II y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo VII del mismo R.D.

Como norma general, la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra es:

- Señales de prohibición:
  - Entrada prohibida a personas no autorizadas.
  - Atención, peligro obras.
  - Peligro, paso de cargas suspendidas.
  - Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- Señales de obligación:
  - Protección obligatoria de la cabeza.
  - Protección obligatoria de los pies.
  - Protección obligatoria de las manos.
  - Protección individual obligatoria contra caídas.
  - Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios:
  - Extintor.
  - Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
  - Primeros auxilios.
  - Salida de socorro.
  - Dirección que debe seguirse.
  - Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

8.3 PRECRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES

8.3.1 ESCALERAS MANUEALES EN GENERAL

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

8.3.2 ESCALERAS DE MADERA

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

8.3.3 ESCALERAS METÁLICAS

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.

8.3.4 ESCALERAS DE TIJERA

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

9 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

9.1 PROMOTOR

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

9.2 DIRECCION FACULTATIVA

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

9.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

9.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente

justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho R.D.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

9.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado R.D., durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 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.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Por otra parte, los Trabajadores Autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

10 ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

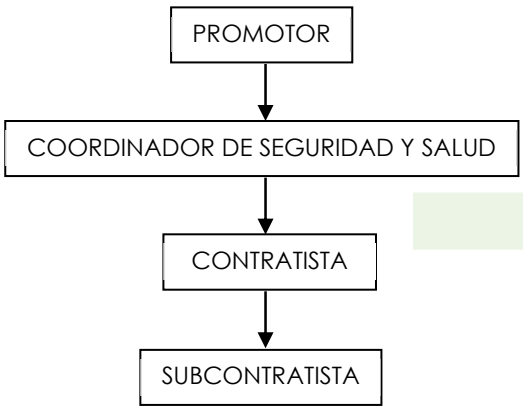
10.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del R.D. 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

10.2 ORGANIGRAMA DEL SEGURIDAD EN OBRA



10.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia, siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa, así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas.

Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI´s) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaría y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.
- Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.

10.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

11 REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

11.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

El Comité de Seguridad y Salud es el 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.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz, pero sin voto, los delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a al que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

Dicho esto, y dado que el número máximo de trabajadores en la obra es muy inferior a 50, no se hace necesario la existencia de este órgano.

11.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- El delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.). Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).
- Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

11.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores ya sus representantes y a los órganos de representación especializados.

Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención que tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

12 MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El riesgo grave e inminente, se trata de una situación especial, que la Ley define como:

"... aquel que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores.

> *En el caso de exposición a agentes susceptibles de causar daños graves a la salud de los trabajadores, se considerará que existe un riesgo grave e inminente cuando sea probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato una exposición a dichos agentes de la que puedan derivarse daños graves para la salud, aun cuando éstos no se manifiesten de forma inmediata.*"

Cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un Riesgo Grave e Inminente, el empresario está obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados de la existencia de dicho Riesgo y de las medidas preventivas adoptadas o que, en su caso, deban adoptarse.
- Tomar medidas y dar instrucciones para que los trabajadores puedan interrumpir su actividad, y en caso necesario, abandonar de inmediato el lugar de trabajo. No se puede exigir a los trabajadores que reanuden su trabajo mientras no esté resuelto el problema.
- Disponer lo necesario para que un trabajador que, sin la posibilidad de ponerse en contacto con su superior jerárquico, entrara en conocimiento de una situación de Riesgo Grave e Inminente para él u otros, esté en condiciones (en función de sus conocimientos y medios técnicos disponibles) de tomar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

En caso de Riesgo Grave e Inminente:

- Los trabajadores afectados tienen derecho a interrumpir su actividad e incluso a abandonar el lugar de trabajo, si lo estiman necesario. También informarán del Riesgo a su superior jerárquico y Servicio de Prevención o equivalente.

Si el empresario no toma o no permite tomar las medidas necesarias (ver más arriba) para garantizar la Seguridad y Salud de los trabajadores, los representantes de éstos podrán acordar, por mayoría de sus miembros (si la situación es lo bastante urgente, basta con la decisión mayoritaria de los delegados de Prevención, la paralización de la actividad de los trabajadores afectados. La empresa y la autoridad laboral serán informadas inmediatamente de dicho acuerdo, y la segunda lo anulará o ratificará en un plazo de 24 horas.

Los trabajadores o sus representantes no pueden sufrir perjuicio alguno derivado de la adopción de las medidas mencionadas, salvo que se demuestre que han obrado de mala fe o cometido negligencia grave.

Una vez indicado esto, cualquier trabajador que observe en obra una situación que a su juicio pueda entrañar un riesgo grave e inminente para él o para sus compañeros, informará de ello a su inmediato superior (encargado, jefe de trabajos, jefe de obra, etc.), el que una vez evaluada la situación actuará conforme a lo indicado en los párrafos anteriores, adoptará las medidas de seguridad oportunas e informará a su vez a su inmediato superior y su servicio de prevención, con objeto de que adopten ellos también las medidas adecuadas.

12.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección

del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

12.2 BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local, ...

12.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar, se intentaré sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

1. Sacar la anilla que hace de seguro.
2. Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
3. Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que, a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

13 COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección

Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

14 SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del R.D.1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

15 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del R.D. 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, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.

Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

16 VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra, habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

17 RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

- La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Además, según el R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.dice que:

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este R.D., con las siguientes especialidades:

- **El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.**

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este R.D.»

18 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

A continuación, se indican las mediciones y el presupuesto de los distintos medios de seguridad.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**				**425,96 €**
1.1	CASCO DE SEGURIDAD	ud	15,00	0,87 €	13,05 €
1.2	GAFAS DE PROTECCION CONTRA IMPACTOS	ud	8,00	0,83 €	6,64 €
1.3	PROTECTORES AUDITIVOS (OREJERAS)	ud	4,00	1,43 €	5,72 €
1.4	GUANTES DE CUERO PARA TRABAJOS DUROS	ud	9,00	0,22 €	1,98 €
1.5	GUANTES DE CUERO PARA MONTADORES	ud	8,00	0,56 €	4,48 €
1.6	GUANTES CONTRA AGENTES AGRESIVOS QUIMICOS	ud	3,00	0,62 €	1,86 €
1.7	GUANTES AISLANTES PARA BAJA TENSION	ud	3,00	3,25 €	9,75 €
1.8	BOTAS DE SEGURIDAD PARA USO PROFESIONAL	ud	15,00	5,98 €	89,70 €
1.9	BOTAS DE GOMA CAÑA ALTA	ud	15,00	1,16 €	17,40 €
1.10	TRAJE DE TRABAJO CON IDENTIFICACION COORPORATIVA	ud	15,00	2,96 €	44,40 €
1.11	TRAJE DE PROTECCION CONTRA LA LLUVIA	ud	15,00	3,15 €	47,25 €
1.12	CINTURON DE PROTECCION LUMBAR	ud	4,00	0,93 €	3,72 €
1.13	CINTURONES DE PROTECCION ANTIVIBRATORIOS	ud	4,00	0,97 €	3,88 €
1.14	ARNES DE SEGURIDAD Y SISTEMA DE ENGANCHE LINEA DE VIDA	ud	8,00	5,13 €	41,04 €
1.15	EQUIPO ANTICAIDA AUTOBLOCANTE	ud	8,00	12,59 €	100,72 €
1.16	PAR DE GUANTES DE SOLDADOR	ud	3,00	1,14 €	3,42 €
1.17	MANDIL CUERO PARA SOLDADOR	ud	3,00	1,29 €	3,87 €
1.18	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS	ud	8,00	2,65 €	21,20 €
1.19	MASCARILLA CON FILTRO ANTIPOLVO (PARTICULAS)	ud	14,00	0,42 €	5,88 €
2	**PROTECCIONES COLECTIVAS**				**33,66 €**
2.1	CUADRO ELECTRICO CONEXION PORTATIL	ud	2,00	4,73 €	9,46 €
2.2	PROTECTOR DE GOMA C-20 (CORTAFR. PISTOLETE)	ud	2,00	0,47 €	0,94 €
2.3	PASARELAS DE CHAPA O MADERA	ud	2,00	3,18 €	6,36 €
2.4	EXTINTOR 6 KG.P/BRIGADA	ud	2,00	2,09 €	4,18 €
2.5	VALLAS METALICAS DE CERRAMIENTO DE 2 M DE ALTO	ud	4,00	3,18 €	12,72 €
3	**SENALIZACION**				**16,96 €**
3.1	SENAL INDICATIVA DE RIESGO	ud	2,00	0,93 €	1,86 €
3.2	CARTEL ANUNCIADOR CON LEYENDA	ud	1,00	3,10 €	3,10 €
3.3	CINTA SENALIZADORA	ud	1.200,00	0,01 €	12,00 €
4	**INSTALACIONES PROVISIONALES**				**611,00 €**
4.1	ALQUILER DE CASETA DE ASEOS Y VESTUARIOS	mes	12,00	37,48 €	449,76 €
4.2	HORA LIMPIEZA DE CASETA	ud	48,00	1,80 €	86,40 €
4.3	UD DE ACOMETIDA PROVISIONAL DE AGUA POTABLE	ud	1,00	24,95 €	24,95 €
4.4	UD DE ACOMETIDA PROVISIONAL DE SANEAMIENTO	ud	1,00	49,89 €	49,89 €
5	**VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS**				**248,89 €**
5.1	RECONOCIMIENTOS MEDICOS	ud	15,00	14,99 €	224,85 €
5.2	BOTIQUINES DE URGENCIA.P/BRIGADA	ud	2,00	7,52 €	15,04 €
5.3	REPOSICION MATERIAL SANITARIO DE BOTIQUIN	ud	4,00	2,25 €	9,00 €
6	**FORMACION EN OBRA**				**210,00 €**
6.1	CURSO DE PRIMEROS AUXILIOS	ud	2,00	37,50 €	75,00 €
6.2	HORA DE FORMACION E INFORMACION A TRABAJADORES	ud	15,00	9,00 €	135,00 €
PRESUPUESTO TOTAL					**1.546,47 €**

19 PLANOS

A continuación, se adjunta una serie de esquemas indicativos/explicativos de distintas medidas a adoptar.

- SEÑALIZACIÓN I
- SEÑALIZACIÓN II
- TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS
- BARANDILLA DE PROTECCIÓN
- PROTECCIÓN EN ZANJAS I
- PROTECCIÓN EN ZANJAS II
- BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO
- PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
- TERRAPLENES Y RELLENOS
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II
- EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA
- RIESGOS ELÉCTRICOS I
- RIESGOS ELÉCTRICOS II
- RIESGOS ELÉCTRICOS III
- RIESGOS ELÉCTRICOS IV
- RIESGOS ELÉCTRICOS V
- TRABAJOS DE SOLDADURA

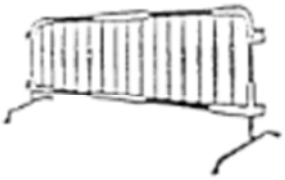
SEÑALIZACIÓN I







CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

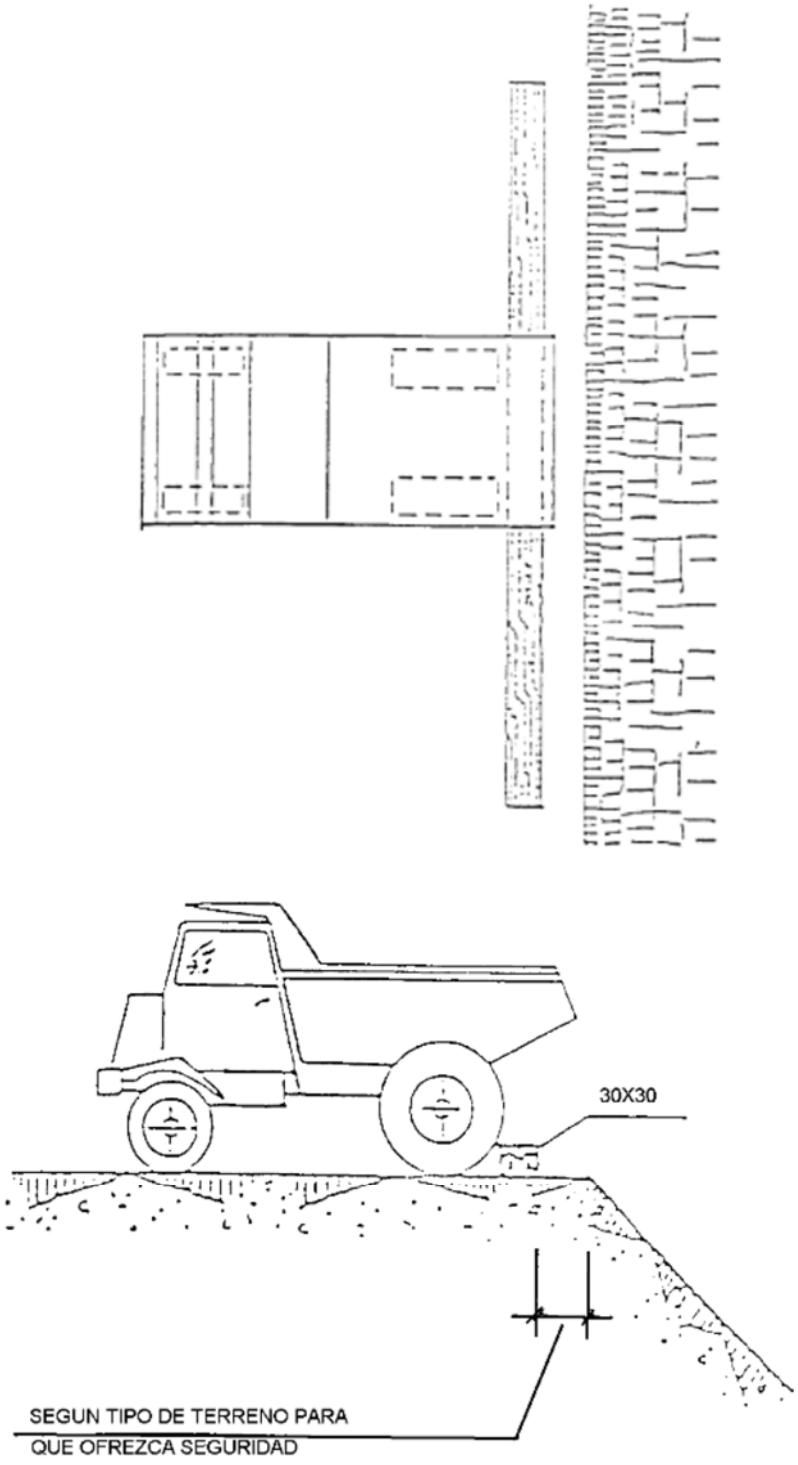


CINTA BALIZAMIENTO

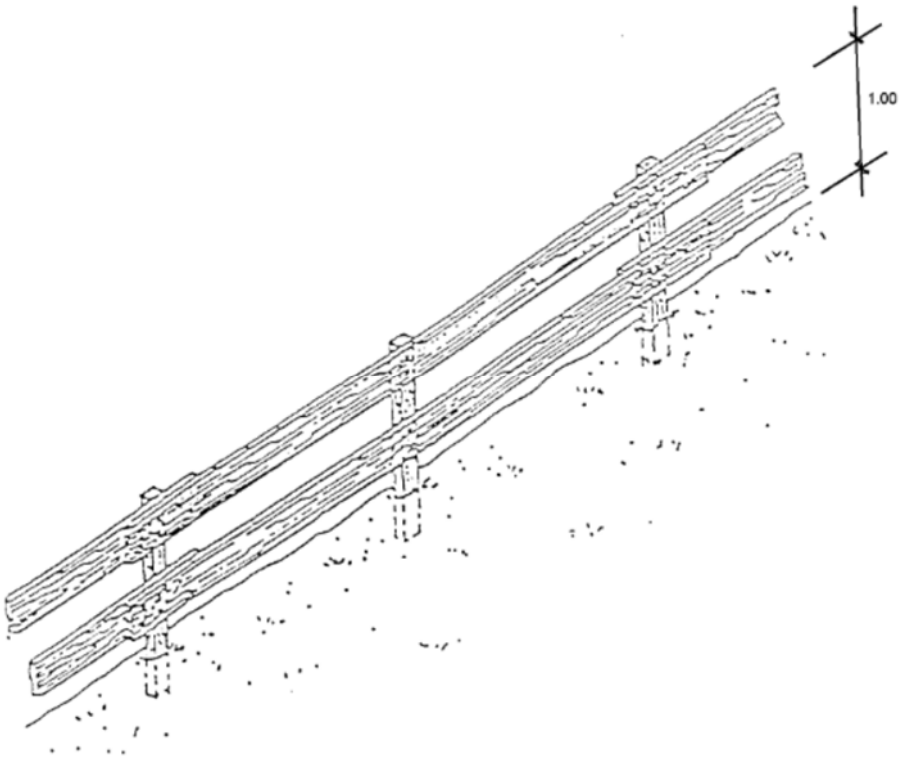


CORDON BALIZAMIENTO

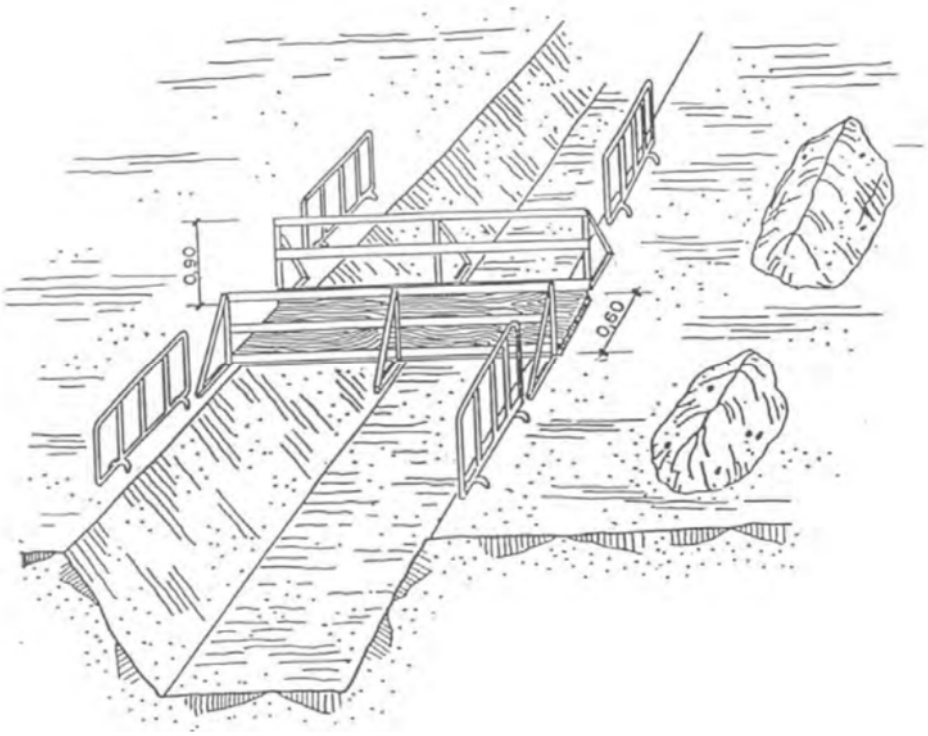
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



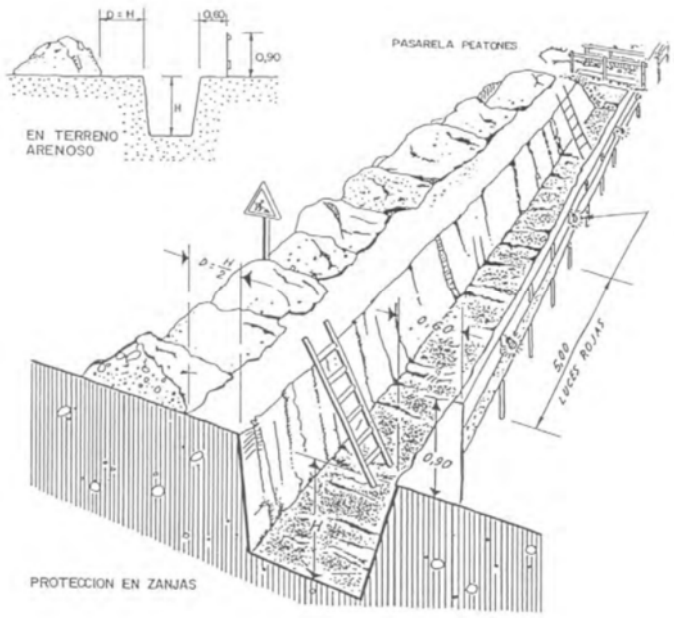
BARANDILLA DE PROTECCIÓN



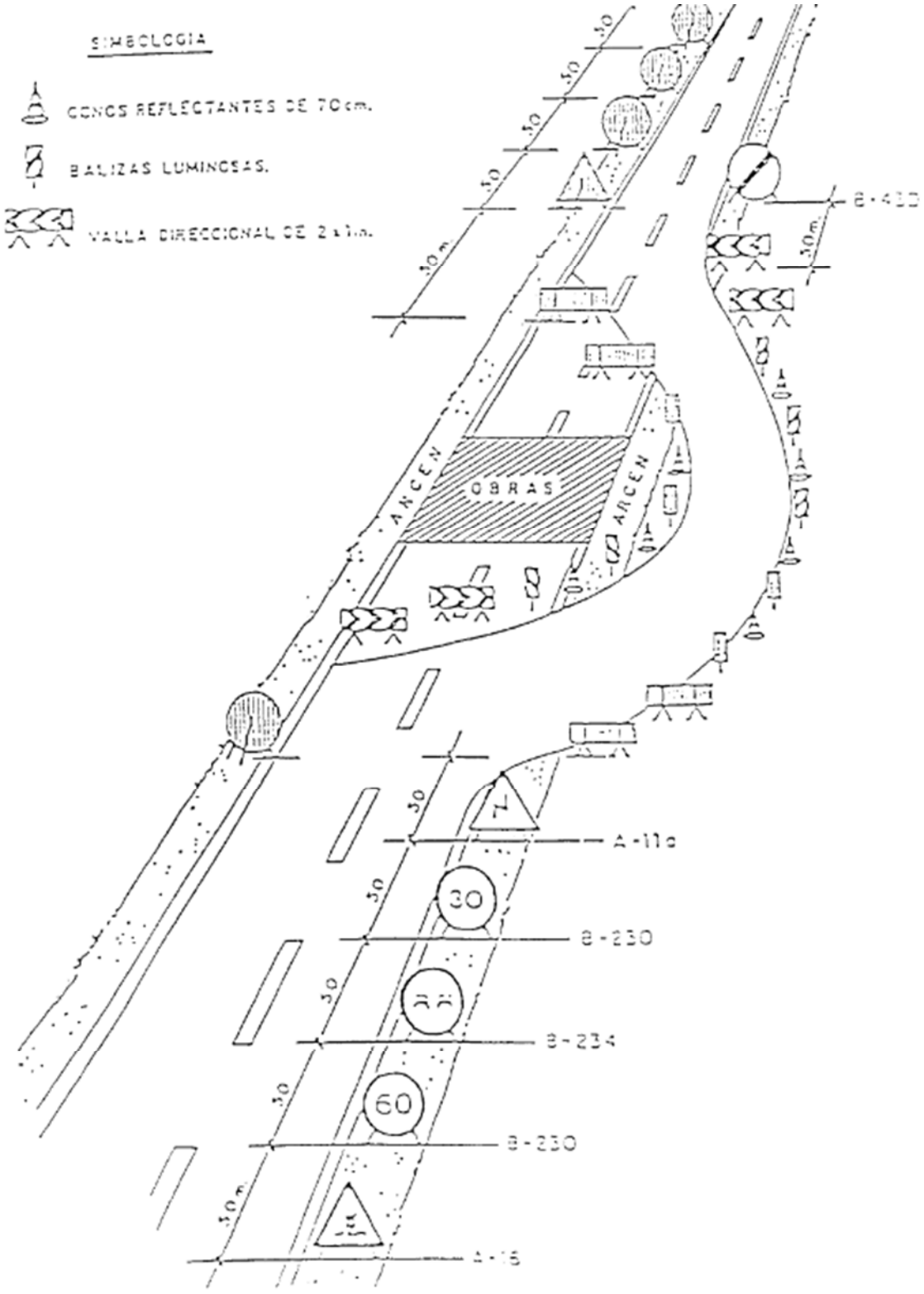
PROTECCIÓN EN ZANJAS I



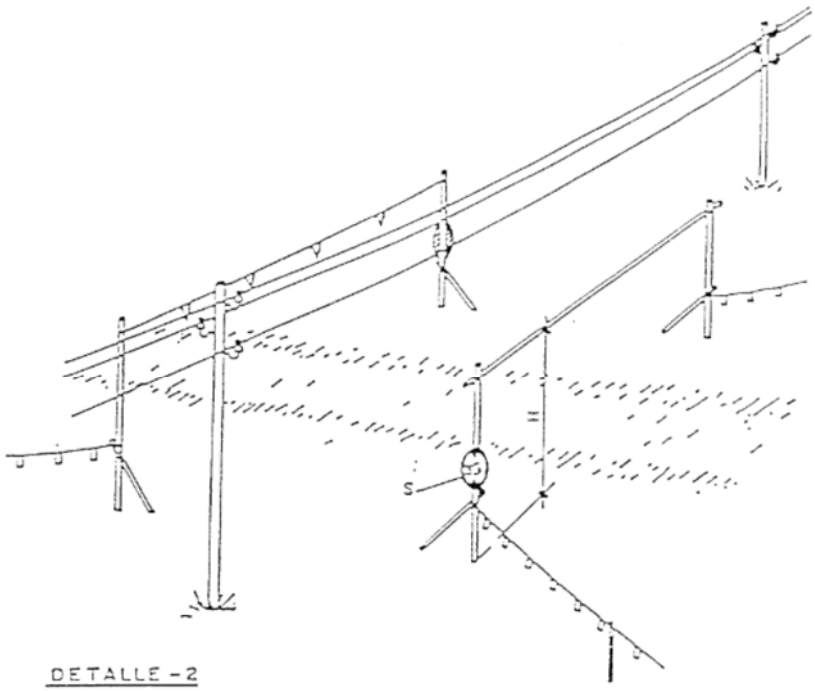
PROTECCIÓN EN ZANJAS II



BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

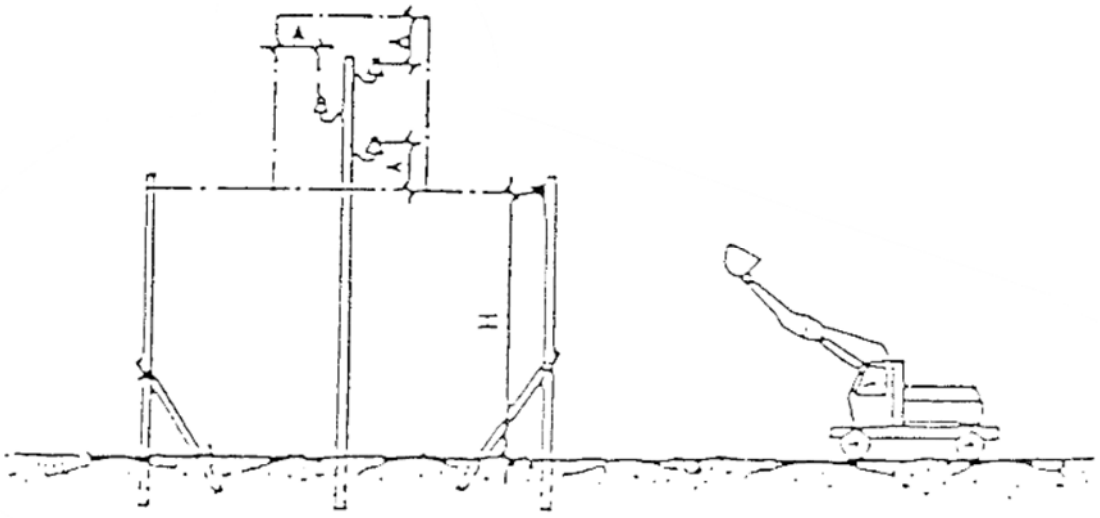


PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

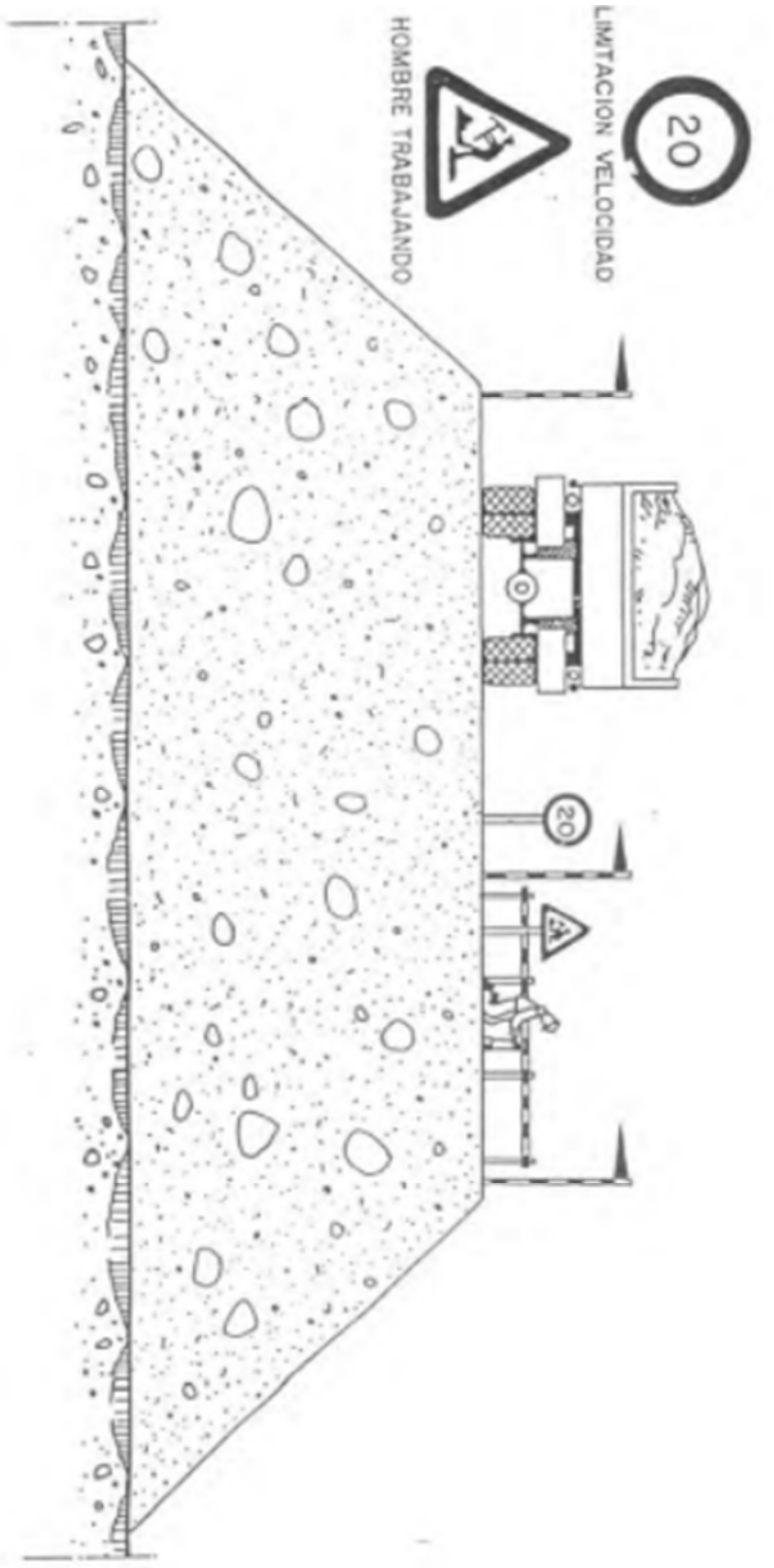


DETALLE -2

H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



TERRAPLENES Y RELLENOS



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga

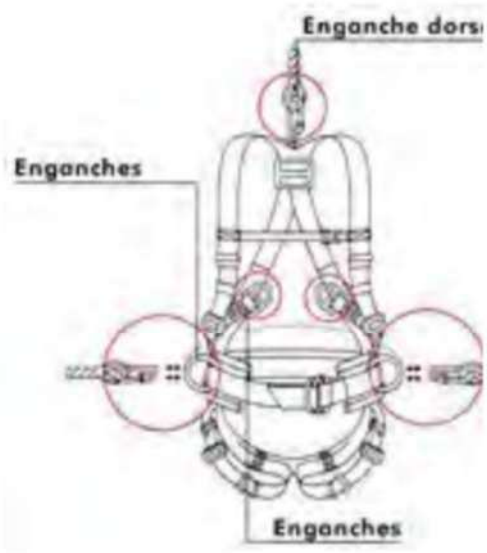


6 Bajar la carga




7 Bajar la carga lentamente.
8 Bajar el aguilón o pluma
9 Bajar el aguilón o pluma lentamente
10 Bajar el aguilón o pluma y levantar carga
11 Girar el aguilón en la dirección indicada por el dedo
12 Avanzar en la dirección indicada por el señalista
13 Sacar pluma
14 Meter pluma
15 Parar

EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA



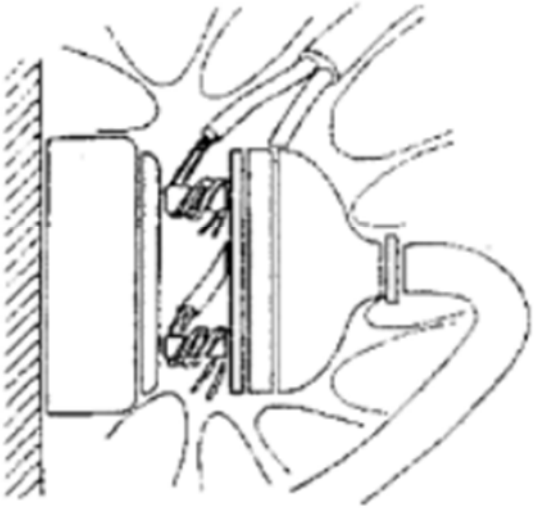




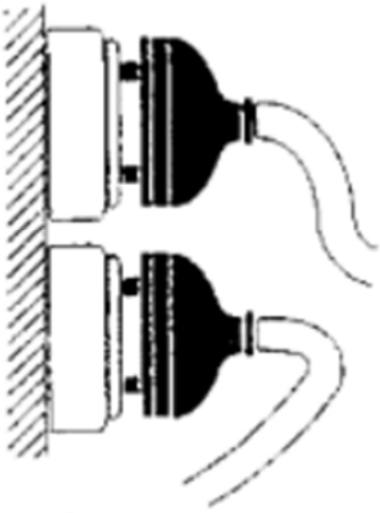


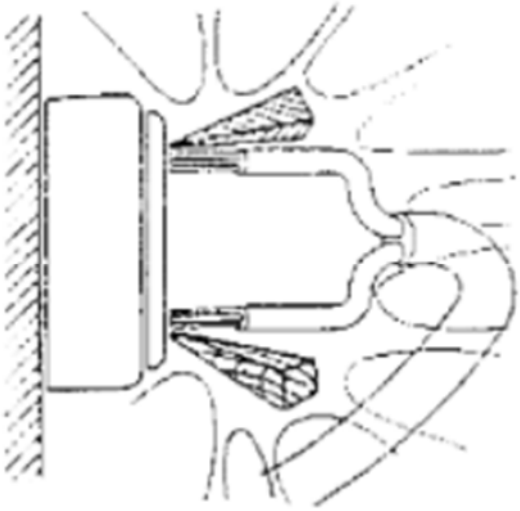
RIESGOS ELÉCTRICOS I

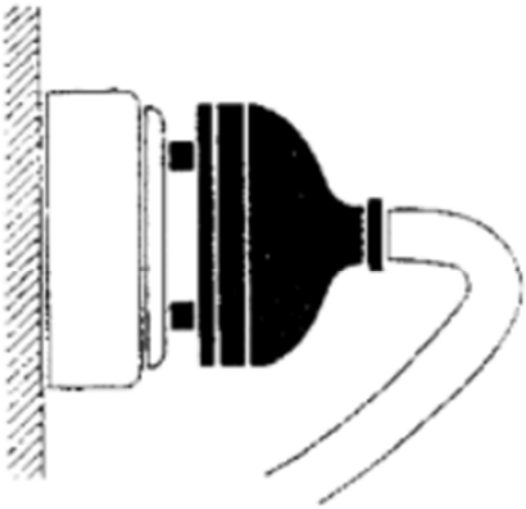
INCORRECTO

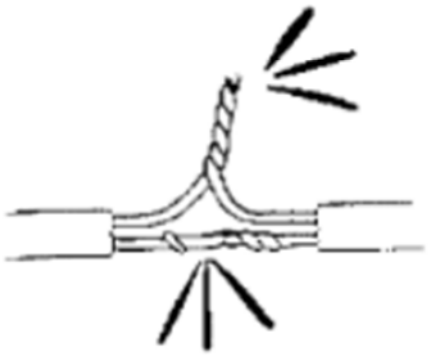


CORRECTO



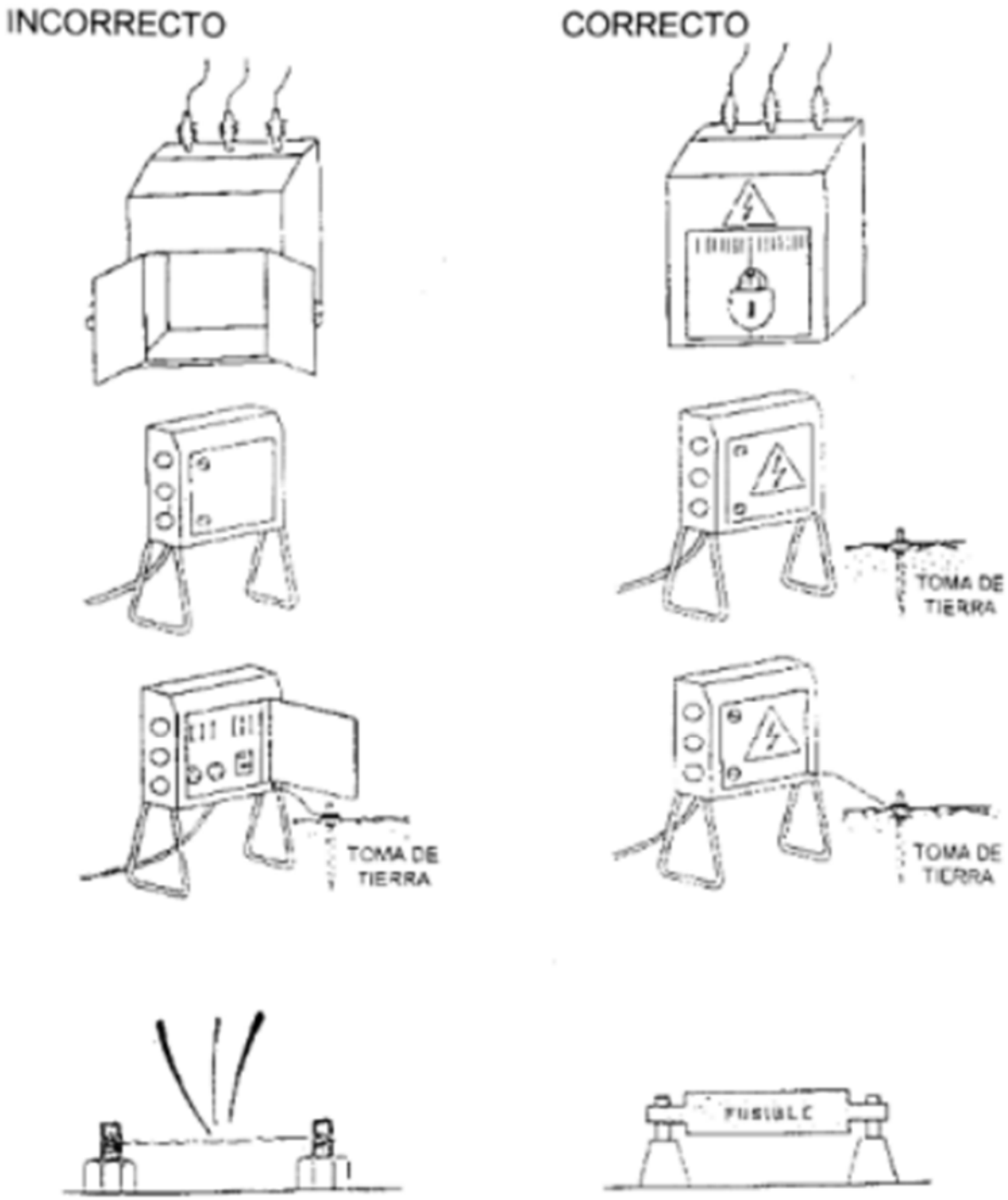




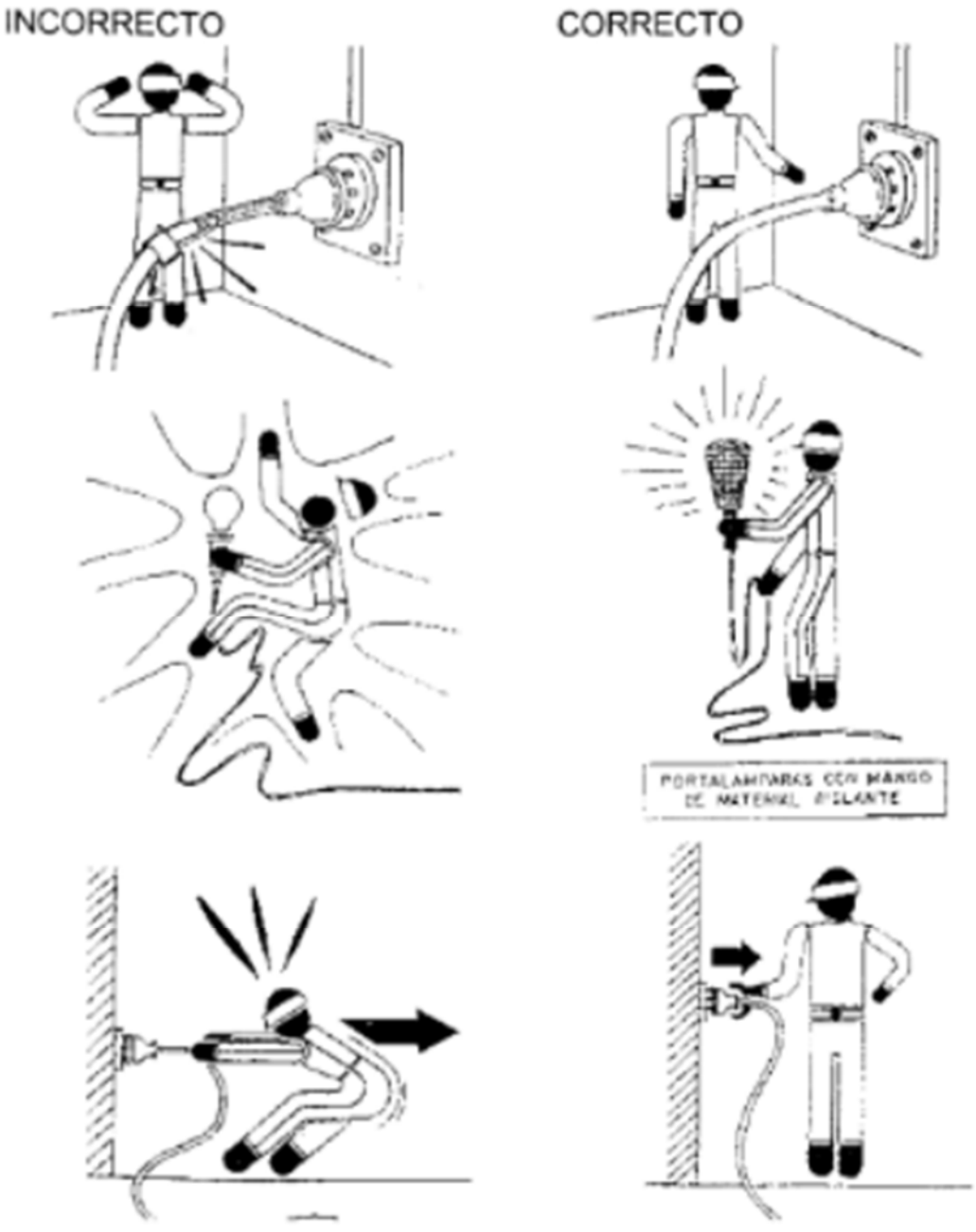




RIESGOS ELÉCTRICOS II



RIESGOS ELÉCTRICOS III

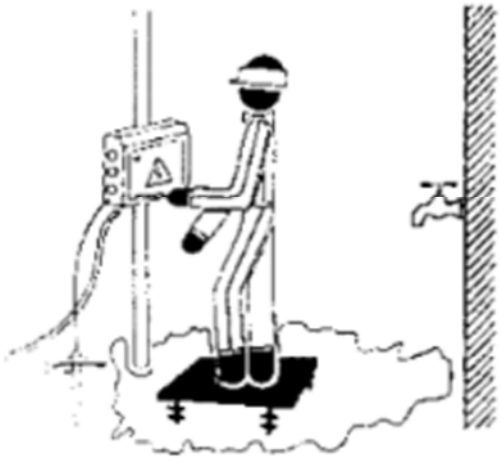


RIESGOS ELÉCTRICOS IV

INCORRECTO



CORRECTO

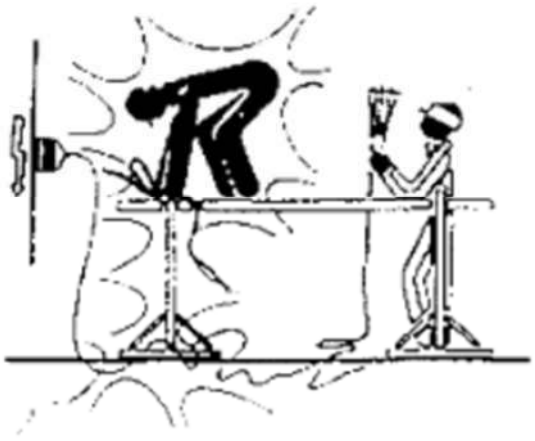






RIESGOS ELÉCTRICOS V

INCORRECTO



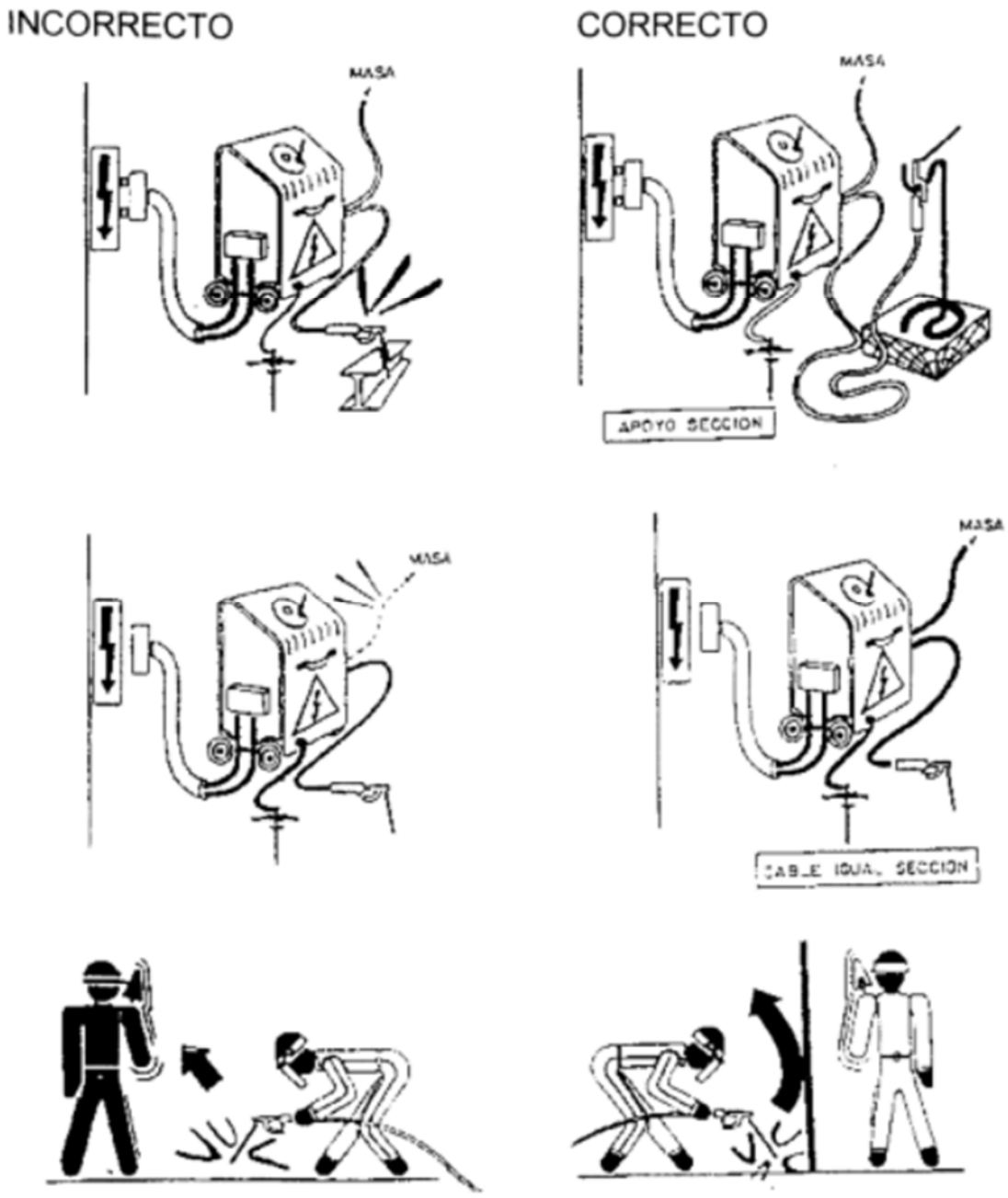
CORRECTO







TRABAJOS DE SOLDADURA



20 ANEXOS

20.1 LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA

TELÉFONOS Y DIRECCIONES DE INTERÉS EN CASO DE EMERGENCIA

CENTROS ASISTENCIALES		
HOSPITAL	**DIRECCIÓN**	**TELÉFONO**
EMERGENCIAS		
	TELÉFONO	
BOMBEROS	080	
POLICÍA NACIONAL	091	
GUARDIA CIVIL	062	
POLICIA LOCAL	092	
PROTECCIÓN CIVIL	006	
INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	91 562 04 20	
OTROS		
COORDINACION DE EMERGENCIAS	112	
Es el Centro de Coordinación de Emergencias existente en todas las comunidades autónomas, donde se podrá solicitar atención sanitaria, extinción de incendios y salvamento, seguridad ciudadana y protección civil.		

20.2 ACTA DE ACEPTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS SUBCONTRATAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Nombre de la obra: **PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN**

Situación: **SENCELLES (ILLES BALEARS)**

Contratista Principal:

Empresa Subcontratista o Trabajador Autónomo:

Adjuntamos copia del Acta de Aprobación del Plan de Seguridad y del Plan de Seguridad y Salud de la Obra, a efecto de cumplir con lo establecido en el artículo 7 del R.D. 1627/97, de entregar una copia del mismo a las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes o concurrentes en la Obra; y a los representantes de los trabajadores, para que puedan presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

Entendiéndose el conocimiento y aceptación por parte de la Empresa o Trabajador Autónomo de los riesgos y medidas preventivas propuestas en el Plan de Seguridad y Salud, teniendo en cuenta las indicaciones contenidas en el apartado 4 del artículo 7 del R.D. 1627/97.

Ruego nos remitan el original debidamente firmado y sellado

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

PLAN DE DESMANTELAMIENTO

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	20/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

1 OBJETO Y ANTECEDENTES 1

2 DATOS PROMOTOR 1

3 NORMATIVA 1

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 2

4.1 UBICACIÓN 2
4.2 REFERENCIAS CATASTRALES 2
4.3 POLIGONAL 2
4.3.1 PARQUE FOTOVOLTAICO 2
4.4 SUPERFICIE DE RESTITUCIÓN 3
4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO 3

5 FASE DE DESMANTELAMIENTO – PLANTA FOTOVOLTAICA 4

5.1 DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA 4
5.2 DESMONTAJE DE LOS MÓDULOS SOLARES 4
5.3 DESMONTAJE DE LAS ESTRUCTURA 4
5.4 APERTURA DE ZANJAS Y RETIRADA DE RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA 5
5.5 ESTACIONES Y CASETAS DE COMUNICACIÓN Y ALMACEN 5
5.6 DESMONTAJE DE SISTEMAS DE VIGILANCIA, CONTROL, MEDIDA Y ALUMBRADO 5
5.7 ELIMINACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES 5
5.8 DESMONTAJE DE CERRAMIENTO PERIMETRAL 5
5.9 ELIMINACIÓN DE VIALES 6
5.10 RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS 6

6 FASE DE RESTITUCIÓN 6

6.1 OBJETIVO 6
6.2 REPARACIÓN DEL HORIZONTE A Y B 7
6.3 ENMIENDAS O MEJORAS EDÁFICAS 9
6.4 ABONADO O ENMIENDA HÚMICA 9
6.5 FASE DE RESTITUCIÓN DE LA TOPOGRAFÍA ORIGINAL 10
6.6 EDIFICACIONES PREEXISTENTES 10

7 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 10

8 MEDICIONES Y PRESUPUESTO 10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro resumen de parcelas. 2
Tabla 2: Coordenadas perímetro del vallado 2
Tabla 3: Superficies de la instalación fotovoltaica. 3
Tabla 4: Superficies ocupadas sobre el plano normal. 3

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de suelo agrícola fértil. 7
Figura 2: Subsolador de cuatro brazos y subsolador topo instalado en un tractor. 8

1 OBJETO Y ANTECEDENTES

El objeto del presente Plan de Desmantelamiento y Restitución de las Condiciones Iniciales es describir las condiciones técnicas y las fases necesarias para realizar el desmantelamiento de la Planta Solar Fotovoltaica denominada **"PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN"** de **0,800 MWn** (potencia instalada) tras la vida útil de la misma, así como las acciones a realizar para devolver el suelo de la parcela a sus condiciones de uso originales.

La instalación estará formada por un campo solar constituido por **1.736** módulos **AKCOME** modelo **SKA611HDGDC** de **700 Wp**, lo que supone una potencia pico de **1.215,2 kWp**. Los módulos se ubicarán sobre **estructuras fijas** (disposición de módulos 2V).

Los **1.736 módulos** se conectarán a **3 inversor/es** de exterior **HUAWEI SUN2000-330KTL-H1**, con **1500 V** máximo de entrada**, 800 VAc** de salida, y **330 KWn** a 25ºC, lo que supone una potencia nominal total de **0,990 MWn**. Aunque la potencia estará limitada a **0,800 MWn** en el punto de conexión.

2 DATOS PROMOTOR

A continuación, se detallan los datos del peticionario de la instalación:

- NOMBRE: DARGON ENERGY DEVELOPMENT & CONSTRUCTION, S.L.
- CIF: B-87736971
- DOMICILIO: Paseo de la Castellana Nº18. Piso 7. CP: 28046 (MADRID)

3 NORMATIVA

La normativa de aplicación a tener en cuenta en este documento de desmantelamiento en orden cronológico es la siguiente:

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

4.1 UBICACIÓN

El parque solar fotovoltaico denominado **PSFV SMARIA** se desea ubicar en el TM de **SENCELLES**, en la provincia de **ILLES BALEARES** con código postal **07143**.

Las coordenadas **UTM ETRS89** Huso **31T** del **centroide** del vallado donde se encontrará ubicado el proyecto corresponden con:

- **X = 486.251,493 m E**
- **Y = 4.389.066,837 m N**

4.2 REFERENCIAS CATASTRALES

La instalación del proyecto se ubica en las fincas con referencia catastral que se detallan a continuación.

Tabla 1: Cuadro resumen de parcelas.

CUADRO RESUMEN PARCELAS							
ITEM	**CATASTRO**	**SUPERFICIE (ha)**	**COMUNIDAD**	**PROVINCIA**	**MUNICIPO**	**POLIGONO**	**PARCELA**
1	07047A00900182	1,629	ISLAS BALEARES	BALEARES	SENCELLES	9	182
2	07047A00900213	1,419	ISLAS BALEARES	BALEARES	SENCELLES	9	213

El código postal de la ubicación el proyecto es **07143.**

4.3 POLIGONAL

4.3.1 PARQUE FOTOVOLTAICO

Las coordenadas de la poligonal del proyecto son las siguientes:

Tabla 2: Coordenadas perímetro del vallado

COORDENADAS UTM VERTICES			
VERTICE	ETRS89 HUSO 31		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	486.136,649	4.389.045,282	116,646
2	486.190,145	4.389.074,520	116,368
3	486.183,541	4.389.087,389	116,556
4	486.225,231	4.389.110,511	116,423
5	486.316,409	4.389.159,660	116,071
6	486.365,915	4.389.074,848	115,327
7	486.177,665	4.388.974,096	115,948

4.4 SUPERFICIE DE RESTITUCIÓN

A continuación, se resume la superficie ocupada por la totalidad de la planta solar y su relación con la superficie total de la parcela. Cabe definir los siguientes conceptos que aparecerán a continuación:

- Superficie total catastro: Corresponde a la superficie catastral de la parcela.
- Superficie poligonal vallado: Es la superficie poligonal de los paneles y construcciones que se pretenden instalar, teniendo en cuenta la separación entre paneles
- Superficie proyectada: Es la superficie ocupada sobre el plano normal.

Tabla 3: Superficies de la instalación fotovoltaica.

SUPERFICIE TOTAL CATASTRO (ha)	SUPERFICIE POLIGONAL VALLADO (ha)	OCUPACIÓN (%)
3,05	1,99	65,29%

Tabla 4: Superficies ocupadas sobre el plano normal.

	UDS.	SUPERFICIE REAL (m2/ud.)	INCLINACIÓN (°)	SUPERFICIE PROYECTADA (m2)	OCUPACIÓN VERSUS VALLADO (%)
MÓDULOS	1736	3,11	35	4.417,38	22,20%
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT)	1	14,88		14,88	0,07%
CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)	1	19,23		19,23	0,10%
CENTRO DE CONTROL	1	14,88		14,88	0,07%
			TOTAL	**4.466,38**	**22,44%**

4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, la planta fotovoltaica se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante hincado para la colocación de los módulos solares.
- Módulos fotovoltaicos.
- Instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación.
- Vallado perimetral.
- Sistema de seguridad.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desconexión de la red eléctrica
- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de las estructuras metálicas de apoyo de dichos módulos.
- Apertura de zanjas y retirada de red eléctrica subterránea.
- Retirada de las estaciones, casetas de almacén y comunicación y el CPM
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado.
- Demolición de las cimentaciones.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Eliminación de viales de acceso, interiores y perimetrales.
- Restitución final.

5 FASE DE DESMANTELAMIENTO – PLANTA FOTOVOLTAICA

5.1 DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA

Una vez que la planta finalice su actividad, vida útil estimada de 30 años, y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexionado de la planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases:

- Desconexión de la red de media tensión: Se procederá a la desconexión de la planta de la red de media tensión existente, quedando por tanto aislada de la misma. Esta acción se realizará desconectando la línea de evacuación que une la estación con el punto de conexión.
- Desconexión de la red subterránea de media tensión: Se realizará a nivel del Centro de Transformación y el Centro de Protección y Medida la desconexión de los anillos de interconexión entre ellos.
- Desconexión de la red de baja tensión: Acciones:

  - ✓ Desconexión de los inversores mediante interruptores.
  - ✓ Desconexión de los ramales de los módulos mediante interruptores seccionadores.
  - ✓ Desconexión del cableado que une los módulos en serie.
  - ✓ Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

5.2 DESMONTAJE DE LOS MÓDULOS SOLARES

Una vez que se ha terminado con las labores de desconexión de los módulos, se procederá al desmantelamiento de los mismos de la estructura soporte. Hay que tener en cuenta que están unidos por tornillería de seguridad en las cuatro esquinas de su marco y por pinzas de sujeción por lo que, una vez cortados los tornillos con un disco radial, por ejemplo, se abrirán las sujeciones y se extraerá el panel.

Se realizará un acopio de los módulos desmantelados para su posterior entrega a gestor autorizado.

5.3 DESMONTAJE DE LAS ESTRUCTURA

Finalizada la labor de desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos, se procederá a desmontar las estructuras. Debido a que las estructuras están montadas a base de tornillería y cordones de soldadura, el proceso de retirada es muy simple.

Para el desmantelamiento de las estructuras metálicas, en primer lugar, se desmontará la estructura metálica donde iban posicionados los paneles fotovoltaicos y una vez en el suelo se procederá a desarmarla. Las cimentaciones de los seguidores serán a base de perfiles hincados. Para su desmantelamiento será preciso su extracción con medios mecánicos.

Los perfiles metálicos que se obtienen se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima.

5.4 APERTURA DE ZANJAS Y RETIRADA DE RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA

Se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas. Luego se sacarán los cables del interior de las zanjas o tubos y se almacenarán en zona segura para su traslado. Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación. Por último, habrá que reparar las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

5.5 ESTACIONES Y CASETAS DE COMUNICACIÓN Y ALMACEN

Dado que dichos centros son tipo monobloque y son instalados en la obra con toda la maquinaria ya preinstalada en fábrica, para su desmantelamiento se recurrirá al proveedor o gestor autorizado para que realice la retirada de los mismos en las mismas condiciones que se implantaron, es decir, como un único bloque. Como los equipos son de grandes dimensiones, será necesaria la ayuda de una grúa para acopiarlos en el camión.

5.6 DESMONTAJE DE SISTEMAS DE VIGILANCIA, CONTROL, MEDIDA Y ALUMBRADO

Se procederá al desmantelamiento del interior de las casetas donde se alojan los equipos de vigilancia, seguridad, control, medida y centralización de contadores. Así como también, el circuito de alumbrado exterior. Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

5.7 ELIMINACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las losas de cimentación.

La losa de hormigón será demolida mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros. Los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

5.8 DESMONTAJE DE CERRAMIENTO PERIMETRAL

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo por peón ordinario que se encargará de retirar los postes y vallas metálicas. Para los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático.

Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

5.9 ELIMINACIÓN DE VIALES

Será necesario eliminar aquellos viales no presentes en la zona de actuación en el estado pre-operacional, siempre y cuando los servicios forestales no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

La eliminación de los viales se realizará según el siguiente proceso:

- Se desbrozará la vegetación presente en los desmontes y terraplenes.
- Se retirarán las capas de zahorra compactada, hasta una cota de 15 cm bajo el terreno.
- Se rellenarán cunetas y desmontes y se suavizará el terreno afectado dejando la orografía lo más suave y parecida al estado pre-operacional posible.

5.10 RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS

Se debe tener en cuenta la posible reutilización de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento de la planta solar fotovoltaica. Aclarar que durante el desmantelamiento de la instalación no se generarán residuos tóxicos o peligrosos.

- Para el caso de los módulos fotovoltaicos, una vez desmontados de las estructuras, se procederán a su traslado a un centro de tratamiento y reciclado que garantice su eliminación sin perjuicios para el medio ambiente. Los módulos que estén en buen estado se pueden contemplar su aprovechamiento en instalaciones rurales que no precisen de tanta potencia.
- Los componentes de la instalación eléctrica del parque serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.
- Para el resto de los elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema de vigilancia, control, medida, alumbrado, vallado, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.
- Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se acopiarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso puede cambiar en el futuro debido a los posibles avances tecnológicos.

6 FASE DE RESTITUCIÓN

6.1 OBJETIVO

El terreno objeto del presente anexo está clasificado como Suelo No Urbanizable – Terrenos Agrícolas de Cultivo Tradicional según el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de la localidad Según el visor SIGPAC, el mayor uso del suelo estudiado en este proyecto tiene una utilidad como tierras arables.

En agricultura, contar con un suelo con una adecuada estructura y composición es fundamental para la rentabilidad del aprovechamiento. Cuando sobre ese suelo se ha desarrollado durante cierto tiempo una actividad no agrícola, es necesario conocer cuál ha sido el efecto que ha tenido sobre las propiedades del sustrato y así predecir las medidas correctoras a aplicar para devolverlo a un estado lo más próximo a la inicial.

Es por esto que el objetivo de este plan es restituir el suelo agrícola de la parcela, es decir, devolver al sustrato las características iniciales (o lo más similares posibles) para su posterior uso como terreno de cultivo.

Por lo general el suelo agrícola fértil debe tener la estructura que se muestra en la siguiente imagen:



Figura 1: Estructura de suelo agrícola fértil.

En este caso consiste en restaurar los dos primeros horizontes, el A y el B, ya que no se van a alcanzar profundidades superiores a dos metros.

6.2 REPARACIÓN DEL HORIZONTE A Y B

Este punto se va a desarrollar en toda el área afectada el proyecto y va a constar básicamente en dos etapas:

- Subsolado de la capa mineral alterada (horizonte B): Consiste en perforar o remover los materiales de esta capa de suelo, con una profundidad de 50 a 100 cm, para airearlo y permitir el enraizado de las especies vegetales agrícolas que se sitúen por encima.
- Extendido de la tierra vegetal (horizonte A): Consiste en repartir sobre la capa mineral una tierra rica en nutrientes y con buena textura y estructura. Para suelos agrícolas esta capa no debe superar los 40 cm de espesor.

Subsolado de la cobertera o capa mineral alterada (horizonte B):

Se trata de una labor de descompactación de suelo y tiene como objetivo fragmentar esta capa del terreno para reducir su densidad, y así favorecer el desarrollo radicular, y mejorar la permeabilidad al agua y al aire, así como aumentar la capacidad de retención de agua.

El subsolador es el aparato que realiza esta labor vertical, su función es romper las capas de suelo afectadas por la actividad anterior, eliminar obstáculos existentes en el terreno, capas poco permeables, piedras u horizontes impermeables, tocones, raíces de anteriores cultivos, etc.

En este caso se van a dar uno o dos pases de subsolador o de arado-topo sobre la superficie afectada de la parcela.

Estos aperos van incorporados a un tractor y se caracterizan porque rompen la masa del suelo (subsolador) y dejan un tunelillo hueco (arado-topo).

Normalmente un subsolador topo tiene un solo brazo que remueve la tierra para hacer drenajes lineales simples. El subsolador normal consta de varios brazos, realizando dos labores al mismo tiempo: favorecer el drenaje de las capas inferiores de la parcela y agrieta el subsuelo para favorecer el desarrollo de la raíz de la planta.



Figura 2:Subsolador de cuatro brazos y subsolador topo instalado en un tractor.

Antes de comenzar estos trabajos debe ser retirada la tierra vegetal que quede en la parcela, almacenando la que (en base a sus características) aún se considere aprovechable para la siguiente fase.

Reconstitución del suelo vegetal (horizonte A):

Para restituir el suelo agrícola, se aplicará una capa de tierra vegetal con las características más adecuadas al cultivo que se pretenda implantar en la parcela. Esta capa se aplicará en dos fases:

- Tras la fase de construcción de la planta: Se volverá a extender la tierra vegetal retirada y acopiada durante los movimientos de tierra realizados en la parcela, en aquellos lugares que fije el proyecto.
- Tras el desmantelamiento de las estructuras: Se estudiará el estado de la tierra vegetal aún aprovechable y se añadirá el aporte externo que se considere necesario.

La capa de tierra vegetal rondará los 30 cm de profundidad, y se repartirá uniformemente sobre la superficie agrícola. Se deposita el material y se alisa para evitar irregularidades, pero evitando compactar, es decir, sin presionar demasiado.

Si para realizar estas labores los operarios tuvieran que circular sobre la capa mineral alterada (horizonte B), lo harán a pie o en máquinas que ejerzan poca presión sobre el suelo. Además, lo harán sobre caminos marcados (se podrían aprovechar los caminos y accesos que ya se hicieron en la parcela para el campo solar) que una vez terminadas estas labores serán descompactados y cubiertos con tierra vegetal.

Antes de realizar cualquier operación de extendido de tierra vegetal, es necesario que los trabajadores retiren manualmente las piedras de mayor tamaño que hayan quedado diseminadas por la superficie tras el subsolado, para garantizar el reparto uniforme de suelo vegetal.

También se puede añadir a esta tierra abonos orgánicos de asimilación lenta y baja solubilidad, si se observase una importante carencia de nutrientes en el sustrato de la parcela.

6.3 ENMIENDAS O MEJORAS EDÁFICAS

Es posible que las actuaciones anteriores no sean suficientes para que el suelo posea las características físicas y químicas adecuadas para el desarrollo de vegetal, en tal caso habría que realizar labores de mejora de ese suelo para que pueda recibir dichas especies.

En primer lugar, hay que realizar un análisis de los nutrientes minerales del suelo, principalmente de concentraciones de sodio, potasio, calcio, magnesio… y ver si se encuentran en una proporción adecuada para el desarrollo de las especies que se van a cultivar. Esto se acompaña de una medida de pH, para calcular la acidez o alcalinidad del suelo y si fuera necesario corregirla.

- Si hay que corregir un pH ácido se le añade cal viva (CaO), carbonato cálcico (Ca CO3), dolomía (carbonato cálcico-magnésico) o restos de cenizas, escombros o productos de construcción, siempre que se disponga de estos materiales o no resulten excesivamente caros.

  Esta enmienda caliza debe extenderse a 15 cm de profundidad con anterioridad al aporte de tierra vegetal.

  La cal no solo sirve para ajustar el pH, además aumenta la disponibilidad de nutrientes y la eficacia de los fertilizantes, favorece la descomposición de la materia orgánica y aumenta la cantidad de calcio y nitrógeno en el suelo.

- Si por el contrario el suelo fuera muy básico o alcalino, se debe hacer un aporte extra de estiércol o suelo natural para neutralizarlo, que será mayor o menor en función de la calidad del sustrato.

6.4 ABONADO O ENMIENDA HÚMICA

Si tras el análisis de los nutrientes presentes en el sustrato, realizado en el punto anterior, los resultados indicasen que el suelo de la parcela se encuentra en un estado muy pobre, se realizaría sobre el mismo un abonado extra.

La composición de este abono suele ser materia orgánica con orígenes diferentes, puede proceder de granjas (estiércol) o derivados de la descomposición de residuos (compost).

Esta enmienda mejora el drenaje y la aireación del suelo de la parcela, incrementa su capacidad de retener agua, supone una reserva de nutrientes a largo plazo, aumenta la estabilidad, disminuye la escorrentía superficial y favorece la germinación.

Como complemento a la enmienda húmica, se lleva a cabo una fertilización química que no es más que un aporte de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente) que puede ser determinante para que se pueda llegar a cultivar en ese suelo. Esta operación debe realizarse al comienzo de la siembra. En un primer momento se aportarán nitratos (NO3-) de fácil asimilación y posteriormente se añade urea (CO (NH2)2) de asimilación más lenta.

Estos compuestos nitrogenados deben ser añadidos más a menudo que otros fertilizantes, al menos durante los primeros meses tras la siembra, ya que se trata de un suelo empobrecido y el nitrógeno es fundamental para el desarrollo de las plantas.

Se plantea como complemento a los fertilizantes químicos, sembrar gramíneas y leguminosas en un momento inicial, ya que estas son capaces de captar nitrógeno atmosférico y fijarlo en sus raíces, con el consiguiente ahorro de fertilizantes.

6.5 FASE DE RESTITUCIÓN DE LA TOPOGRAFÍA ORIGINAL

La parcela de implantación tiene una morfología característica de la zona marcada por terreno llano ideal para el aprovechamiento agrícola. Esta topografía es muy abundante en el entorno y supone parte del paisaje tradicional.

Debido a que la morfología actual del terreno es prácticamente la deseada para la implantación de la instalación solar fotovoltaica, el movimiento de tierras se limitará al desbroce superficial de la superficie ocupada por la instalación. Por tanto, la morfología del terreno antes y después de la implantación de la instalación será la misma.

6.6 EDIFICACIONES PREEXISTENTES

Dentro de la perimetral no hay edificaciones que puedan ser afectadas por la instalación fotovoltaica.

7 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Es de aplicación el estudio de seguridad y salud incluido en el proyecto inicial. Además, dado que la vida útil de la instalación se prevé 30 a 35 años tras la puesta en servicio, serán de aplicación las cuantas disposiciones legales en materia de seguridad y salud estén vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta en su caso, la revisión de los métodos y procedimientos de trabajo en función del avance de la técnica.

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de los mismos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

8 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL				14.746,25 €
1.1	DESMONTAJE DE MODULOS FOTOVOLTAICOS	ud	1.736,00	0,20 €	347,20 €
1.2	DESMONTAJE DE INVERSION/TRANSFORMACION	ud	1,00	3.775,00 €	3.775,00 €
1.3	DESMONTAJE DE CENTRO DE ENTREGA Y MEDIDA	ud	1,00	2.820,00 €	2.820,00 €
1.4	DESMONTAJE DE CENTRO DE CONTROL	ud	1,00	1.120,00 €	1.120,00 €
1.5	DESMONTAJE DE ESTRUCTURA	ud	62,00	30,00 €	1.860,00 €
1.6	RECUPERACION DE CABLEADO ELECTRICO PFV	ml	3.856,13	0,80 €	3.084,90 €
1.7	DESMONTAJE DE VALLA DE CERRAMIENTO	ml	620,56	1,60 €	992,90 €
1.8	RECUPERACION DEL SUELO	ha	1,99	375,00 €	746,25 €
				PRESUPUESTO TOTAL	14.746,25 €

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

GESTION DE RESIDUOS

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	20/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE LOS RESIDUOS A GENERAR 1

2.1 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS 1
2.2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA 2
2.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS 3

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS 4

3.1 REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS 4

4 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN 5

4.1 PREVISIÓN DE REUTILIZACIÓN 5
4.2 PREVISIÓN DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS 6
4.3 DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS VALORIZABLES 6
4.4 PREVISIÓN DE LOS RCD NO SUSCEPTIBLES DE SER VALORIZADOS 6

5 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN /SELECCIÓN) 6

6 PRESCRIPCIONES ALMACENAMIENTO, MANEJO SEPARACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS 9

7 CONCLUSIÓN 10

ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Contenedores para residuos asimilables a urbanos..... 8
Figura 2 Contenedores de obra para residuos no peligrosos..... 8
Figura 3 Ejemplo de contenedores de residuos peligrosos en punto limpio 8

1 INTRODUCCIÓN

Para la elaboración del presente Plan de Gestión de Residuos de nuestro proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa.

A nivel estatal, estos aspectos son sometidos al RD 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, así como la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados y la 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.

2 ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE LOS RESIDUOS A GENERAR

2.1 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

Los residuos de construcción y demolición son, en general, residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. En esta obra, los RNP generados son fundamentalmente metales, plásticos, papel y cartón, restos de cables, madera y yesos.

Los residuos inertes como los restos de hormigón, ladrillos, cerámicas, etc. no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

Por su parte, los residuos peligrosos generados en la obra son derivados de labores de mantenimiento de la propia obra. Estos residuos son fundamentalmente aceites usados, envases vacíos, restos de trapos y absorbentes impregnados con sustancias peligrosas, aerosoles, pilas y baterías y tierras excavadas contaminadas por algún derrame accidental.

Al efecto de la Orden MAM/304/2002, los residuos que se van a generar durante la ejecución de las obras se pueden considerar incluidos en los siguientes grupos:

RCD: Naturaleza no pétrea		
1. Madera		
X	17 02 01	Madera
2. Plásticos		
	17 02 03	Plástico
3. Metales		
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 07	Metales mezclados
	17 04 08	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Yeso		
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del
5. Pilas		
X	16 06 04	Pilas alcalinas no peligrosas (excepto 16 06 03)
6. Papel		
X	20 01 01	Papel y cartón

RCD: Naturaleza pétrea		
1. Hormigón		
	17 01 01	Hormigón
2. Ladrillos, tejas y materiales cerámicos		
	17 01 02	Ladrillos
X	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
X	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
3. Tierras		
X	17 05 04	Tierras y piedras que no contienen sustancias peligrosas

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Residuos asimilables a urbanos		
X	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Residuos peligrosos		
X	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor)
X	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados con sustancias
X	15 01 11	Aerosoles vacíos
X	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos impregnados)
X	16 06 01	Baterías de plomo
X	16 06 03	Pilas que contienen mercurio
X	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's

2.2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA

La estimación se realizará en función de las categorías del punto anterior. En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN				
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (t)**	**DENSIDAD (t/m3)**	**VOLUMEN (m3)**
17 01 01	**Hormigón**	9,14	1,50	6,09
17 01 02	**Ladrillos**	2,24	1,84	1,22
17 01 03	**Tejas y materiales cerámicos**	1,34	1,84	0,73
17 02 01	**Madera**	0,80	1,10	0,73
17 02 03	**Plástico**	0,16	0,88	0,18
17 04 05	**Hierro y acero**	3,83	7,85	0,49
17 04 07	**Metales mezclados**	1,83	1,50	1,22
17 04 11	**Restos de cables**	0,18	1,47	0,12
17 05 04	**Tierras excavadas**	605,05	1,65	366,70
17 06 04	**Material de aislamiento**	0,12	0,98	0,12
17 08 02	**Materiales a partir de yeso**	0,15	1,22	0,12
17 09 04	**RCD mezclados**	1,52	1,25	1,22
20 01 01	**Papel y cartón**	0,44	0,90	0,49
20 03 01	**Restos asimilables a urbanos**	0,74	1,21	0,61
16 06 04	**Pilas alcalinas**	0,30	0,50	0,61
TOTAL		627,84		380,65

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN				
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (t)**	**DENSIDAD (t/m3)**	**VOLUMEN (m3)**
13 02 05	**Aceites usados**	0,005	0,910	0,010
15 01 10	**Envases vacíos contaminados**	0,008	0,120	0,070
15 01 11	**Aerosoles vacíos**	0,003	0,150	0,020
15 02 02	**Absorbentes y trapos**	0,002	0,100	0,020
17 04 10	**Cables aislados**	0,000	0,000	0,000
17 05 03	**Tierras contaminadas**	0,027	1,650	0,020
TOTAL		0,05		0,14

2.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Con el dato estimado de RCDs generados en metros cúbicos se hace una estimación de la valoración económica que supondría la gestión de los residuos. Los precios unitarios incluyen el transporte hasta vertedero, así como las tarifas del servicio público de valorización y eliminación de escombros y la eliminación de residuos peligrosos. Los residuos no peligrosos no considerados escombros serán entregados a gestor autorizado para su valorización.

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN							
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (t)**	**DENSIDAD (t/m3)**	**VOLUMEN (m3)**	**%**	**PRECIO UNITARIO (€)**	**IMPORTE TOTAL (€)**
17 01 01	**Hormigón**	9,14	1,50	6,09	1,60	10,00 €	60,90 €
17 01 02	**Ladrillos**	2,24	1,84	1,22	0,32	10,00 €	12,20 €
17 01 03	**Tejas y materiales cerámicos**	1,34	1,84	0,73	0,19	10,00 €	7,30 €
17 02 01	**Madera**	0,80	1,10	0,73	0,19	10,00 €	7,30 €
17 02 03	**Plástico**	0,16	0,88	0,18	0,05	10,00 €	1,80 €
17 04 05	**Hierro y acero**	3,83	7,85	0,49	0,13	10,00 €	4,90 €
17 04 07	**Metales mezclados**	1,83	1,50	1,22	0,32	10,00 €	12,20 €
17 04 11	**Restos de cables**	0,18	1,47	0,12	0,03	10,00 €	1,20 €
17 05 04	**Tierras excavadas**	605,05	1,65	366,70	96,33	2,00 €	733,40 €
17 06 04	**Material de aislamiento**	0,12	0,98	0,12	0,03	10,00 €	1,20 €
17 08 02	**Materiales a partir de yeso**	0,15	1,22	0,12	0,03	10,00 €	1,20 €
17 09 04	**RCD mezclados**	1,52	1,25	1,22	0,32	10,00 €	12,20 €
20 01 01	**Papel y cartón**	0,44	0,90	0,49	0,13	10,00 €	4,90 €
20 03 01	**Restos asimilables a urbanos**	0,74	1,21	0,61	0,16	10,00 €	6,10 €
16 06 04	**Pilas alcalinas**	0,30	0,50	0,61	0,16	10,00 €	6,10 €
TOTAL		627,84		380,65	100,00		872,90 €

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN							
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (t)**	**DENSIDAD (t/m3)**	**VOLUMEN (m3)**	**%**	**PRECIO UNITARIO (€)**	**IMPORTE TOTAL (€)**
13 02 05	**Aceites usados**	0,010	0,910	0,010	4,50	1.600,00 €	9,52 €
15 01 10	**Envases vacíos contaminados**	0,054	0,120	0,070	51,23	1.600,00 €	108,33 €
15 01 11	**Aerosoles vacíos**	0,008	0,150	0,020	16,39	1.600,00 €	34,67 €
15 02 02	**Absorbentes y trapos**	0,003	0,100	0,020	15,57	1.600,00 €	32,93 €
17 04 10	**Cables aislados**	0,002	0,000	0,000	0,00	1.600,00 €	0,00 €
17 05 03	**Tierras contaminadas**	0,000	1,650	0,020	12,30	1.600,00 €	26,00 €
TOTAL		0,08		0,14	100,00		211,45 €

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	
TIPO DE RESIDUO	**IMPORTE TOTAL (€)**
Gestión Residuos No Peligrosos	872,90 €
Gestión Residuos Peligrosos	211,45 €
TOTAL	**1.084,35 €**

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

3.1 REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS

Siguiendo las directrices de la política medioambiental, y en aplicación de la legislación vigente europea y estatal en materia de residuos, se fijará como objetivo prioritario la minimización de la generación de residuos durante la ejecución de las obras, aplicando todas las medidas que se estimen oportunas y buscando siempre aquellas opciones en los procedimientos y en la selección de materiales que faciliten su consecución. Entre otras se tomarán las siguientes medidas:

- Se dará prioridad a la utilización de materiales que provengan de procesos de reciclado y/o reutilización y que se suministren en la zona de obras con la menor cantidad posible de material de embalaje a fin de minimizar la producción de residuos.
- Se realizará un seguimiento del mercado de productos y materias primas utilizadas en la obra, así como un control y mantenimiento de los productos almacenados, con el objetivo de proveerse de aquellos que estén diseñados bajo la premisa de una menor generación de residuos.
- Durante la ejecución de la obra se procederá a la reutilización de todos aquellos materiales y elementos que así lo permitan, buscando con este proceder, por un lado, una menor generación de elementos que deban ser eliminados y, por otro, no tener

que hacer el aprovisionamiento en puntos de abastecimiento exteriores a la zona de actuación, con el consiguiente coste de tiempo, materias primas y combustible.

- Se minimizará la generación de polvo durante los procesos de manipulación de escombros y tierras, esto es, durante la carga y transporte a vertedero de los residuos inertes. Para ello se humedecerán mediante un riego ligero con agua los caminos de obra. Los puntos en los que se depositen se señalarán y protegerán adecuadamente, evitando acumular sobre ellos otros elementos de gran peso.
- Cualquier maquinaria que pueda, debido a su mal funcionamiento, generar una mayor producción de residuos peligrosos será sustituida.

Con el fin de evitar o reducir el uso de combustibles fósiles empleados por la maquinaria durante la realización de las obras, se respetarán los plazos de revisión de los motores y maquinaria (ITV).

A pesar de buscar una mínima generación de residuos y reutilizar todos los materiales y elementos que lo permitan, hay residuos que deben ser eliminados, para lo cual se procederá en primera instancia a su clasificación según tipos:

I. Los residuos asimilables a urbanos por sus características les permiten ser gestionados junto a los residuos sólidos urbanos. Están constituidos fundamentalmente por restos orgánicos, papel, cartón, plástico, maderas, textiles, etc. procedentes del comedor y vestuarios.

II. Los residuos inertes son inocuos y están constituidos por ciertos tipos de escombros, tierras y piedras. Al no poseer condiciones adversas para el medio ambiente son susceptibles de ser utilizados en obras públicas como rellenos, vertederos, etc.

III. Los residuos no peligrosos como plásticos, papel y cartón de embalajes, chatarras, etc. serán segregados y depositados en contenedores de tipo bañera.

IV. Los residuos tóxicos y/o peligrosos deberán ser almacenados en contenedores estancos con cubeto de retención y siempre bajo cubierta. Su almacenamiento no puede superar los 6 meses. Serán entregados a gestor autorizado.

V. Su gestión se realizará de acuerdo con lo descrito en el resto de este documento.

4 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

4.1 PREVISIÓN DE REUTILIZACIÓN

Se marcan las operaciones y el destino previstos inicialmente para los materiales:

OPERACIÓN PREVISTA		DESTINO INICIAL
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado	
X	Reutilización de tierras procedentes de la propia obra	Propia obra
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera,	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

4.2 PREVISIÓN DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Se marcan las operaciones y el destino previstos inicialmente para los materiales:

OPERACIÓN PREVISTA	
X	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos

4.3 DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS VALORIZABLES

Los residuos no peligrosos susceptibles de ser valorizados (plásticos, papel y cartón, chatarras, maderas, etc.) serán entregados a gestores autorizados por el Gobierno de La Rioja. Los residuos asimilables a urbanos procedentes del comedor, oficina y vestuarios serán gestionados por el servicio municipal de recogida selectiva de residuos.

4.4 PREVISIÓN DE LOS RCD NO SUSCEPTIBLES DE SER VALORIZADOS

Los residuos no susceptibles de ser valorizados como, por ejemplo, los residuos peligrosos y los escombros serán transportados hasta sus correspondientes vertederos para su eliminación.

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la Comunidad de La Rioja para la gestión de residuos no peligrosos.

5 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN /SELECCIÓN)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en 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:

MATERIAL	CANTIDAD (t)
Hormigón	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metales	2
Madera	1
Vidrio	0,5
Plásticos	0,5
Papel y cartón	0,5

La obra contará de inicio con un Punto Limpio ubicado en las inmediaciones de la zona d acopio, parque de maquinaria e instalaciones auxiliares de la obra (oficinas, vestuarios y comedores). Posteriormente, según el avance de la obra, se podrán instalar otro tipo de puntos de recogida temporales con diversos contenedores para la segregación de papel/cartón, plásticos y metales fundamentalmente.

Se entiende por puntos limpios las áreas destinadas al almacenamiento temporal y selectivo de los residuos generados durante la fase de obras. Se instalará una serie de contenedores, dispuestos de forma ordenada sobre el terreno, abiertos o cerrados según las necesidades, y debidamente señalizados para su correcta identificación y utilización, empleando el contenedor correspondiente para cada tipo de residuo.

Los puntos limpios deberán reunir las siguientes características:

- Ser accesible al personal de obra, estando debidamente señalizado en caso necesario.
- Ser accesible para los vehículos de transporte encargados de la retirada de los distintos tipos de residuos.
- No ser causa de interferencias en el normal desarrollo de las obras, ni suponer obstáculos al tránsito de maquinaria y vehículos por la obra.

TIPO DE RESIDUOS	TIPO DE CONTENEDOR	PROCEDENCIA	DESTINO FINAL
Escombros	Bañera abierta	Obra excavación	Eliminación/Vertedero
Tierras y piedras	Suelo	Obra excavación	Reutilización en obra
Plásticos	Bañera con tapa	Embalajes	Valorización/ gestor
Madera	Bañera abierta	Obra	Valorización/ gestor
Papel y cartón	Bañera con tapa	Embalajes	Valorización/ gestor
Chatarras	Bañera abierta	Obra	Valorización/ gestor
Asimilables a urbanos	Contenedor Negro	Servicios auxiliares	Eliminación/Vertedero
Plásticos	Contenedor amarillo	Servicios auxiliares	Valorización/ gestor
Papel y cartón	Contenedor azul	Servicios auxiliares	Valorización/ gestor
Vidrio	Contenedor verde	Servicios auxiliares	Valorización/ gestor
Residuos peligrosos	Contenedor estanco con sistema retención, bajo cubierto	Labores de mantenimiento	Eliminación/Vertedero

El tipo de contenedor en cada caso se ajustará a las siguientes características:

Para residuos peligrosos:

- Depósito estanco preparado para aceites usados y otros residuos susceptibles de provocar derrames con sistema de recogida.
- Contenedor estanco para recipientes metálicos, absorbentes, aerosoles, pilas y baterías.

Para residuos no peligrosos:

- Contenedor abierto para residuos no peligrosos (chatarra y madera)
- Contenedor tapado para residuos no peligrosos (plásticos de embalajes, papel y cartón)
- Contenedor estanco para residuos asimilables a urbanos
- Contenedores para plásticos y papel asimilables a urbanos



Figura 1 Contenedores para residuos asimilables a urbanos



Figura 2 Contenedores de obra para residuos no peligrosos



Figura 3 Ejemplo de contenedores de residuos peligrosos en punto limpio

Se cumplimentará periódicamente un Libro de Registro de Residuos en el que se especificará, cantidad de residuos peligrosos y no peligrosos producidos, naturaleza de estos, destino final, frecuencia de recogida y medio de transporte. Asimismo, se informará inmediatamente a la autoridad competente en caso de desaparición, pérdida o escape accidental de residuos peligrosos.

En general, se establecerán medidas de seguridad, autoprotección y plan de emergencia interna llevando un registro de residuos producidos o importados y destino de estos.

6 PRESCRIPCIONES ALMACENAMIENTO, MANEJO SEPARACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Para la correcta gestión de los residuos producidos durante la obra, desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado, se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirá con las características descritas anteriormente para el punto limpio.

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra para su reutilización en el vallado perimetral formando un cordón de tierras para las labores de revegetación y creación de una pantalla vegetal. Se deberá disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible; los acopios no podrán superar los 2 metros de altura.

Los restos de escombros que se generen en la balsa de lavado de hormigoneras serán retirados por gestor autorizado para su valorización o eliminación.

Los restos de materiales usados para la construcción del edificio de control serán retirados, clasificados y almacenados en contenedores hasta su retirada por gestores autorizados.

Se dispondrá de contenedores de residuos asimilables a urbanos en la zona de instalaciones auxiliares de la obra (comedor, vestuarios, oficinas) identificados de forma que faciliten la recogida selectiva.

Para los residuos no peligrosos de embalajes de plásticos, papel y cartón, maderas y chatarras se dispondrá de contenedores de tipo bañera diferenciados e identificados para facilitar la segregación. Se entregarán a gestor autorizado para su valorización.

El almacenamiento de los residuos peligrosos generados en las labores de mantenimiento de la obra se realizará en una zona específicamente habilitada conforme con los criterios establecidos en el 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:

El envasado y almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.

Los recipientes o envases que contengan residuos tóxicos y peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado.

El tiempo de almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos por parte de los productores no podrá exceder de seis meses, salvo autorización especial del órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se lleve a cabo dicho almacenamiento.

El almacenamiento se realizará sobre una superficie impermeabilizada y contará con un sistema de contención ante posibles derrames.

Deberá contar con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de contaminantes y sea protegido por la radiación solar.

El área de almacenamiento de los residuos peligrosos deberá estar perfectamente delimitada y señalizada.

7 CONCLUSIÓN

Según el artículo 5 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, el adjudicatario de las obras está obligado a presentar al director facultativo para su aprobación, un plan que refleje cómo llevar a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en obra, en particular con el siguiente contenido:

Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por 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, o norma que la sustituya.

Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

Las medidas para la separación de los residuos en obra en particular, para su segregación.

Las prescripciones particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con los planos y el presupuesto reflejado, los técnicos que suscriben entienden que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición para el proyecto.

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

PRESUPUESTO

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	26/03/2023	INICIAL	IMA	JTS	FOG

1 PARQUE FOTOVOLTAICO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	€/Wp	%
1	**EQUIPOS PRINCIPALES**				**310.000,60 €**	**0,26**	**79,72%**
1.1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	ud	1.736,00	157,98 €	274.252,90 €	0,23	70,53%
1.2	CENTRO DE TRANSFORMACION	ud	1,00	31.109,12 €	31.109,12 €	0,03	8,00%
1.3	CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM)	ud	1,00	7.777,28 €	7.777,28 €	0,01	2,00%
1.4	ESTRUCTURA FIJA	ud	62,00	815,36 €	50.552,32 €	0,04	13,00%
1.5	INVERSOR DE STRING	ud	3,00	7.777,28 €	23.331,84 €	0,02	6,00%
2	**OBRA CIVIL**				**19.245,52 €**	**0,02**	**4,95%**
2.1	DESPEJE Y DESBROCE	ha	1,99	547,15 €	1.088,83 €	0,00	0,28%
2.2	VIALES INTERNOS (4 m)	m	30,00	14,26 €	427,80 €	0,00	0,11%
2.3	VIALES ACCESO (4 m)	m	9,60	48,61 €	466,66 €	0,00	0,12%
2.4	VALLADO PERIMETRAL	m	620,56	3,63 €	2.252,63 €	0,00	0,58%
2.5	PUERTA DE ACCESO (VEHICULOS Y PEATONAL)	ud	1,00	272,20 €	272,20 €	0,00	0,07%
2.6	CONTROL DE ACCESO	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
2.7	ARQUETA BT	ud	2,00	77,78 €	155,56 €	0,00	0,04%
2.8	ARQUETA MT	ud	4,00	68,05 €	272,20 €	0,00	0,07%
2.9	ARQUETA CCTV	ud	13,00	14,96 €	194,48 €	0,00	0,05%
2.10	ZANJA BT	m	1.258,66	2,78 €	3.499,07 €	0,00	0,90%
2.11	ZANJA MT	m	14,41	175,41 €	2.527,66 €	0,00	0,65%
2.12	CUNETAS DRENAJES	m	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00%
2.13	CIMENTACION CT (CON ACERADO 1 METRO)	ud	1,00	3.966,41 €	3.966,41 €	0,00	1,02%
2.14	CIMENTACION CPM (CON ACERADO 1 METROS)	ud	1,00	1.749,89 €	1.749,89 €	0,00	0,45%
2.15	CIMENTACION CENTRO CONTROL (CON ACERADO 1 METROS)	ud	1,00	1.749,89 €	1.749,89 €	0,00	0,45%
2.16	CIMENTACION ALMACEN (CON ACERADO 1 METROS)	ud	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00%
2.17	CIMENTACION ESTACION METEOROLOGICA	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
2.18	CIMENTACION STRING INVERTER/CAJA DE NIVEL	ud	3,00	103,70 €	311,10 €	0,00	0,08%
2.19	CIMENTACION POSTES COMUNICACION TRACKER	ud	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00%
2.20	CIMENTACION BACULOS CAMARA DE SEGURIDAD	ud	8,00	29,17 €	233,36 €	0,00	0,06%
3	**SUMINISTRO DE CABLEADO**				**9.335,32 €**	**0,01**	**2,40%**
3.1	CABLE CC 1,5/1,5 kV Cu 1x(1x6) mm2 (H1Z2Z2-K)	m	3.059,39	0,28 €	856,63 €	0,00	0,22%
3.2	CABLE CA 0,6/1 kV Al 1x(1x240) mm2	m	539,68	6,48 €	3.497,13 €	0,00	0,90%
3.3	CABLE CA 12/20 kV Al 1x(1x240) mm2	m	43,24	44,97 €	1.944,50 €	0,00	0,50%
3.4	CABLE CA SSAA 0,6/1 kV	m	73,64	2,64 €	194,41 €	0,00	0,05%
3.5	CABLE CA CCTV 0,6/1kV	m	608,57	0,51 €	310,37 €	0,00	0,08%
3.6	CABLE PUESTA A TIERRA 0,6/1kV - 16 mm2 (ESTRUCTURA)	m	53,80	2,17 €	116,75 €	0,00	0,03%
3.7	CABLE COBRE DESNUDO - 35 mm2 (LADO BT)	m	882,16	0,93 €	820,41 €	0,00	0,21%
3.8	CABLE COBRE DESNUDO - 50 mm2 (CT Y CPM)	m	73,50	0,53 €	38,96 €	0,00	0,01%
3.9	PICAS DE PUESTA A TIERRA (2000 x 14 mm)	ud	32,00	2,43 €	77,76 €	0,00	0,02%
3.10	FIBRA OPTICA - SISTEMA DE SEGURIDAD	m	608,57	0,51 €	310,37 €	0,00	0,08%
3.11	FIBRA OPTICA - MONITORIZACION	m	32,82	2,37 €	77,78 €	0,00	0,02%
3.12	CONECTORES CC MACHO (MC4)	ud	186,00	0,84 €	156,24 €	0,00	0,04%
3.13	CONECTORES CC HEMBRA (MC4)	ud	186,00	0,84 €	156,24 €	0,00	0,04%
3.14	CONECTORES CA BT	ud	9,00	43,21 €	388,89 €	0,00	0,10%
3.15	CONECTORES CA MT (BOTELLAS)	ud	8,00	48,61 €	388,88 €	0,00	0,10%
4	**INSTALACIÓN ELÉCTRICA**				**11.584,33 €**	**0,01**	**2,98%**
4.1	COLOCACION CT	ud	1,00	388,86 €	388,86 €	0,00	0,10%
4.2	CONEXIONADO CT (BT/MT/TIERRA/COMUNICACIONES)	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
4.3	COLOCACION CPM	ud	1,00	388,86 €	388,86 €	0,00	0,10%
4.4	CONEXIONADO CPM (BT/MT/TIERRA/COMUNICACIONES)	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
4.5	COLOCACION CENTRO CONTROL	ud	1,00	388,86 €	388,86 €	0,00	0,10%
4.6	CONEXIONADO CENTRO CONTROL (BT/TIERRA/COMUNICACION	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
4.7	COLOCACION ALMACEN	ud	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00%
4.8	CONEXIONADO ALMACEN (COMPLETO)	ud	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00%
4.9	CABLE CC 1,5/1,5kv Cu 1x(1x6) mm2 (H1Z2Z2-K)	m	3.059,39	0,24 €	734,25 €	0,00	0,19%
4.10	CABLE CA 0,6/1kV Al 1x(1x240) mm2	m	539,68	4,90 €	2.644,43 €	0,00	0,68%
4.11	CABLE CA 12/20kV Al 1x(1x240) mm2	m	43,24	22,48 €	972,04 €	0,00	0,25%
4.12	CABLE CA SSAA 0,6/1kV	m	73,64	1,06 €	78,06 €	0,00	0,02%
4.13	INTERCONEXIONADO DE MODULOS	ud	1.736,00	0,45 €	781,20 €	0,00	0,20%
4.14	COLOCACION INVERSOR DE STRING (DC/BT/TIERRA/COMUNICAC	ud	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00	0,00%
4.15	CONEXIONADO INVERSOR DE STRING	ud	3,00	1.101,78 €	3.305,34 €	0,00	0,85%
4.16	CONECTORES MC4 (COMPATIBLE GARANTIA PARA MODULOS)	ud	248,00	0,78 €	193,44 €	0,00	0,05%
4.17	CONECTORES MC4 (COMPATIBLE GARANTIA PARA INVERSORES)	ud	680,00	0,29 €	197,20 €	0,00	0,05%
4.18	CABLE PUESTA A TIERRA 0,6/1kV - 16 mm2 (ESTRUCTURA)	m	53,80	0,72 €	38,74 €	0,00	0,01%
4.19	CABLE PUESTA A TIERRA - 35 mm2 (LADO BT)	m	882,16	1,10 €	970,38 €	0,00	0,25%
4.20	CABLE PUESTA A TIERRA - 50 mm2 (LADO MT)	m	73,50	3,17 €	233,00 €	0,00	0,06%
4.21	PICAS DE PUESTA A TIERRA	ud	23,00	1,69 €	38,87 €	0,00	0,01%
4.22	CONEXIONADO PUESTA A TIERRA (INCLUIDO ENTRE TRACKER)	global	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
4.23	FIBRA OPTICA - SISTEMA DE SEGURIDAD	m	608,57	0,06 €	36,51 €	0,00	0,01%
4.24	FIBRA OPTICA - MONITORIZACION	m	32,82	1,18 €	38,73 €	0,00	0,01%
5	**MONTAJE MECÁNICO**				**29.753,18 €**	**0,02**	**7,65%**
5.1	HINCADO PARA ESTRUCTURA FIJA	ud	868,00	18,37 €	15.945,16 €	0,01	4,10%
5.2	MONTAJE ESTRUCTURA	ud	62,00	147,39 €	9.138,18 €	0,01	2,35%
5.3	MONTAJE MÓDULOS FV	ud	1.736,00	2,69 €	4.669,84 €	0,00	1,20%
6	**MONITORIZACIÓN**				**2.916,49 €**	**0,00**	**0,75%**
6.1	ESTACIÓN METEOROLÓGICA (EN POSTE)	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
6.2	ESTACIÓN METEOROLÓGICA (SENSORES EN ESTRUCTURA)	ud	1,00	194,43 €	194,43 €	0,00	0,05%
6.3	PLC DEL INVERSOR STRING	ud	1,00	155,55 €	155,55 €	0,00	0,04%
6.4	POWER PLANT CONTROLLER	ud	1,00	2.177,64 €	2.177,64 €	0,00	0,56%
6.5	SISTEMA DE MONITOREO SCADA (RACK/ARMARIOS/PC)	ud	1,00	349,98 €	349,98 €	0,00	0,09%
7	**SEGURIDAD**				**3.695,38 €**	**0,00**	**0,95%**
7.1	ARMARIO RACK (SISTEMA DE VIDEOGRABACION/ALMACENAJE/AN	ud	1,00	1.438,80 €	1.438,80 €	0,00	0,37%
7.2	EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO PC	ud	1,00	272,20 €	272,20 €	0,00	0,07%
7.3	CÁMARA DE VIDEO TIPO DOMO	ud	1,00	77,77 €	77,77 €	0,00	0,02%
7.4	CÁMARA DE SEGURIDAD TÉRMICA	ud	7,00	88,88 €	622,16 €	0,00	0,16%
7.5	CABLE ETHERNET (BOBINA 100 m)	ud	2,00	19,45 €	38,90 €	0,00	0,01%
7.6	CABLE CA CCTV 0,6/1kV	m	608,57	0,13 €	79,11 €	0,00	0,02%
7.7	FIBRA OPTICA - MONITORIZACION	m	32,82	1,18 €	38,73 €	0,00	0,01%
7.8	CENTRALITA DE ALARMA	ud	1,00	466,64 €	466,64 €	0,00	0,12%
7.9	CONTROL DE ACCESO	ud	1,00	38,89 €	38,89 €	0,00	0,01%
7.10	BACULO	ud	8,00	72,91 €	583,28 €	0,00	0,15%
7.11	ARMARIOS BACULO	ud	2,00	19,45 €	38,90 €	0,00	0,01%
8	**COMISIONADO**				**2.333,18 €**	**0,00**	**0,60%**
8.1	COMISIONADO EN FRIO	global	1,00	972,16 €	972,16 €	0,00	0,25%
8.2	COMISIONADO EN CALIENTE	global	1,00	972,16 €	972,16 €	0,00	0,25%
8.3	LEGALIZACION	global	1,00	388,86 €	388,86 €	0,00	0,10%
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)					**388.864,00 €**	**0,32**	**100,00%**
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	global	1,00	1.546,47 €	1.546,47 €		
	PLAN DE DESMANTELAMIENTO	global	1,00	14.746,25 €	14.746,25 €		
	GESTIÓN DE RESIDUOS	global	1,00	1.084,35 €	1.084,35 €		
PRESUPUESTO EJECUCIÓN TOTAL (PET)					**406.241,07 €**		

2 LÍNEA DE EVACUACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIOS			
		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	LSMT				52.318,51 €
1.1	OBRA CIVIL				11.004,94 €
1.1.1	ZANJA MT (BORDE DE CALZADA)	m	344,23	31,97 €	11.004,94 €
1.2	SUMINISTROS				18.921,73 €
1.2.1	CABLE CA 18/30kV Al 1x(1x240) mm2	m	1.032,68	15,55 €	16.060,25 €
1.2.2	CABLE CA FIBRA ÓPTICA	m	1.595,27	1,69 €	2.696,00 €
1.2.3	CONECTORES CA MT (BOTELLAS)	Ud	6,00	27,58 €	165,48 €
1.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				22.391,84 €
1.3.1	TENDIDO CABLE CA 18/30kV Al 1x(1x240) mm2	m	1.032,68	4,70 €	4.853,60 €
1.3.2	TENDIDO CABLE CA FIBRA ÓPTICA	m	1.595,27	4,70 €	7.497,75 €
1.3.3	CONEXIONADO CONECTORES CA MT (BOTELLAS)	m	6,00	50,13 €	300,78 €
1.3.4	ARQUETA TIPO A1	Ud	9,00	188,31 €	1.694,79 €
1.3.5	ARQUETA TIPO A2	Ud	2,00	273,59 €	547,18 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)				52.318,51 €
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	global	1,00	152,27 €	152,27 €
	GESTIÓN DE RESIDUOS	global	1,00	524,13 €	524,13 €
	PRESUPUESTO EJECUCIÓN TOTAL (PET)				52.994,91 €

Madrid, marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

CRONOGRAMA

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	20/03/2024	INICIAL	IMA	JTS	FOG

CRONOGRAMA

ITEM	ACTIVIDADES	DURACIÓN MESES	1 MES	2 MES	3 MES	4 MES	5 MES	6 MES	7 MES
	PLANTA FOTOVOLTAICA	7							
1	OBRA CIVIL PLANTA	4							
1.1	Movimiento de tierra	2							
1.2	Vallado y puertas de Acceso	1							
1.3	Viales	1							
1.4	Zanjas	3							
1.5	Drenaje	1							
1.6	Cimentaciones CT/ Inversores Central	1							
1.7	Cimentaciones Postes CCTV y Comunicación	1							
2	MONTAJE MECÁNICO	4							
2.1	Hincado	2							
2.2	Montaje Seguidores	2							
2.3	Montaje Módulos	2							
3	MONTAJE ELÉCTRICO	4							
3.1	Cableado String	3							
3.2	Cableado Baja Tension	3							
3.3	Cableado MT	1							
3.4	Cajas de Strings / Inversor String Inverter	2							
3.5	Conexionado de Módulos	2							
3.6	Conexionado CT/ Inversores Central	2							
4	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	2							
4.1	Tendido FO	1							
4.2	Montaje Cuadros Monitorización	1							
4.3	Montaje Estación Meteo	1							
5	SISTEMA DE SEGURIDAD	2							
5.1	Montaje Sistema CCTV	1							
5.2	Cableado Sistema CCTV	1							
6	PUESTA EN MARCHA	2							
6.1	PUESTA EN MARCHA PLANTA (COLD COMMISIONING)	1							
6.2	PUESTA EN MARCHA PLANTA (HOT COMISSIONING)	1							
	LINEA DE EVACUACIÓN	6							
1	TRAMO SUBTERRÁNEO	6							
1.1	Replanteo tramo subterráneo	1							
1.2	Excavación zanja	2							
1.3	Hormigonado zanja en cruces	2							
1.4	Tendido del cable aislado	1							
1.5	Preparacióno de terminaciones	1							
1.6	Pruebas u ensayos	1							

NOTA: Las obras que comprende este Proyecto se realizarán en un plazo máximo segun la duración de este cronograma, a contar a partir del siguiente a la obtención de la última autorización disponible.

Madrid Marzo de 2024

Javier Tielas Sánchez

Colegiado 4770 (COPITI Málaga)

ANEXOS

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	20/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE

- **ANEXO 1: "SIMULACIÓN PVSYST"**
- **ANEXO 2: "RESULTADO CÁLCULOS CABLES BT/MT"**
- **ANEXO 3: "DATASHEETS EQUIPOS PLANTA"**

ANEXO 1: “SIMULACIÓN PVSYST”

Version 7.3.1

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: PSFV SANTA MARIA

Variant: Proyecto PSFV SMARIA

Unlimited sheds

System power: 1215 kWp

Biniali - Spain

Autor(a)

PVsyst V7.3.1
VC0, Simulation date:
26/03/24 11:25
with v7.3.1

Project summary

Geographical Site
Biniali
Spain

Situation

Latitude	39.65 °N
Longitude	2.83 °E
Altitude	129 m
Time zone	UTC+1

Project settings

Albedo	0.20

Meteo data
Biniali
PVGIS api TMY

System summary

Grid-Connected System
Simulation for year no 1

Unlimited sheds

PV Field Orientation

Sheds	
Tilt	35 °
Azimuth	0 °

Near Shadings
Mutual shadings of sheds

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules	1736 units
Pnom total	1215 kWp

Inverters

Nb. of units	3 units
Pnom total	900 kWac
Grid power limit	800 kVA
Grid lim. Pnom ratio	1.519

Results summary

Produced Energy	2003006 kWh/year	Specific production	1648 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	79.02 %
Apparent energy	2114234 kVAh				

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Horizon definition 5
Main results 6
Loss diagram 7
Predef. graphs 8
Single-line diagram 9

General parameters

Grid-Connected System — **Unlimited sheds**

PV Field Orientation

Orientation		Sheds configuration		Models used	
Sheds		Nb. of sheds	5 units	Transposition	Perez
Tilt	35 °	Unlimited sheds		Diffuse	Imported
Azimuth	0 °	**Sizes**		Circumsolar	separate
		Sheds spacing	11.0 m		
		Collector width	3.00 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	27.3 %		
		Shading limit angle			
		Limit profile angle	11.4 °		

Horizon		Near Shadings	User's needs
Average Height	1.6 °	Mutual shadings of sheds	Unlimited load (grid)

Bifacial system

Model: 2D Calculation unlimited sheds

Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Sheds spacing	11.00 m	Ground albedo	0.15
Sheds width	3.00 m	Bifaciality factor	90 %
Limit profile angle	11.4 °	Rear shading factor	5.0 %
GCR	27.3 %	Rear mismatch loss	10.0 %
Height above ground	1.50 m	Shed transparent fraction	0.0 %

Grid injection point

Grid power limitation		Power factor	
Apparent power	800 kVA	Cos(phi) (lagging)	0.950
Pnom ratio	1.519		

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	AKCOME
Model	SKA611HDGDC-700
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	700 Wp
Number of PV modules	1736 units
Nominal (STC)	1215 kWp
Modules	62 Strings x 28 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	1143 kWp
U mpp	1115 V
I mpp	1025 A

Inverter

Manufacturer	Huawei Technologies
Model	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	300 kVA
Number of inverters	3 units
Total power	900 kVA
Operating voltage	500-1500 V
Max. power (=>30°C)	330 kVA
Pnom ratio (DC:AC)	1.35
Power sharing within this inverter	

Total PV power

Nominal (STC)	1215 kWp
Total	1736 modules
Module area	5393 m²

Total inverter power

Total power	900 kVA
Number of inverters	3 units
Pnom ratio	1.35

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 18 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.3 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 0.5 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation
Year no 1
Loss factor 0.44 %/year
Mismatch due to degradation
Imp RMS dispersion 0 %/year
Vmp RMS dispersion 0 %/year

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

System losses

Auxiliaries loss
Proportionnal to Power 3.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo
Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.66 % at STC
Inverter: SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
Wire section (3 Inv.) Alu 3 x 3 x 240 mm²
Average wires length 184 m

MV line up to Injection
MV Voltage 15 kV
Wires Alu 3 x 16 mm²
Length 478 m
Loss Fraction 0.55 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo
Medium voltage 15 kV
Transformer parameters
Nominal power at STC 1.20 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 0.90 kVA
Iron loss fraction 0.08 % at STC
Copper loss 15.87 kVA
Copper loss fraction 1.33 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 7.11 mΩ

PVsyst V7.3.1
VC0, Simulation date:
26/03/24 11:25
with v7.3.1

Horizon definition

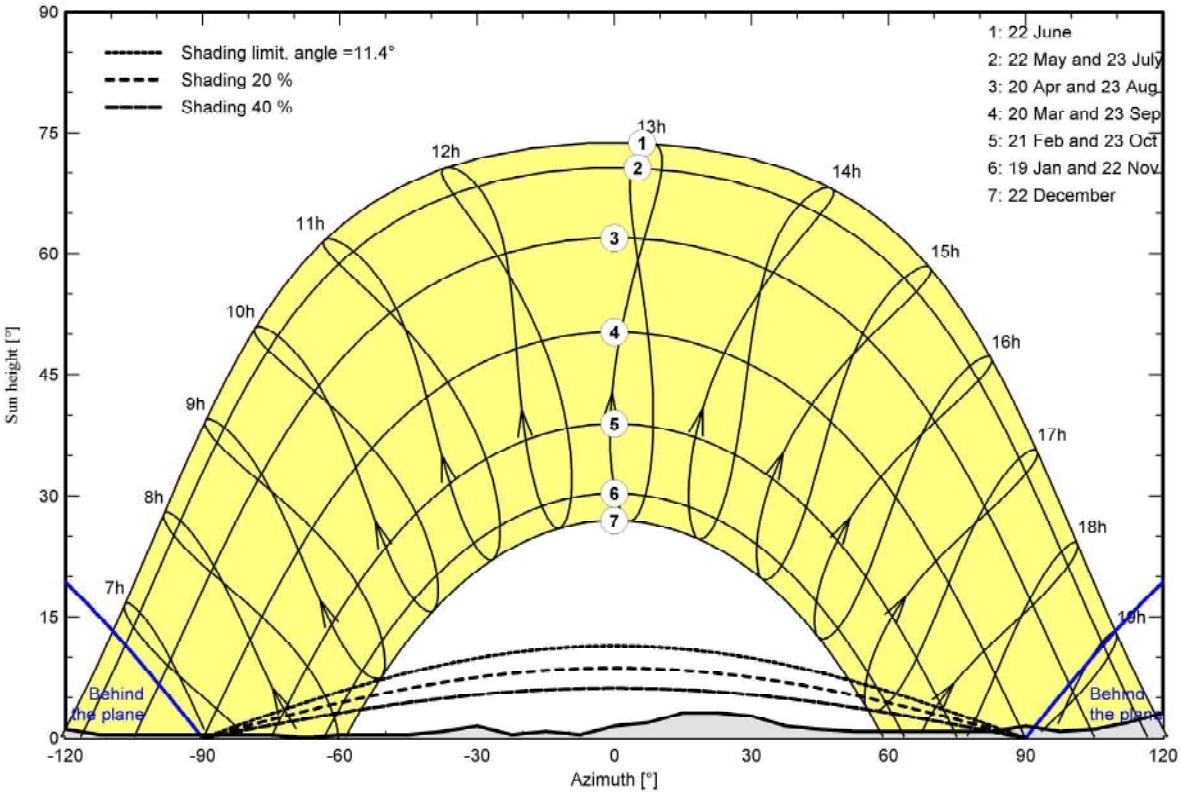
Horizon from PVGIS website API, Lat=39°39'3', Long=2°50'2', Alt=129m

Average Height	1.6 °	Albedo Factor	0.93
Diffuse Factor	0.99	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-120	-113	-75	-68	-60	-45	-38	-30
Height [°]	3.1	3.4	2.3	1.5	1.1	1.1	0.4	0.4	0.0	0.4	0.4	0.8	1.5
Azimuth [°]	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45	53	83	90
Height [°]	0.4	0.8	0.4	1.5	1.9	3.1	3.1	2.7	1.5	1.1	0.8	0.8	1.5
Azimuth [°]	98	105	113	120	128	143	150	158	165	173	180		
Height [°]	0.8	1.1	1.9	3.1	3.1	3.8	3.4	3.4	3.8	3.4	3.1		

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

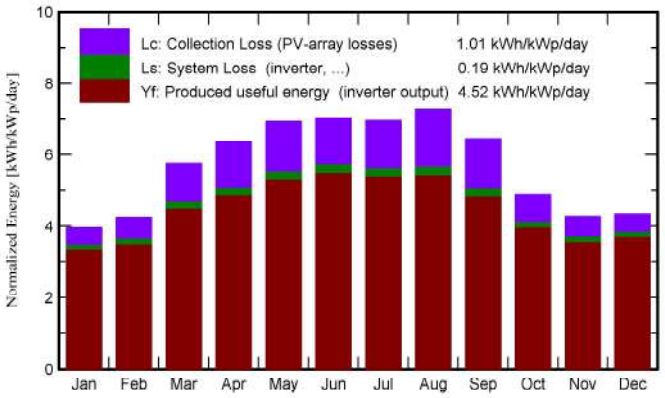


Main results

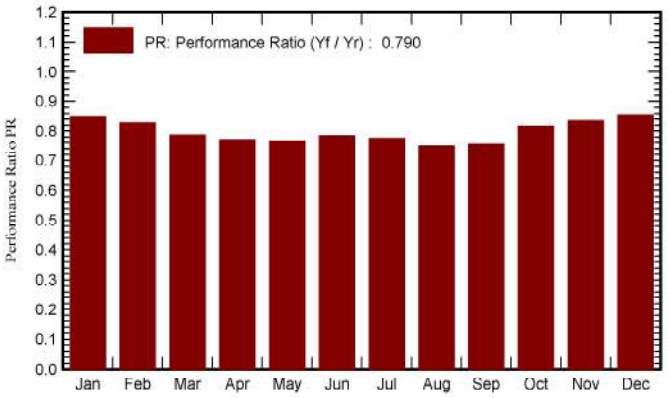
System Production

Produced Energy	2003006 kVAh/year	Specific production	1648 kWh/kWp/year
Apparent energy	2114234 kVAh/year	Performance Ratio PR	79.02 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

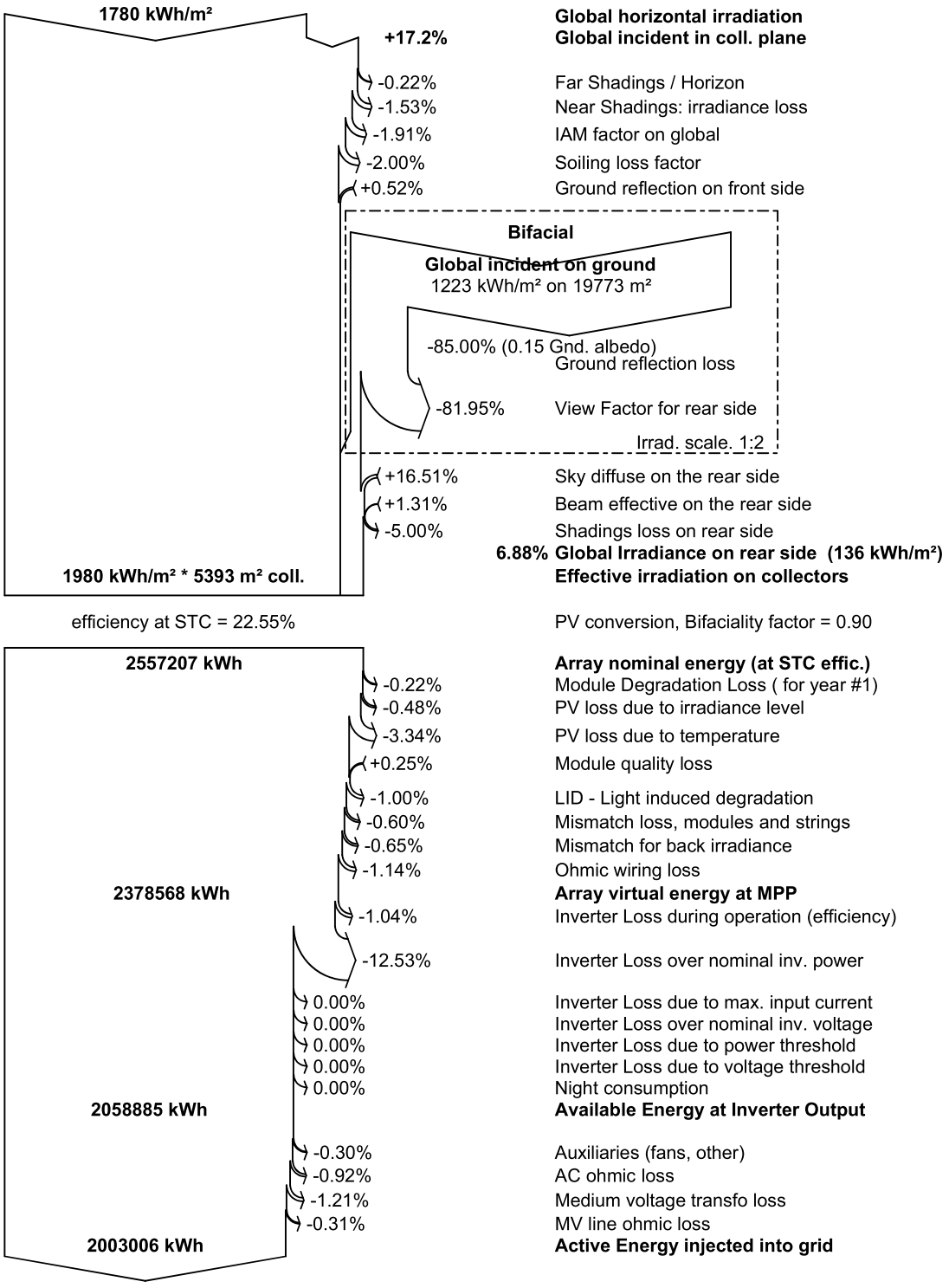
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	71.2	29.32	10.13	122.6	117.1	132020	126613	0.850
February	81.9	36.35	9.26	119.0	113.2	124592	119555	0.827
March	139.6	53.51	12.38	178.4	169.6	177754	170447	0.786
April	174.3	61.93	15.44	190.2	180.2	185965	178339	0.772
May	221.1	63.25	20.59	215.2	203.4	208986	200441	0.766
June	228.7	73.36	24.20	211.2	199.1	209616	201123	0.784
July	228.7	69.54	26.77	216.0	204.0	212404	203734	0.776
August	215.1	57.10	26.19	225.7	213.9	214175	205300	0.749
September	159.5	50.55	23.95	193.5	183.9	185135	177433	0.754
October	109.5	45.93	19.04	151.5	144.4	156717	150305	0.816
November	78.0	31.02	16.36	128.1	122.4	135534	129975	0.835
December	72.0	26.38	13.23	134.5	128.9	145719	139741	0.855
Year	1779.8	598.25	18.18	2085.9	1980.2	2088616	2003006	0.790

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

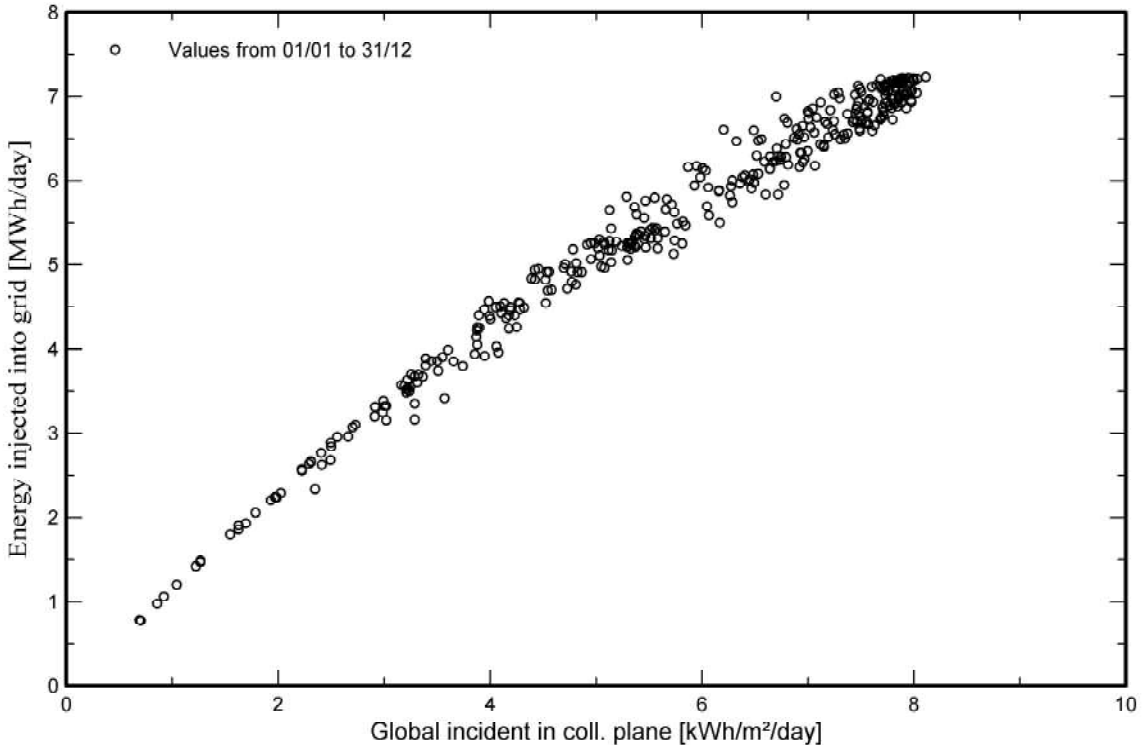
PVsyst V7.3.1
VC0, Simulation date:
26/03/24 11:25
with v7.3.1

Loss diagram

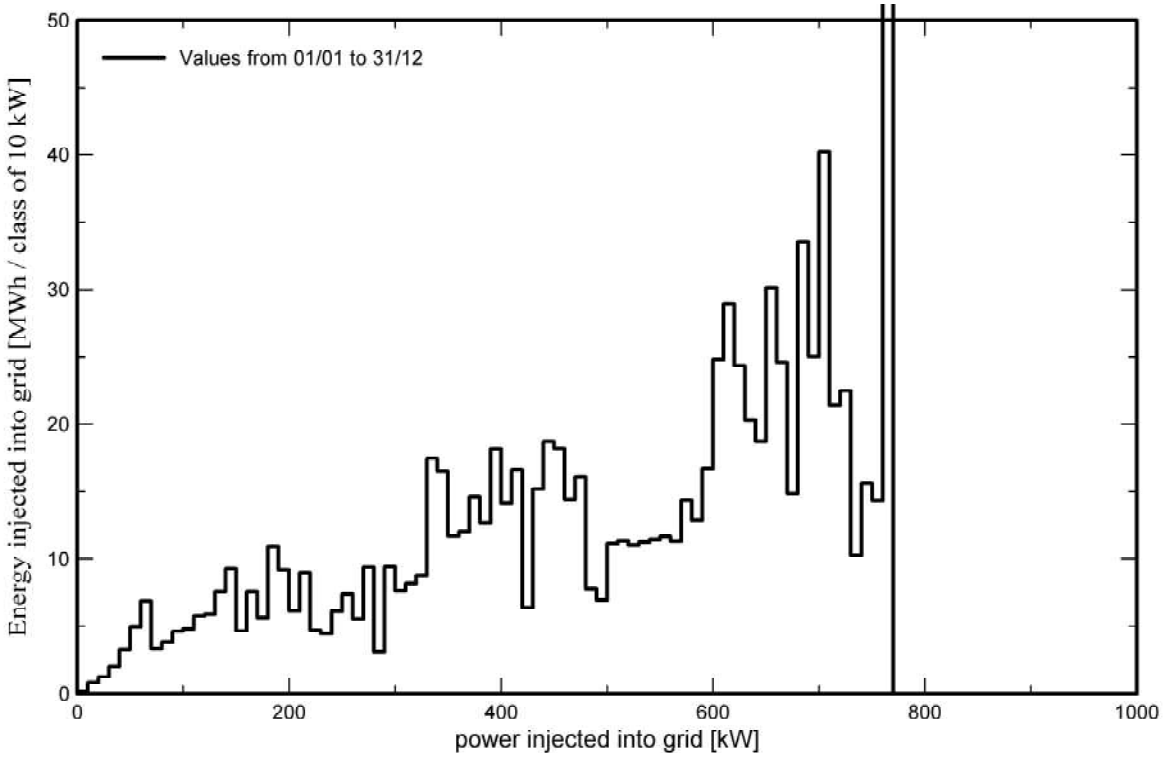


Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria

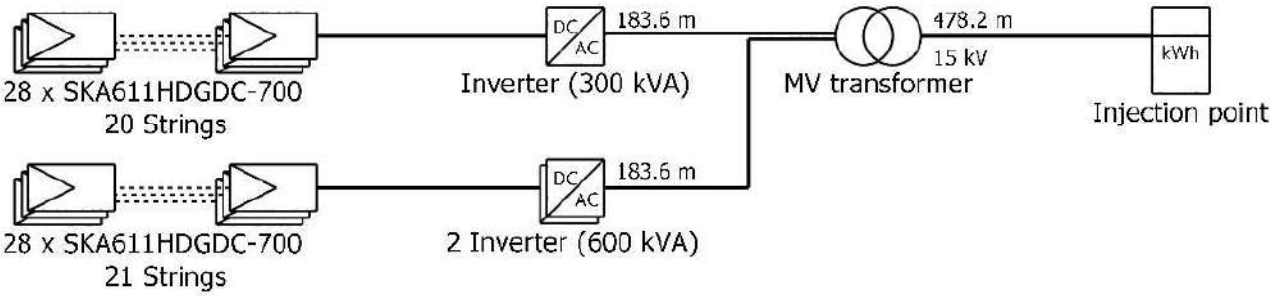


Distribución de potencia de salida del sistema



Single-line diagram

PVsyst V7.3.1
VC0, Simulation date:
26/03/24 11:25
with v7.3.1



PV module	SKA611HDGDC-700
Inverter	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
String	28 x SKA611HDGDC-700

	PSFV SANTA MARIA	
	VC0 : Proyecto PSFV SMARIA	26/03/24

ANEXO 2: “RESULTADO CÁLCULO CABLES BT/MT”

DARGON energy	**PROYECTO** PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN	**REV** 0
	ALCANCE AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS	**FECHA** 02/04/2024
	DOCUMENTO RESULTADOS CALCULO DE CABLES BT/MT	**PÁGINA** 1

TABLA CC.BT (POR 1 INVERSOR)

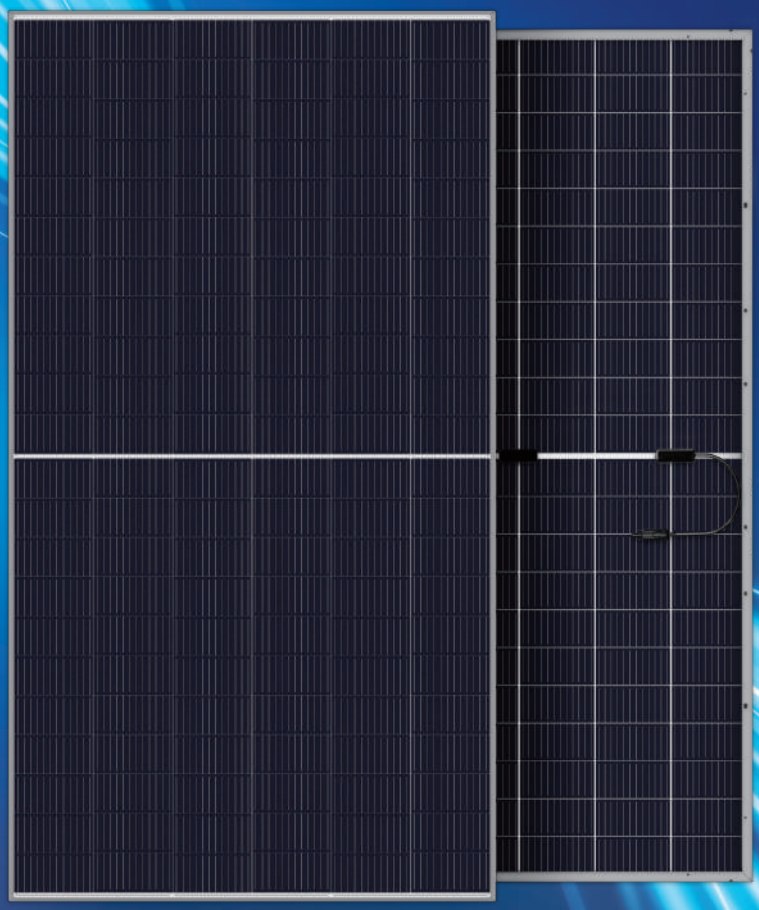
INICIO (SPR CT.CSF.INV.STR.NIQ)	FIN (INV-CT.CSF.INV)	ID NGRUPO TRAMO	LONGITUD CABLE ST (Ctal)	CODIFICACIÓN	DENOMINACIÓN	SISTEMA	MATERIAL	AISLAMIENTO	TENSIÓN AISLAMIENTO CC	TENSIÓN AISLAMIENTO CA	SECCIÓN	CABLES / FASE	NORMA DE CÁLCULO	DISPOSICIÓN	TIPO DE INSTALACIÓN	SEPARACIÓN CIRCUITOS COMPARTIDOS	CIRCUITOS COMPARTIDOS	DISPOSICIÓN EN INSTALACIÓN AL AIRE	CIRCUITO DIMENSIONADO (SI/NO CIRCUITO / TUBO)	Ib CABLE	Iz CIRCUITO	K1	K2	K3	K4	ST	Ib CORREGIDA	I NOMINAL	I MÁXIMA	I^CABLE	CHECK	I NOMINAL (Pdiss Max/Min)	TENSIÓN (Vmpp)	POTENCIA	K ISEC	K Iº^CABLE	X	$COS\varphi_2$	PÉRDIDAS CAÍDA DE TENSIÓN		P PÉRDIDAS EFECTO JOULE	FUSIBLE
		[m]	[m]								[mm2]					INSTALACIÓN (MAS DISPUESTAS POR TRAMO)								[A]	[A]		[T1]		[K in %]							

ANEXO 3: “DATASHEETS EQUIPOS PLANTA”

AKCOME

AK iPower

N-Type HJT Module



680-700W

SKA611HDGDC

HJT MBB Half-cut Bifacial Dual-Glass Module

N-type HJT technology for lower LCOE

The lower temperature coefficient and better low irradiance performance of HJT technology can effectively reduce LCOE.

Fire class A, harsh environment adaptability

The back of the dual-glass module adopts high transparent glass, which can adapt to all kinds of harsh environment, and the fire rating can reach Class A.

30-year power warranty

The average life of dual-glass modules is 30 years, 5 years longer than that of single-glass modules.

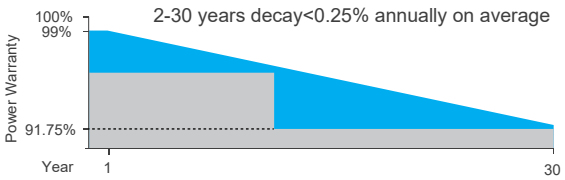
Double-sided power generation, higher income

The dual-glass module has a bifaciality up to 90% and a power generation gain of 7%-30% on the back side.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

15 years — Product warranty on materials and workmanship

30 years — Linear power output warranty



CERTIFICATES

ISO 9001: 2015
Quality Management System

ISO 14001: 2015
Environmental Management System

IEC 61215 / IEC 61730

ISO 45001 : 2018
Occupational Health & Safety Managemnet System

*Certification requirements vary in different markets, please consult with Akcome Optronics sales team for appropriate certification.

680-700W

HJT MBB Half-cut Bifacial
Dual-Glass Module

ELECTRICAL PARAMETERS @ STC

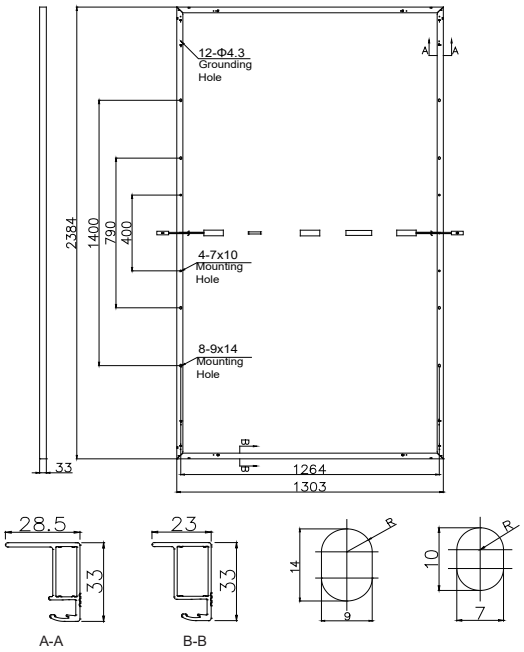
Max. Power Output Pmax (W)	680	685	690	695	700
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%
Max. Power Voltage Vmp (V)	42.08	42.32	42.55	42.77	43.00
Max. Power Current Imp (A)	16.16	16.19	16.22	16.25	16.28
Open Circuit Voltage Voc (V)	49.51	49.71	49.91	50.11	50.31
Short Circuit Current Isc (A)	17.13	17.15	17.17	17.19	17.21
Module Efficiency (%)	21.89	22.06	22.22	22.37	22.54

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m² , Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5
*Measurement Tolerance (±3.0%)

Integrated Power @ STC (Refrence to 690W front)

Power Gains	5%	10%	15%	20%	25%
Max. Power Output Pmax (W)	725	759	792	826	861
Max. Power Voltage Vmp (V)	42.55	42.55	42.45	42.45	42.45
Max. Power Current Imp (A)	17.03	17.84	18.65	19.46	20.28
Open Circuit Voltage Voc (V)	49.91	49.91	50.01	50.01	50.01
Short Circuit Current Isc (A)	18.03	18.89	19.75	20.60	21.46

ASSEMBLY DRAWING (Unit:mm)

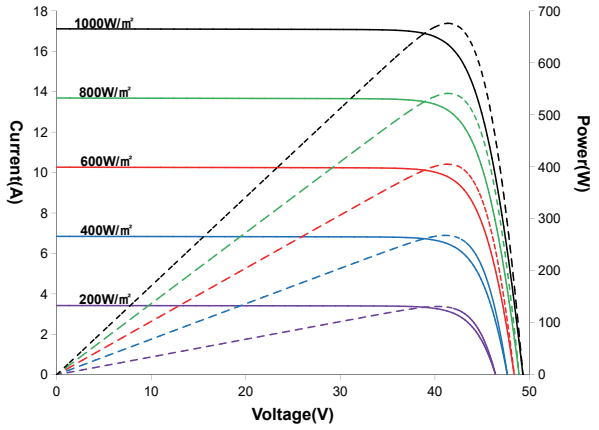


TEMPERATURE COEFFICIENTS

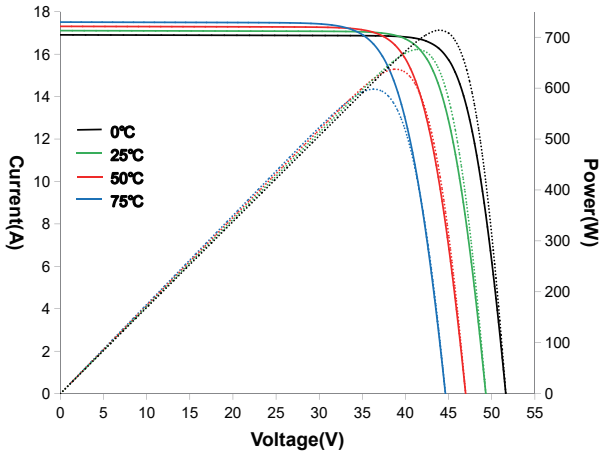
Temperature Coefficients of Pmp	-0.24%/ °C
Temperature Coefficients of Voc	-0.22%/ °C
Temperature Coefficients of Isc	+0.047%/ °C

I-V CURVES

Test temperature 25℃



Irradiance: AM1.5, 1000W/m²



MECHANICAL PARAMETERS

Cell Type	HJT 210x105mm
Number of Cells	132pcs(6x22)
Dimensions (L*W*H)	2384x1303x33mm
Weight	38.3kg
Frame	Anodised Aluminum
Junction Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable, Length	4.0mm² , 300mm

OPERATING CONDITION

Maximum System Voltage(V)	1500(DC)
Operating Temperature(°C)	-40~+85
Max. Wind Load / Snow Load(Pa)	2400/5400
Max. Series Fuse Rating(A)	35
Fire Rating	Class A
Bifaciality	90±5%
NOCT	45°C

PACKAGE INFORMATION

Container 40'HQ	594pcs
Quantity / Pallet	33pcs
Package size: 1310×1100×2520mm;	Net weight: 1263.9kg; Gross weight: 1307.4kg

Ver: 20221225-1

Tel: 400-101-7000 Email: modulesales@akcome.com www.akcome.com

All Rights Reserved @ Akcome Optronics Science & Technology Co., Ltd. , Any changes, Please take the latest version.

SUN2000-330KTL-H1

Smart String Inverter



Max. Efficiency ≥99.0%

Smart Self Clean Fan

Smart DC Connector Temperature Detect

Smart String Level Disconnection

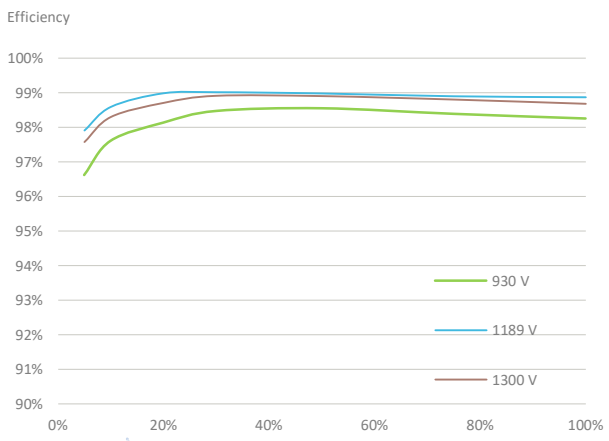
28 High Accuracy String Current Detect

Support IV diagnosis

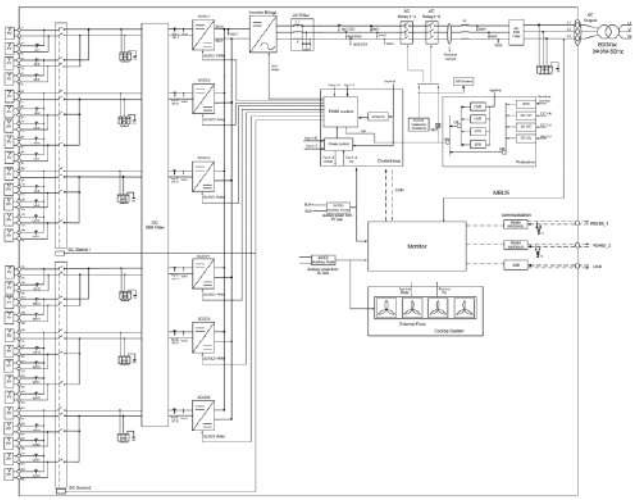
IP 66 protection

Surge Arresters for DC & AC

Efficiency Curve



Circuit Diagram



SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosϕ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnector(SSLD)	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
AC Grounding Fault Protection	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)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 ℃ ~ 60 ℃
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless

Smart & digital grids | Green generation & storage | Green mobility | Sustainable buildings & infrastructures

ormazabal
velatia

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

pfu gama basic

Centros de transformación prefabricados de hormigón, de superficie y maniobra interior



La familia de centros de transformación prefabricados monobloque pfu ofrece una amplia gama de configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de media tensión.

Aplicaciones

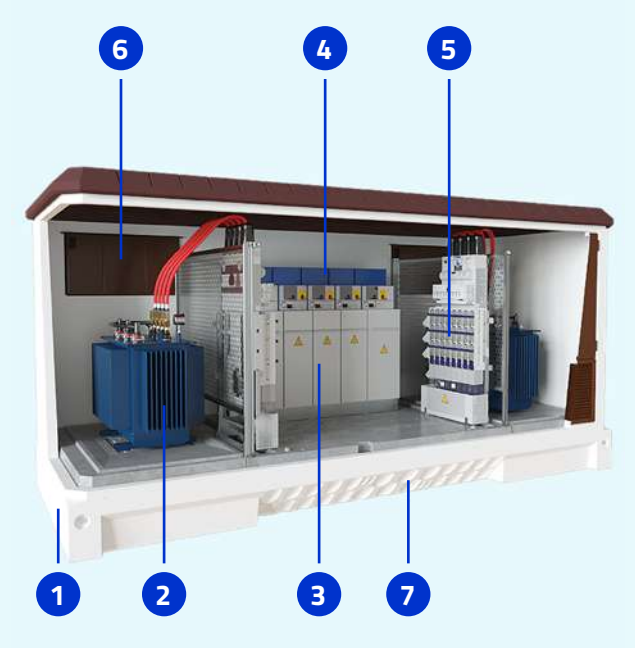
- Centros de transformación para distribución pública
- Centros de medida en media tensión
- Centros de reparto
- Subestaciones compactas en media tensión
- Centros de control de subestaciones

Características generales

Diseño general	Envolvente monobloque prefabricada de hormigón armado con cubierta amovible
Aparamenta de media tensión	Celdas Ormazabal de hasta 40,5 kV
Transformador	Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido hasta 40,5 kV y 1250 kVA* de potencia unitaria
Aparamenta de baja tensión	Cuadros de BT de hasta 8 salidas por cuadro
Unidades de protección, control y medida de Ormazabal	Telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.
Conexiones	Interconexiones directas por cable MT y BT
Puesta a tierra	Circuito de puesta a tierra
Conexiones auxiliares	Circuito de alumbrado y servicios auxiliares
Profundidad de excavación**	Entre 460 y 600 mm, en función de las características resistentes del terreno.
Normativa	IEC 62271-202 Bajo demanda: Normas particulares de Compañía Eléctrica. Reglamentaciones locales vigentes.

* Para otras configuraciones y/o valores consultar con Ormazabal.
** Para más detalles, consultar con Ormazabal.

Diseño



Ejemplo de esquema correspondiente a una configuración pfu-5 con 2 transformadores.

1. Envolvente pfu gama basic
2. Transformadores de distribución
3. Aparamenta de media tensión
4. Unidades de protección, control y medida
5. Cuadros de baja tensión
6. Rejillas de ventilación
   - Para transformadores de más de 1000 kVA de potencia se añaden rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral
7. Pasos de cables

Gama de producto

Gracias a la modularidad de los medios de producción, es posible fabricar tanto variantes monobloque de dimensiones predefinidas, como variantes combinadas de dimensiones ampliadas.

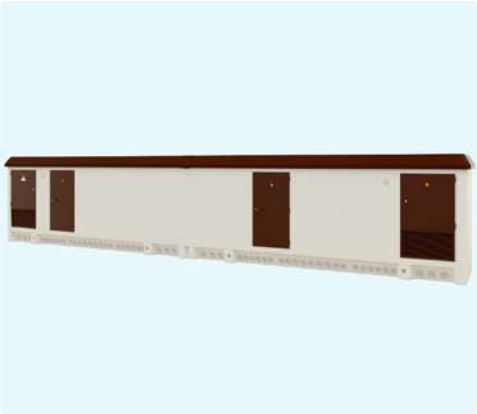
Se muestran a continuación, algunos ejemplos :

pfu-3



- Sin o hasta 1 transformador

pfu-77



- 2 transformadores y 2 puertas de acceso
- Combinación de 2 envolventes pfu-7

Dimensiones exteriores y pesos

Variantes de dimensiones predefinidas

Envolventes monobloque de superficie y maniobra interior en cuatro diferentes tamaños que cubren las principales configuraciones de las redes para distribución secundaria.

- Anchura de cubierta 2500:

			pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7
Longitud*	**[mm]**		3280	4460	6080	8080
Anchura*	**[mm]**		2380	2380	2380	2380
Altura	**[mm]**	Cubierta estándar	3045	3045	3045	-
		Cubierta sobreelevada	3240	3240	3240	3240
Altura visible	**[mm]**	Cubierta estándar	2585	2585	2585	-
		Cubierta sobreelevada	2780	2780	2780	2790
Peso**	**[kg]**		10545	13465	17460	29090

* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.
** Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

- Anchura de cubierta 2720:

		pfu-7/27***
Longitud*	**[mm]**	7350
Anchura*	**[mm]**	2550
Altura	**[mm]**	3150
Altura visible	**[mm]**	2630
Peso**	**[kg]**	27000

* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 170 mm a ambas dimensiones.
** Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.
*** Consultar disponibilidad con Ormazabal.

Variantes de dimensiones ampliadas

Envolventes conformadas por combinaciones de elementos monobloque, especialmente dirigidas a aplicaciones que requieren mayor espacio interior.

		pfu-44	pfu-45	pfu-54	pfu-55	pfu-77
Longitud*	**[mm]**	8920	10 540	10 540	12 160	16 160
Anchura*	**[mm]**	2380	2380	2380	2380	2380
Altura	**[mm]**	3240	3240	3240	3240	3240
Altura visible	**[mm]**	2740	2740	2740	2740	2790
Peso**	**[kg]**	26930	30925	30925	34920	58180

* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.
** Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

NOTA: Este documento contiene datos orientativos. Para más información, consultar con Ormazabal.

HARMOHNY® Class

XZ1 (S) Al - Libre de halógenos 0,6/1 kV

CPR E_{ca}

class HARMOHNY

NORMAS

CONSTRUCCIÓN
UNE-HD 603-5X-1

REACCIÓN AL FUEGO*
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000013
Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR
Aluminio, clase 2 según UNE-EN 60228.

2. AISLAMIENTO
Polietileno reticulado (XLPE).

3. CUBIERTA EXTERIOR
Poliolefina termoplástica (DM01) libre de halógenos.

APLICACIONES

Cables de distribución de energía de baja tensión especialmente concebido para instalaciones interiores, exteriores, entubadas y/o directamente enterradas.
Resistencia a la intemperie, al desgarro y a la abrasión.
Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento.
Temperatura máxima del conductor: +90 °C.
Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.

DESCÁRGATE LA DOP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

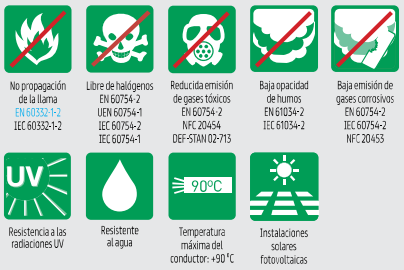
N° DoP 000013

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

- Màximo esfuerzo de tracción: 30 N/mm².
- Carga mínima de rotura (cubierta): 12,5 N/mm².
- Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta): 300%.
- Resistencia al desgarro (cubierta): 9 N/mm² (UNE HD 605-1).
- Tensión asignada ac: Uo/U = 0,6/1 kV.
- Tensión asignada en dc: 1,5/1,5 kVdc.
- Tensión máxima en ac-dc: 1,2/1,2 kVac 1,8/1,8 kVdc; EN 50618, IEC 60502-1.
- Ensayo de tensión durante 5 min (EN 50618): 6,5 kVac y 15 kVdc.
- Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X): 3,5 kV.
- Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua: AD7 (inmersión).
- Ensayo de abrasión: HD 603-1 Tabla 4C DM01.
- Resistencia a la abrasión: / Abrasion resistance: Masa aplicada: 18 kg. No de desplazamientos: 8.
- Resistencia UV: UNE HD 605 S2.
- Resistencia UV: EN 50618.
- Resistencia al ozono: EN 50618.
- Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor: 1012 Ω·cm.
- Constante de resistencia aislamiento Ki: 3,67 MΩ·cm.
- Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.
- Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.

CERTIFICACIONES

AENOR CABLE ELÉCTRICO





HARMOHNY® Class

XZ1 (S) Al - Libre de halógenos

0,6/1 kV

CPR E_{ca}

class HARMOHNY

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diametro conductor* (mm)	Espesor de aislam.* (mm)	Diá nom. aislam. (mm)	Diámetro exterior* (mm)	Radio mínimo de curvatura (posición final) (mm)	Peso aprox. (kg/km)	Intensidad máxima de corriente al aire (1)		Intensidad máxima de corriente directamente enterrado (2)			Intensidad máxima de corriente bajo tubo y enterrado (3)		Resistencia del cond. (Ω/km)	Resistencia del cond. (Ω/km)
							2 Cables (A)	3 Cables (A)	1 Cable (A)	2 Cables (A)	3 Cables (A)	2 Cables (A)	3 Cables (A)		
1x16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	140	76	64	71	59	1,910	3,82
1x25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	180	98	82	90	75	1,200	2,40
1x35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	215	117	98	108	90	0,868	1,736
1x50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	255	139	117	128	106	0,641	1,282
1x70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	312	170	144	158	130	0,443	0,886
1x95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	375	204	172	186	154	0,320	0,640
1x120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	428	233	197	211	174	0,253	0,506
1x150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	480	261	220	238	197	0,206	0,412
1x185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	544	296	250	267	220	0,164	0,328
1x240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	630	343	290	307	253	0,125	0,250
1x300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1.035	613	547	713	386	326	346	286	0,100	0,200
1x400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1.345	740	663	814	448	370	415	350	0,0778	0,156
1x500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1.660	856	770	931	510	420	470	400	0,0605	0,121
1x630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2.160	996	899	1.076	590	480	545	460	0,0469	0,094

Instalación al aire Directamente enterrada Enterrada bajo tubo

* Valores sujetos a tolerancias de fabricación.

(1) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto al aire a temperatura ambiente de 30 °C
Instalación tipo F, tabla B.52.13 de UNE-HD 60364-5-52 y IEC 60364-5-52.

(2) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto y directamente enterrados
a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W.
Según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D2.

(3) Considerando 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y enterrados bajo tubo a una profundidad de 0,7 m,
temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3
y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D1.

Secciones superiores a 300 mm², intensidades de corriente calculadas según IEC 60287.

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Libre de halógenos

1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

NORMAS

CONSTRUCCIÓN
EN 50618
IEC 62930

REACCIÓN AL FUEGO*
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
UNE-EN 50525-1; IEC 62821-1 anexo B
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000163
Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR
Cobre estañado, clase 5
según UNE-EN 60228.

2. AISLAMIENTO
Compuesto libre de halógenos reticulado.

3. CUBIERTA EXTERIOR
Compuesto libre de halógenos reticulado.
Colores rojo o negro.

APLICACIONES

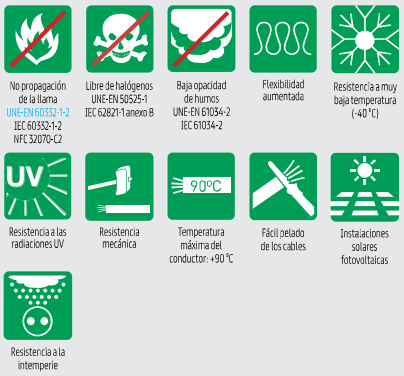
Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas (grandes plantas, edificios, industrias, naves agrícolas, para uso fijo o móvil con seguidores...).

Puede ser instalado en bandejas, conductos y equipos.

A emplear en el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo o entre paneles solares y string combiner boxes en grandes plantas de generación fotovoltaica.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C (120 °C durante 20.000 horas).

Temperatura mínima de trabajo: -40 °C.



CERTIFICACIONES



* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.

DESCÁRGATE LA DOP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

N° DoP 000163

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Libre de halógenos

1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

ENSAYOS ADICIONALES

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
Tª máxima de conductor	90 °C (120 °C, 20.000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; EN 50618 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos uva	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	AD8 (sumersión)
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según EC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab. 21.000h a 90°C y 85% de humedad para IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85 °C agua/1,8 KV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 según N 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Libre de halógenos

1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro máximo del conductor (mm) (1)	Diámetro exterior del cable (valor máximo) (mm)	Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	Radio mínimo de curvatura estático (mm)	Peso kg/km (1)	Resistencia del conductor a 20 OC (Ω/km)	Intensidad máxima admisible al aire (2) A	Intensidad máxima admisible al aire. T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (3)	Caida de tensión V/(A-km) (2)
1x1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1x2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1x4	3	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1x6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1x10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1x16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1x25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	1,59
1x35	9,2	14	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1x50	11	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1x70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	0,554
1x95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1x120	17	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1x150	19	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1x185	21	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1x240	24	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C).
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).
Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,85.

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima del conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

Características constructivas

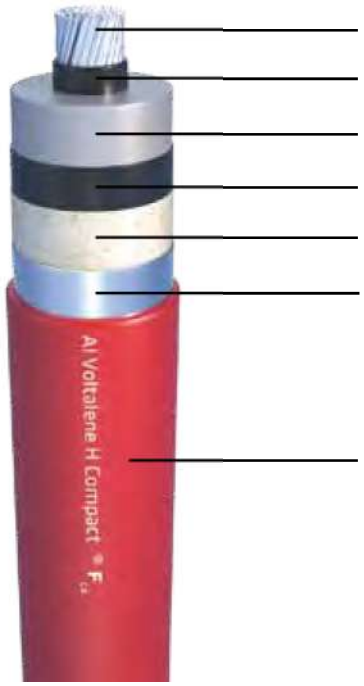
CABLE AL VOLTALENE H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR ENDESA (NUEVO DISEÑO)

Tipo: AL RH5Z1
Tensión: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma de diseño: UNE 211620

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

Composición:



1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
3 **Aislamiento:** polietileno reticulado, (XLPE).
4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío.**
5 **Protección longitudinal contra el agua:** cinta hinchante.
6 **Pantalla metálica:** cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta
7 **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

NOTA: Ver herramientas y accesorios específicos para conexionado de pantalla (páginas 140 -141).

AL VOLTALENE H COMPACT

AL RH5Z1 (NORMALIZADO POR ENDESA)



Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE 211620
Designación genérica:	AL RH5Z1

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

F_{ca} CPR

DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

Nº DoP 1003885



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).

NORMALIZADO POR ENDESA

- Temperatura de servicio: -25 °C, + 90 °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): F_{ca}.
- 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.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA
Capa extrusionada de material semiconductor.

AISLAMIENTO
Material: polietileno reticulado (XLPE).

SEMICONDUCTORA EXTERNA
Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío.**

PROTECCIÓN LONGITUDINAL CONTRA EL AGUA
Cinta hinchante semiconductora.

PANTALLA METÁLICA
Material: cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.

CUBIERTA EXTERIOR
Material: poliolefina termoplática, Z1 Vemex.
Color: rojo.

AL VOLTALENE H COMPACT

AL RH5Z1 (NORMALIZADO POR ENDESA)



Tensión asignada: **12/20 kV, 18/30 kV**
Norma diseño: **UNE 211620**
Designación genérica: **AL RH5Z1**

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) (mm^2)	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							
1 x 95 (1)	21,3	4,5	29,4	2	860	441	588
1 x 150 (1)	24,1	4,3	32,1	2	1070	482	642
1 x 240 (1)	28,2	4,3	36	2	1430	540	720
1 x 400 (1)	33,6	4,3	41,5	2	2020	623	830
18/30 kV							
1 x 95 (1)	25,7	6,4	33,6	2	1060	504	672
1 x 150 (1)	28,5	6,4	36,4	2	1300	546	728
1 x 240 (1)	32,6	6,4	40,5	2	1690	608	810
1 x 400 (1)	38	6,4	46	2	2320	690	920

(1) Secciones homologadas por las compañías de Grupo Endesa.
(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

	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)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H COMPACT

AL RH5Z1 (NORMALIZADO POR ENDESA)



Tensión asignada: **12/20 kV, 18/30 kV**
Norma diseño: **UNE 211620**
Designación genérica: **AL RH5Z1**

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) (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 95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1 x 150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1 x 240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1 x 400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV.
(2) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV.
(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resisitividad térmica 1,5 K·m/W.
(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C) (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (90 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD µF/km	
12/20 kV	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 95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1 x 150/16 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1 x 240/16 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1 x 400/16 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV.
(2) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV.

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al tresbolillo.

ENERGY® Class

RV-K / FXV - Estándar de PVC 0,6/1 kV

NORMAS

CONSTRUCCIÓN
UNE 21123-2
IEC 60502-1

REACCIÓN AL FUEGO*
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

CLASIFICACIÓN CPR

ENERGY® RV-K
DOP 000006
Clase E_{ca}

ENERGY® RV-K SECTORFLEX
DOP 000007
Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR
Cobre, clase 5 según UNE-EN 60228.
Sectorial para secciones de 50 mm² y superiores de 2,3 o 4 conductores (solución Sectorflex®).

2. AISLAMIENTO
Polietileno reticulado (XLPE) según HD 603-1.
Identificación por color.

3. CUBIERTA EXTERIOR
Policloruro de vinilo (PVC) tipo DMV-18 según HD 603-1.

APLICACIONES

Cable flexible de distribución de energía y control diseñado para instalaciones fijas.

Fabricado con conductores flexibles para facilitar la instalación.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C.
Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

CERTIFICACIÓN

AENOR CABLE ELÉCTRICO





* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.

DESCÁRGATE LA DOP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

N° DoP 000006
000007

ENERGY® Class

RV-K / FXV - Estándar de PVC

0,6/1 kV

CPR E_{ca}

class energy

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad admisible al aire (1) (A)	Intensidad admisible enterrado (2) (A)	Caída de tensión cos Φ= 0,8 (V/A.km)
1x1,5	5,7	45	25	21	21	27,31
1x2,5	6,1	60	25	30	27,5	14,24
1x4	6,7	75	30	40	35	8,873
1x6	7,2	95	30	52	44	5,950
1x10	8,2	140	35	72	58	3,484
1x16	9,2	195	40	97	75	2,240
1x25	10,8	285	45	122	96	1,476
1x35	11,9	380	50	153	117	1,073
1x50	13,5	520	55	188	138	0,773
1x70	15,6	715	65	243	170	0,568
1x95	17,4	925	70	298	202	0,449
1x120	19,4	1165	80	350	230	0,368
1x150	21,4	1440	90	401	260	0,311
1x185	23,3	1740	95	460	291	0,270
1x240	26,6	2295	135	545	336	0,223
1x300	30,2	2895	155	630	380	0,193
1x400	34,8	3930	175	749	430	0,164
1x500	39,1	5015	200	861	483	0,146
1x630	43,7	6585	220	990	552	0,128

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→XLPE3 con instalación tipo F columna 11 (1x trifásica).
→XLPE2 con instalación tipo E columna 12 (2x, 3G monofásica).
→XLPE3 con instalación tipo E columna 10b (3x trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo (25 °C) con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
→XLPE3 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 1x, 3x trifásica.
→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

ENERGY® Class

RV-K / FXV - Estándar de PVC

0,6/1 kV

CPR E_{ca}

class energy

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad admisible al aire (1) (A)	Intensidad admisible enterrado (2) (A)	Caída de tensión cos Φ= 0,8 (V/A.km)
2x1,5	8,6	100	35	23	24	27,26
2x2,5	9,4	130	40	32	32	16,40
2x4	10,5	175	45	44	42	10,21
2x6	11,6	225	50	57	53	6,835
2x10	13,5	330	55	78	70	3,993
2x16	15,5	470	65	104	91	2,561
2x25	18,8	705	75	135	116	1,684
2x35	21,2	950	85	168	140	1,221
2x50*	21,3	1160	85	204	166	0,876
2x70*	24,7	1600	100	263	204	0,642
2x95*	27,7	2080	140	320	241	0,506
2x120*	31,3	2645	160	373	275	0,413
2x150*	34,5	3260	175	430	311	0,349
2x185*	37,8	3955	190	493	348	0,303
2x240*	43,3	5225	220	583	402	0,248
3G1,5	9,0	115	40	23	24	27,26
3G2,5	9,9	155	40	32	32	16,40
3G4	11,1	210	45	44	42	10,21
3G6	12,3	275	50	57	53	6,835
3G10	14,3	420	60	78	70	3,993
3G16	16,5	605	70	104	91	2,561
3x25	20,0	910	80	115	96	1,458
3x35	22,7	1230	95	143	117	1,057
3x50*	24,9	1555	100	174	138	0,759
3x70*	29,2	2170	150	223	170	0,556
3x95*	32,5	2805	165	271	202	0,438
3x120*	36,7	3565	185	314	230	0,358
3x150*	40,6	4420	205	359	260	0,302
3x185*	44,3	5340	225	409	291	0,262
3x240*	50,8	7055	305	489	336	0,215
3x300*	57,9	8915	350	549	380	0,186

*Versión Energy Class Sectorflex.

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→XLPE3 con instalación tipo F columna 11 (1x trifásica).
→XLPE2 con instalación tipo E columna 12 (2x, 3G monofásica).
→XLPE3 con instalación tipo E columna 10b (3x trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo (25 °C)
con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
→XLPE3 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 1x, 3x trifásica.
→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52; IEC 60364-5-52.

ENERGY® Class

RV-K / FXV - Estándar de PVC

0,6/1 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad admisible al aire (1) (A)	Intensidad admisible enterrado (2) (A)	Caída de tensión cos Φ= 0,8 (V/A.km)
4G1,5	9,9	140	40	20	21	23,61
4G2,5	10,9	190	45	28	27,5	14,20
4G4	12,2	255	50	38	35	8,839
4G6	13,5	345	55	49	44	5,919
4G10	15,8	530	65	68	58	3,458
4x16	18,3	765	75	91	75	2,218
4x25	22,4	1165	90	115	96	1,458
4x35	25,1	1570	125	143	117	1,057
4x50*	27,5	2075	140	174	138	0,759
4x70*	32,3	2900	165	223	170	0,556
4x95*	35,6	3735	180	271	202	0,438
4x120*	40,5	4775	205	314	230	0,358
4x150*	44,6	5895	225	359	260	0,302
4x185*	49,2	7190	250	409	291	0,262
4x240*	56,4	9495	340	489	336	0,215
4x300*	64,2	12010	385	549	380	0,186
5G1,5	10,8	170	45	20	21	23,61
5G2,5	11,9	230	50	28	27,5	14,20
5G4	13,4	315	55	38	35	8,839
5G6	14,9	425	60	49	44	5,919
5G10	17,5	650	70	68	58	3,458
5G16	20,2	935	85	91	75	2,218
5G25	24,8	1415	100	115	96	1,458
5G35	27,8	1915	140	143	117	1,057
5G50	32,5	2685	165	174	138	0,759
5G70	39,4	4050	200	223	170	0,556
5G95	44,2	5265	225	271	202	0,438
5G120	50,0	6705	300	314	230	0,358
5G150	55,3	8295	335	359	260	0,302

*Versión Energy Class Sectorflex.

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→XLPE3 con instalación tipo E columna 10b (4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo (25 °C)
con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
→XLPE3 con instalación tipo D1/D2 (Cu) 4G, 4x, 5G trifásica.

Según UNE-HD 60364-5-52; IEC 60364-5-52.

PLANOS

[PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN]

EMISION DEL DOCUMENTO					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	20/03/24	INICIAL	IMA	JTS	FOG

ÍNDICE GENERAL

PLANO 1: SITUACIÓN

PLANO 2: AFECCIONES

PLANO 3: APTITUD FOTOVOLTAICA

PLANO 4: ESQUEMA UNIFILAR

PLANO 5: LAYOUT GENERAL

PLANO 6: CURVAS DE NIVEL

PLANO 7: ANALISIS DE PENDIENTES

PLANO 8: ELEVACIONES

PLANO 9: VALLADO

PLANO 10: CATASTRO

PLANO 11: BARRERA VEGETAL

PLANO 12: DETALLE DE CAMINOS

PLANO 13: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANO 14: CPM

PLANO 15: DETALLE PUESTA A TIERRA CT/CPM

PLANO 16: LAYOUT (BT / MT / SSAA / CCTV / TELECOMUNICACIONES / PAT)

PLANO 17: LAYOUT ZANJAS

PLANO 18: DETALLE DE ZANJAS

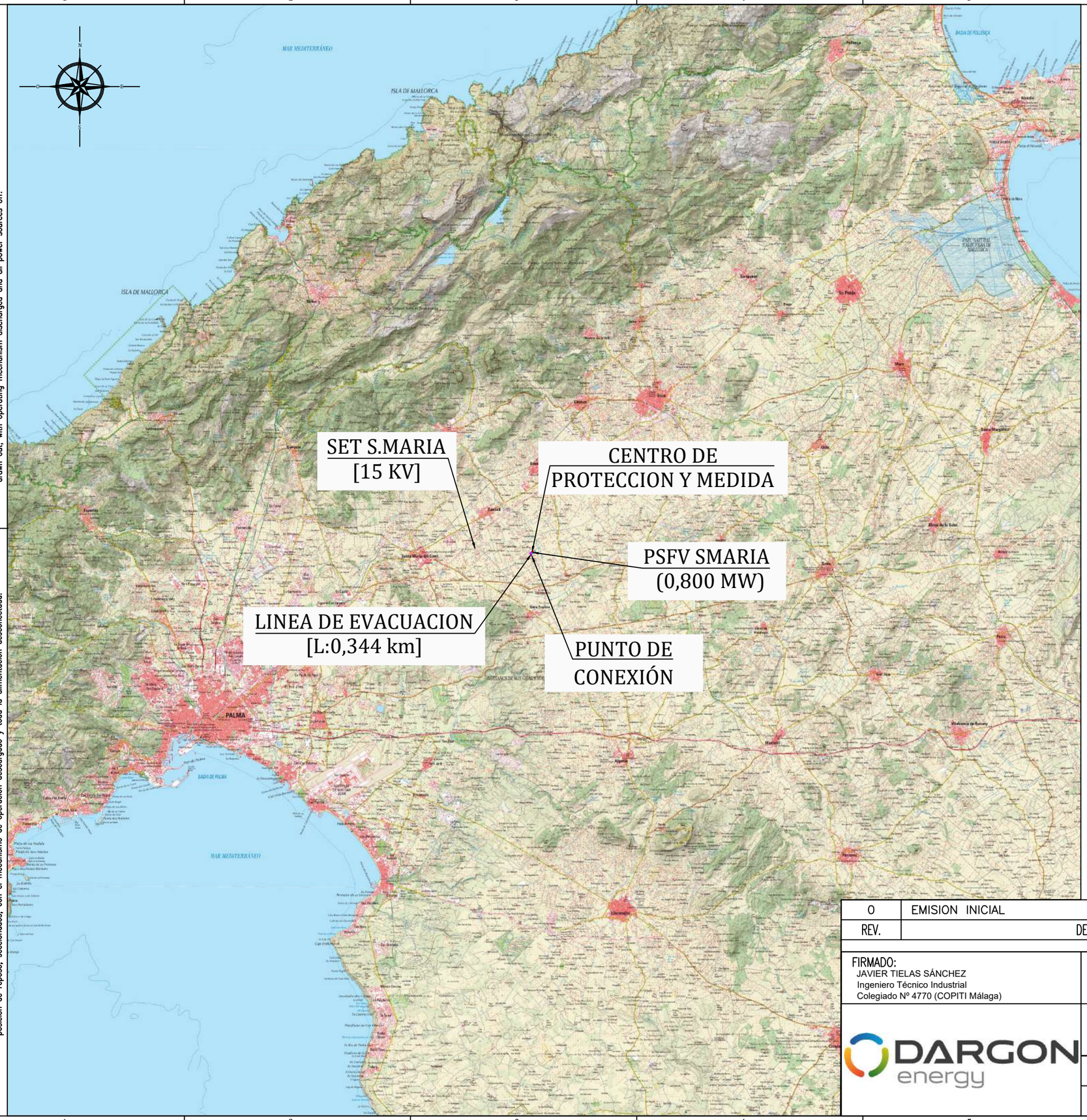
PLANO 19: CASETA DE CONTROL

PLANO 20: DETALLE CRUCES

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



COORDENADAS UTM (ETRS89)

	X (m)	Y (m)	Z (m)	ZONA
CENTRO GEOMETRICO PROYECTO	486.251,493	4.389.066,837	116	31
CENTRO GEOMETRICO CENTRO DE MEDIDA	486.220,191	4.389.110,251	116	31
UBICACION PUNTO DE CONEXION	486.215,787	4.388.880,726	114	31
UBICACION SUBESTACION DE CONEXION	483.353,697	4.389.293,726	125	31



SITUACION
S/E

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: SITUACION GENERAL

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:200.000

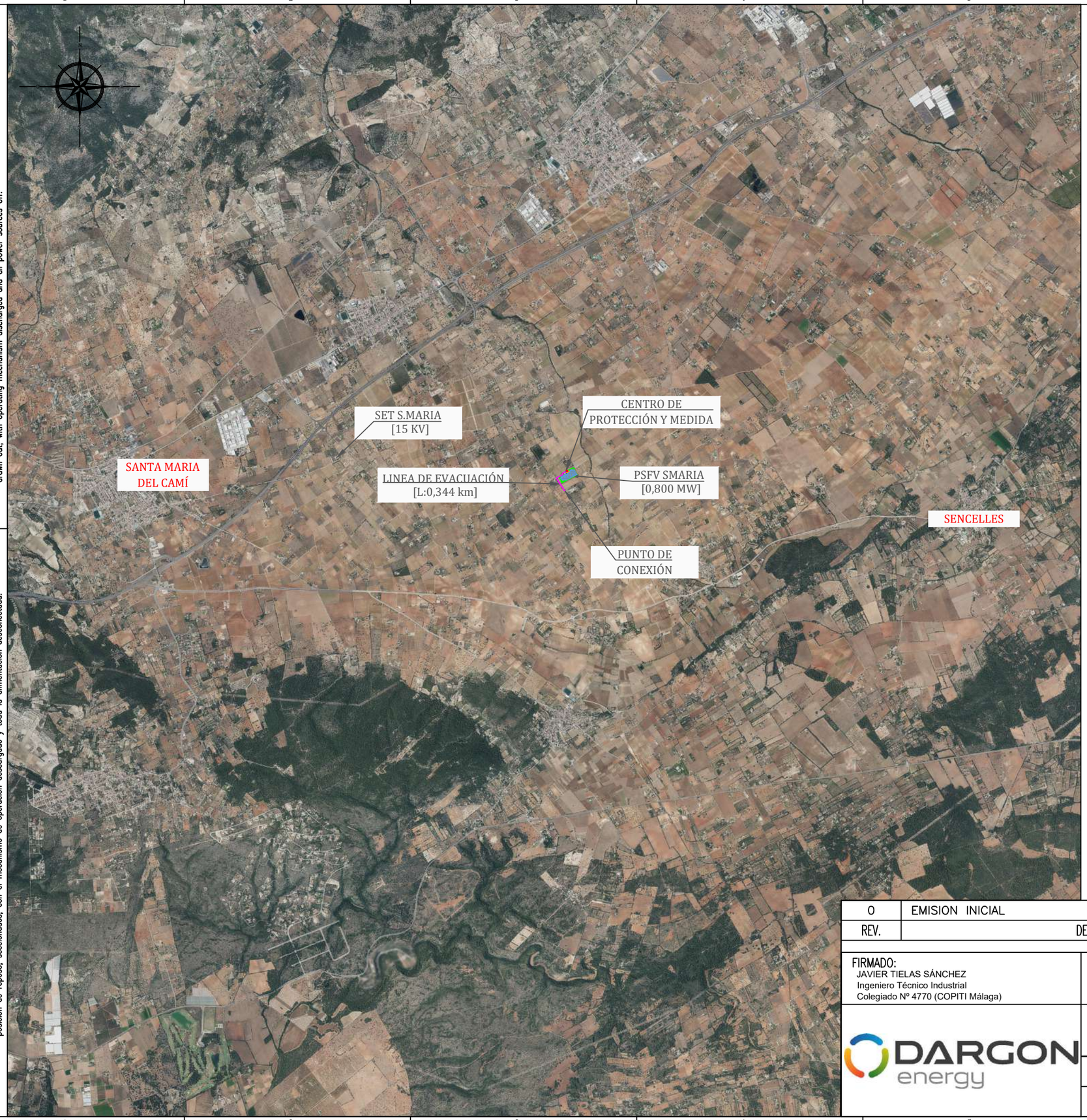
HOJA 02 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



COORDENADAS UTM (ETRS89)

	X (m)	Y (m)	Z (m)	ZONA
CENTRO GEOMETRICO PROYECTO	486.251,493	4.389.066,837	116	31
CENTRO GEOMETRICO CENTRO DE MEDIDA	486.220,191	4.389.110,251	116	31
UBICACION PUNTO DE CONEXION	486.215,787	4.388.880,726	114	31
UBICACION SUBESTACION DE CONEXION	483.353,697	4.389.293,726	125	31



SITUACION
S/E

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: SITUACION PARTICULAR

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION	ESCALA	
A	1:50.000	HOJA 01 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA - AFECCIONES	
AFECCIONES EXISTENTES	PROYECTO ACTUAL

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CONTROL — CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: AFECCIONES–PARQUE

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

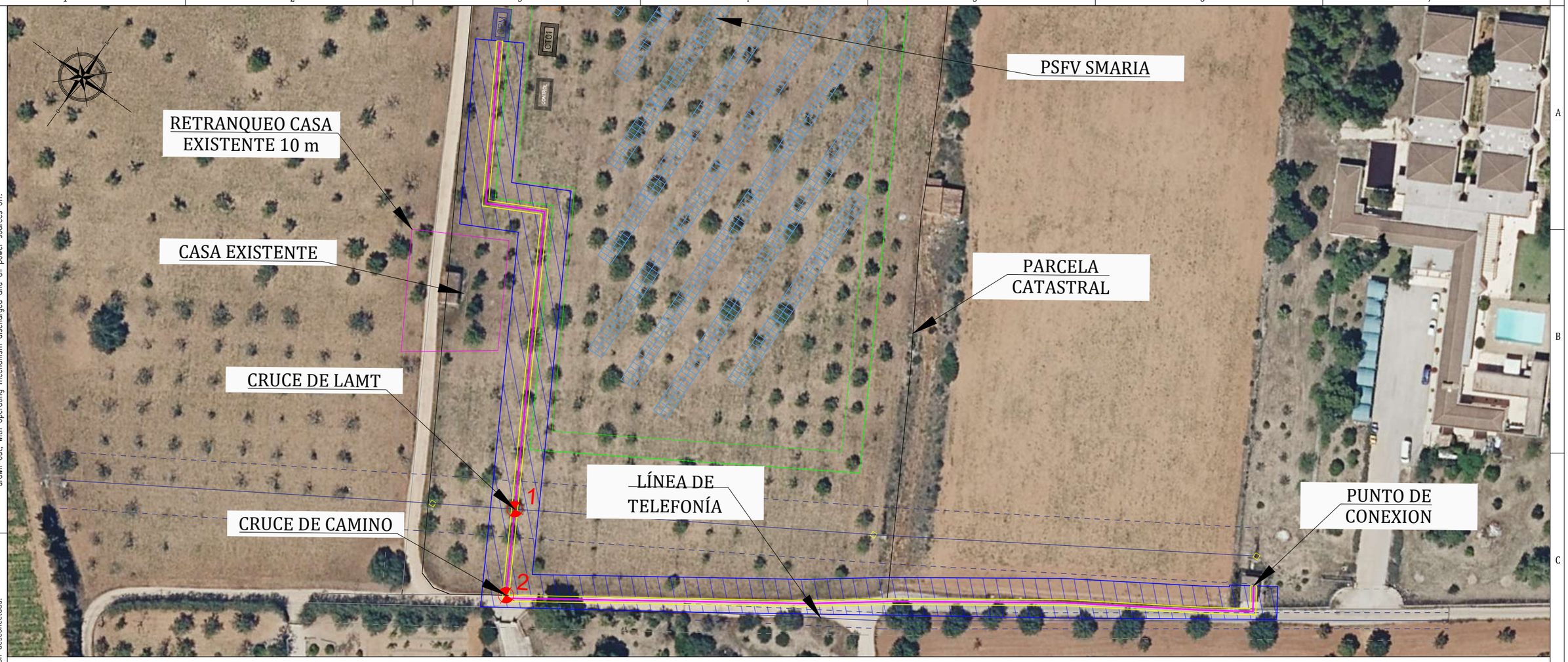
REVISION	ESCALA	
A	1:4.000	HOJA 01 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA

- LINEA DE EVACUACION
- SERVIDUMBRE PERMANENTE (1,5 m)
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

PUNTO	CRUCE	X (ETRS89 / UTM zone 31N)	Y (ETRS89 / UTM zone 31N)	ORGANISMO AFECTADO
1	CRUCE DE LAMT	486 122,251	4.389.040,224	E-DISTRIBUCION
2	CRUCE DE CAMINO	486 103,320	4.389.030,066	CONSELL DE MALLORCA DEPARTAMENTO DE TERRITORIO, MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURA

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CONTROL — CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: AFECCIONES–LINEA

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1000

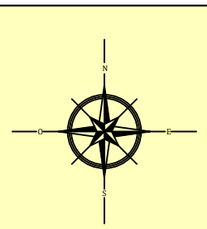
HOJA 02 de 02

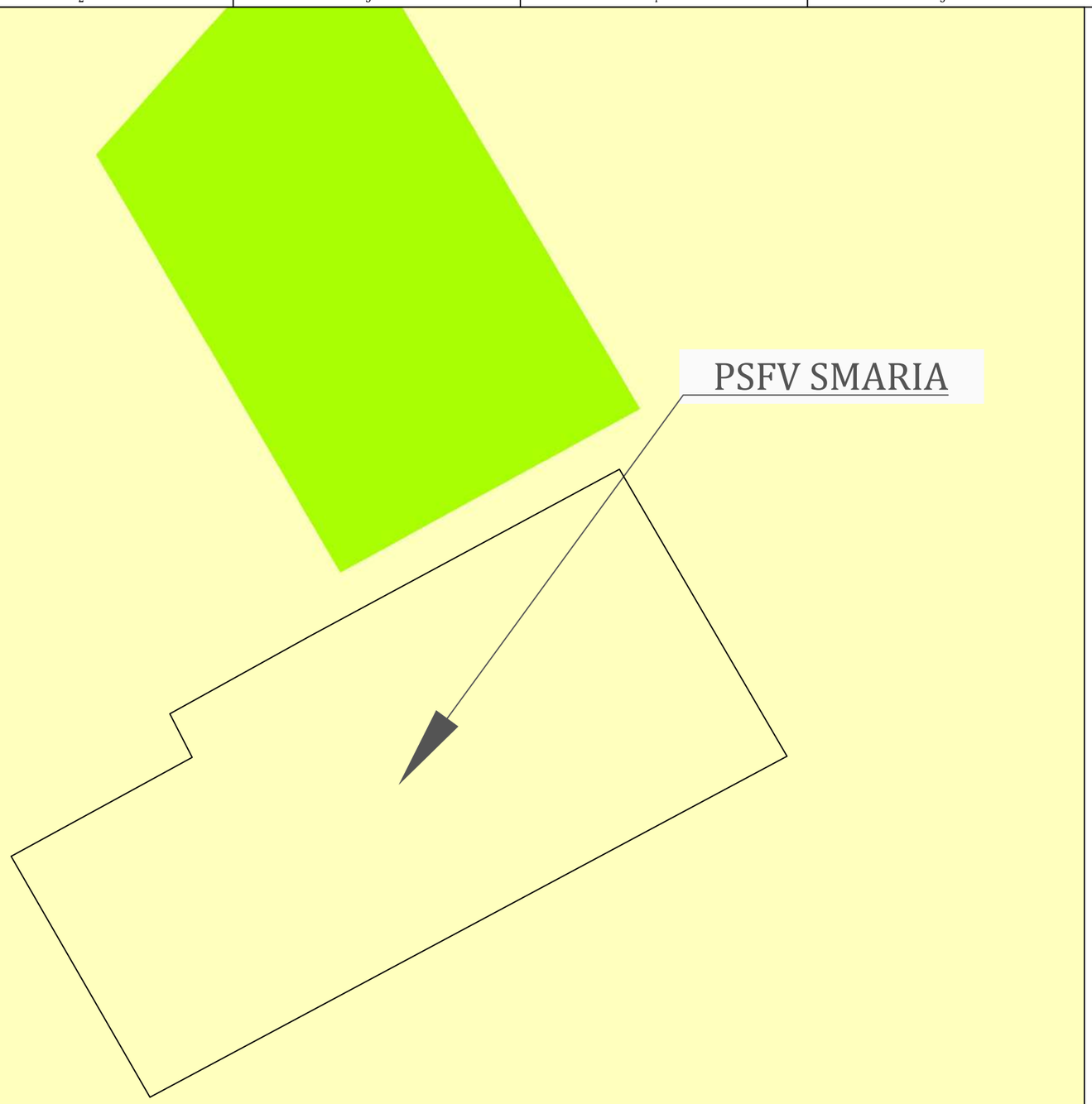
TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.





APTITUD FOTOVOLTAICA	
Zona de exclusión	
Zona de aptitud alta	
Zona de aptitud media	
Zona de aptitud baja	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	N.C.N.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: FILTRO AMBIENTAL FOTOVOLTAICO

DARGON energy

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.500

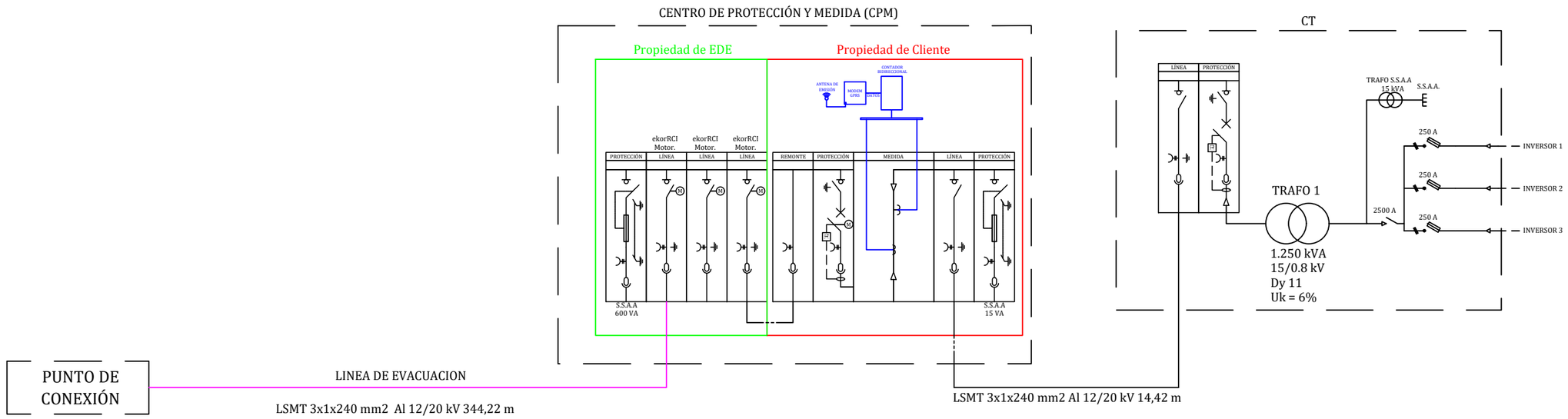
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All technical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

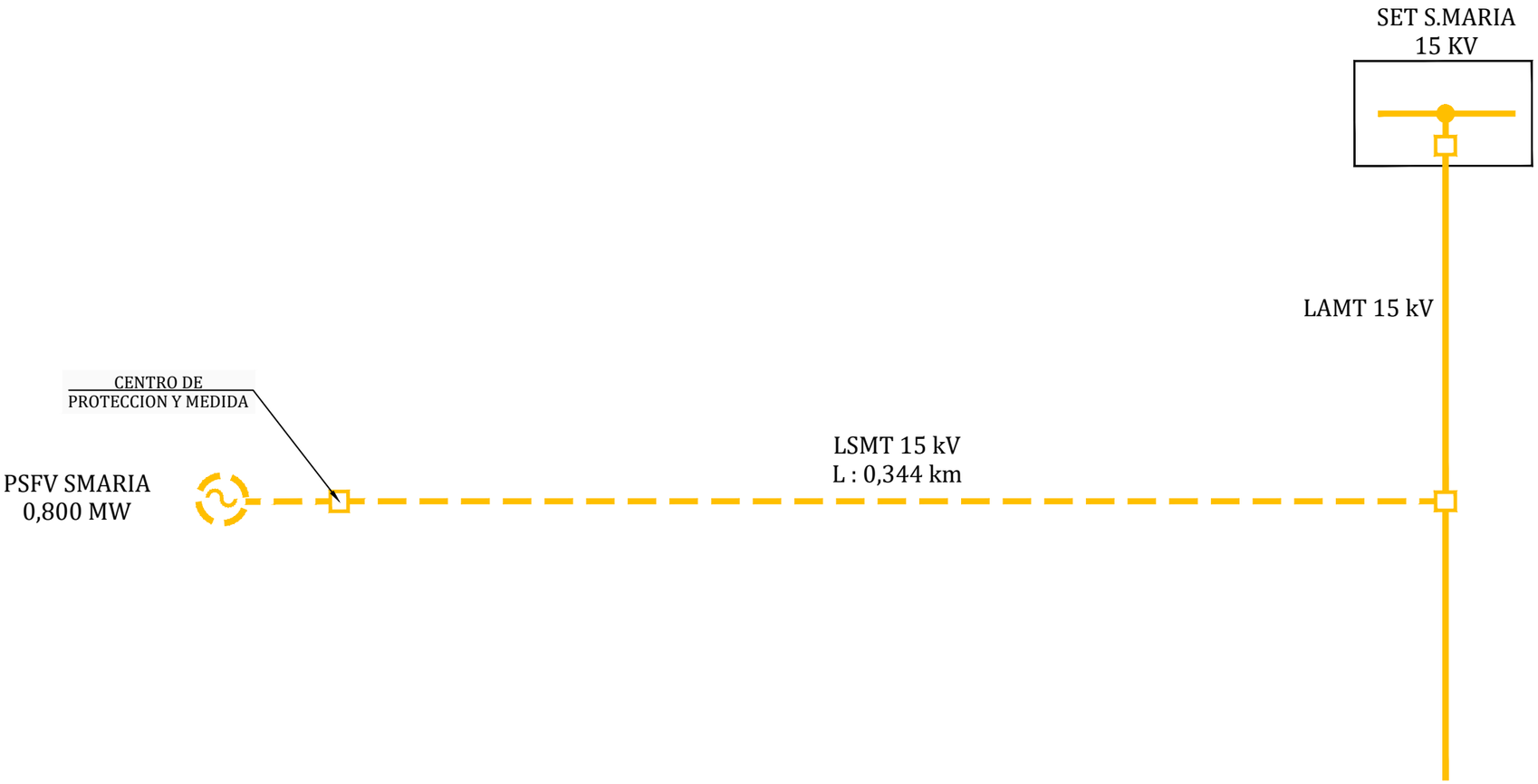
REVISION	ESCALA	HOJA
A	SE	01 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



SIMBOLOGÍA:

SE Colectora:		Generador:	
		Almacenamiento:	
Línea de conexión:		Nudo de conexión:	
Transformador:		Interruptor:	

NIVELES DE TENSIÓN:

400 kV:	
<45 kV:	

ESTADO DE TRAMITACIÓN:

Instalación en servicio (PES):	(trazo continuo)
Instalación pte. servicio (Pte PES):	(trazo discontinuo)
Instalación pte. PES pte. Autorización Administrativa (Pte. AA):	(trazo discontinuo en negrita)

NIVELES DE TENSIÓN: 400 kV | 220 kV | 132–110 kV | 66–45 kV | <45 kV

TIPO DE LÍNEA:

LAAT: Línea Aérea de Alta Tensión	LSAT: Línea Subterránea de Alta Tensión
LAMT: Línea Aérea de Media Tensión	LSMT: Línea Subterránea de Media Tensión

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR [SIMPLIFICADO]

DARGON energy

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

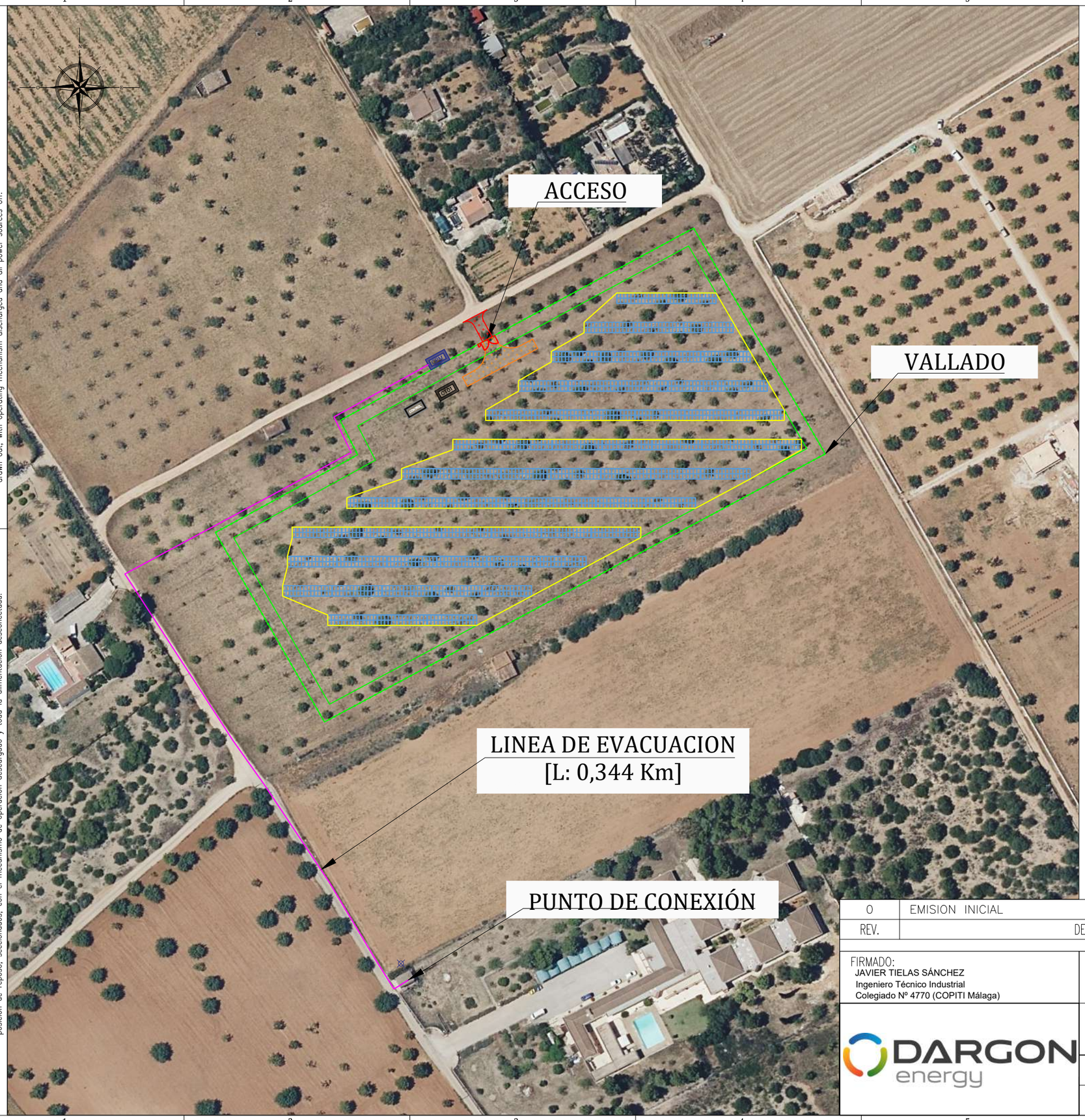
REVISION: A | ESCALA: S.E. | HOJA 02 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



RESUMEN PLANTA			
POTENCIA FRONTAL PICO (STC)		1.215,20	kWp
POTENCIA NOMINAL INVERSOR @PF1@25ºC		990,00	kVA
RATIO DC/AC (STC)		1,23	
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF1@25ºC		842,11	kVA
RATIO DC/AC (STC)		1,44	
TEMPERATURA DE DISEÑO (TD)		32,00	ºC
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF1@TD32ºC		842,11	kW
RATIO DC/AC (@PF1@32ºC)		1,44	
FACTOR DE POTENCIA (PF) (INVERSOR)		0,95	
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF0,95@25ºC		800,00	kW
RATIO DC/AC (@PF0,95@25ºC)		1,52	
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF0,95@TD32ºC		800,00	kW
RATIO DC/AC (@PF0,95@TD32ºC)		1,52	
LIMITE DE POTENCIA	SI	800,00	kW
RATIO DC/AC		1,52	
ALBEDO		15,00	%
CENTROS DE TRANSFORMACION		1,00	Und
INVERSORES DE STRING		3,00	Und
ESTRUCTURAS		62,00	Und
ESTRUCTURAS 1 STRING		62,00	Und
MODULOS		1.736,00	Und
PITCH		11,00	m
PASILLO ENTRE ESTRUCTURAS		7,00	m
INCLINACION		35	°
AZIMUT		0	°
SUPERFICIE CASTRATRO		2,68	ha
SUPERFICIE VALLADO		1,99	ha
PERIMETRO DE VALLADO		0,62	km

LOCALIZACION DEL PROYECTO				
LATITUD	486.251,493	m E	PAIS	ESPAÑA
LONGITUD	4.389.066,837	m N	DATUM	ETRS89
ALTITUD	116,06	m	HUSO	31

DESCRIPCION EQUIPOS PRINCIPALES		
MODULO		
FABRICANTE	AKI POWER	
MODELO	SKA611HDGDC	
BIFACIAL	SI	
POTENCIA FRONTAL (STC)	700	Wp
INVERSOR STRING		
FABRICANTE	HUAWEI	
MODELO	SUN2000-330KTL-H1	
POTENCIA NOMINAL INVERSOR @PF1@25ºC	330,00	kVA
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF1@25ºC	280,70	kVA
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF1@TD32ºC	280,70	kW
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF0,95@25ºC	266,67	kW
POTENCIA NOMINAL LIMITADA INVERSOR @PF0,95@TD32ºC	266,67	kW
CENTRO DE POTENCIA (GENERICO)		
FABRICANTE	GENERICO	
MODELO	GENERICO	
CANTIDAD	1,00	Und
POTENCIA UNITARIA NOMINAL @40ºC	1.250,00	kVA
ESTRUCTURA		
TIPO	FIJA	
FABRICANTE	GENERICO	
MODELO	GENERICO	
CONFIGURACION	2V	
STRINGS POR ESTRUCTURA	1	Und
MODULOS POR ESTRUCTURA	28	Und
ALTURA AL SUELO	0,8	m
ANCHO DE LA ESTRUCTURA	4,79	m
GROUND COVERAGE RATIO (GCR)	43,55	%

RESUMEN DE CONFIGURACION DE BLOQUES
VER TABLA ADJUNTA

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CONTROL — CENTRO DE CONTROL
- ASOCIACIÓN DE STRINGS

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT GENERAL

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION	ESCALA	HOJA
A	1:1.500	HOJA 01 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

DESCRIPCION BLOQUE DE POTENCIA														
CT	**NUMERO DE INVERSOR**	**POTENCIA DC FRONTAL TOTAL (kWp)**	**POTENCIA AC / INVERSOR @PF1@TD25ºC (kW)**	**RATIO DC/AC @STC**	**POTENCIA AC / INVERSOR LIMITADO @PF1@TD25ºC (kW)**	**RATIO DC/AC @STC**	**POTENCIA AC / INVERSOR LIMITADO @PF0,95@TD32ºC (kW)**	**RATIO DC/AC @PF0,95@TD32ºC (kW)**	**POTENCIA FRONTAL MÓDULOS (Wp)**	**MÓDULOS EN SERIE**	**MODELO INVERSOR**	**STRINGS/ INVERSOR**	**MODULOS/ INVERSOR**	**ESTRUCTURA 1 STR (UDS)**
1	1	392,00	330,00	1,19	280,70	1,40	266,67	1,47	700,00	28,00	SUN2000-330KTL-H1	20,00	560,00	20,00
	2	411,60	330,00	1,25	280,70	1,47	266,67	1,54	700,00	28,00	SUN2000-330KTL-H1	21,00	588,00	21,00
	3	411,60	330,00	1,25	280,70	1,47	266,67	1,54	700,00	28,00	SUN2000-330KTL-H1	21,00	588,00	21,00
TOTAL		**1.215,20**	**990,00**	**1,23**	**842,11**	**1,44**	**800,00**	**1,52**			**3,00**		**1.736,00**	**62,00**

0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.
REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT GENERAL [TABLA RESUMEN]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: SE

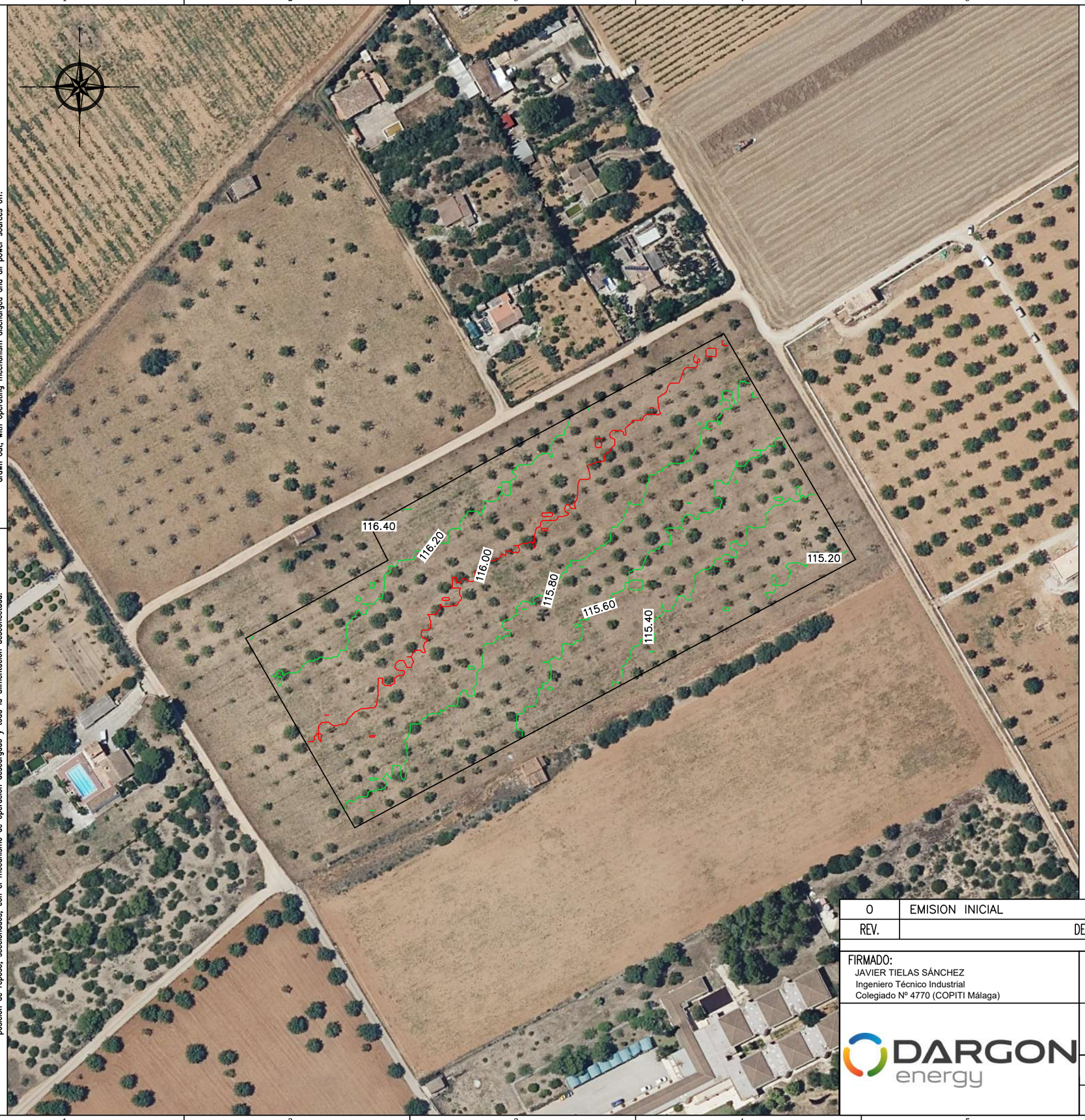
HOJA 02 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA
LIMITE DE CATASTRO
CURVA DE NIVEL MAESTRA 1 m
CURVA DE NIVEL SECUNDARIA 0.2 m

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CURVAS DE NIVEL

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.1500

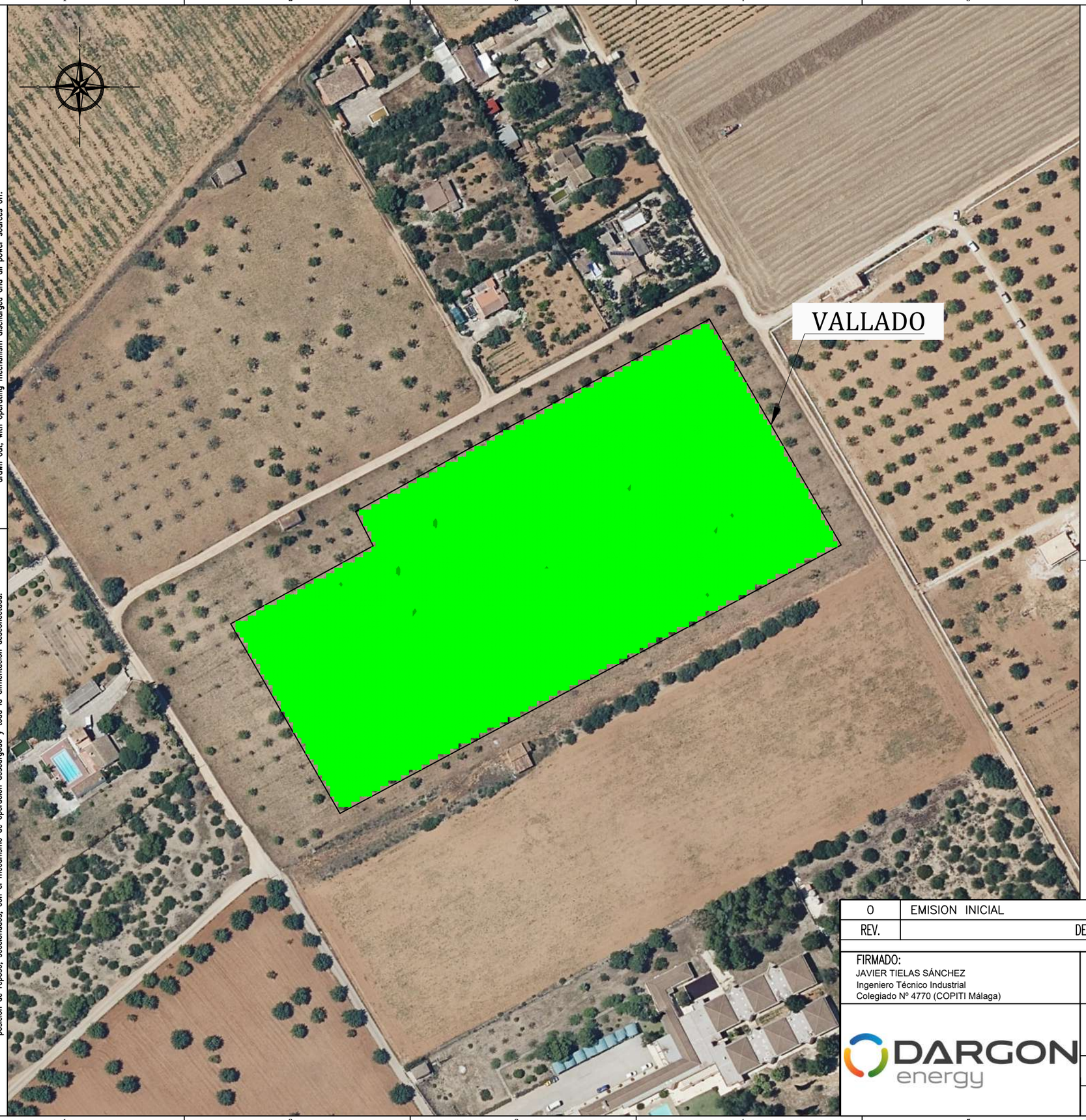
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



ANALISIS DE PENDIENTES

MINIMA	MAXIMA	COLOR
0.00%	7.00%	
7.00%	15.00%	
15.00%	20.00%	
20.00%	100.00%	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	N.C.N.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: ANALISIS DE PENDIENTES

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

PLANO: N/A

ESCALA: 1:1.500

HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

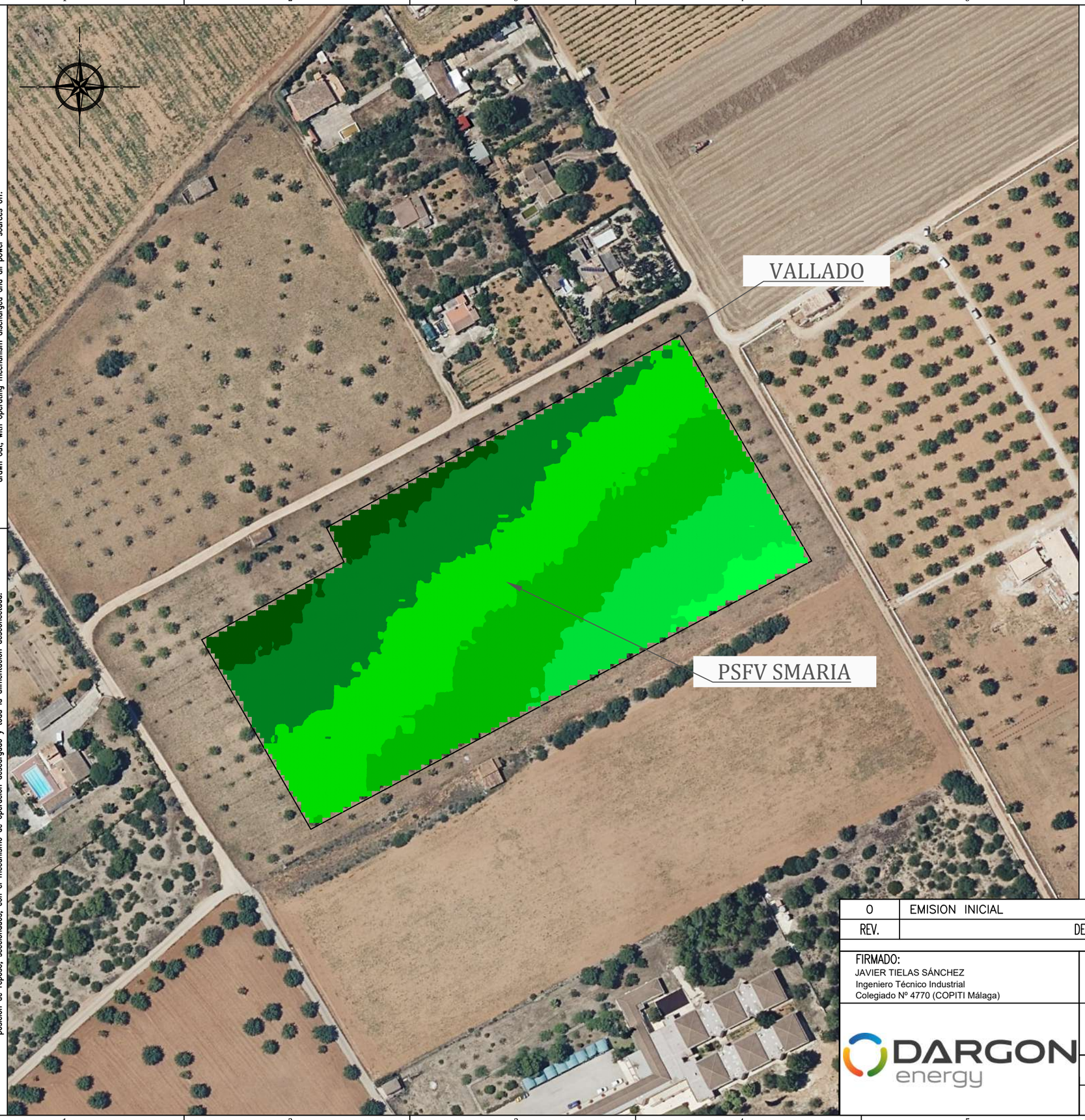


Tabla de elevaciones			
Número	Elevación mínima	Elevación máxima	Color
1	115.00	115.25	
2	115.25	115.50	
3	115.50	115.75	
4	115.75	116.00	
5	116.00	116.25	
6	116.25	116.50	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: ELEVACIONES TERRENO

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.500

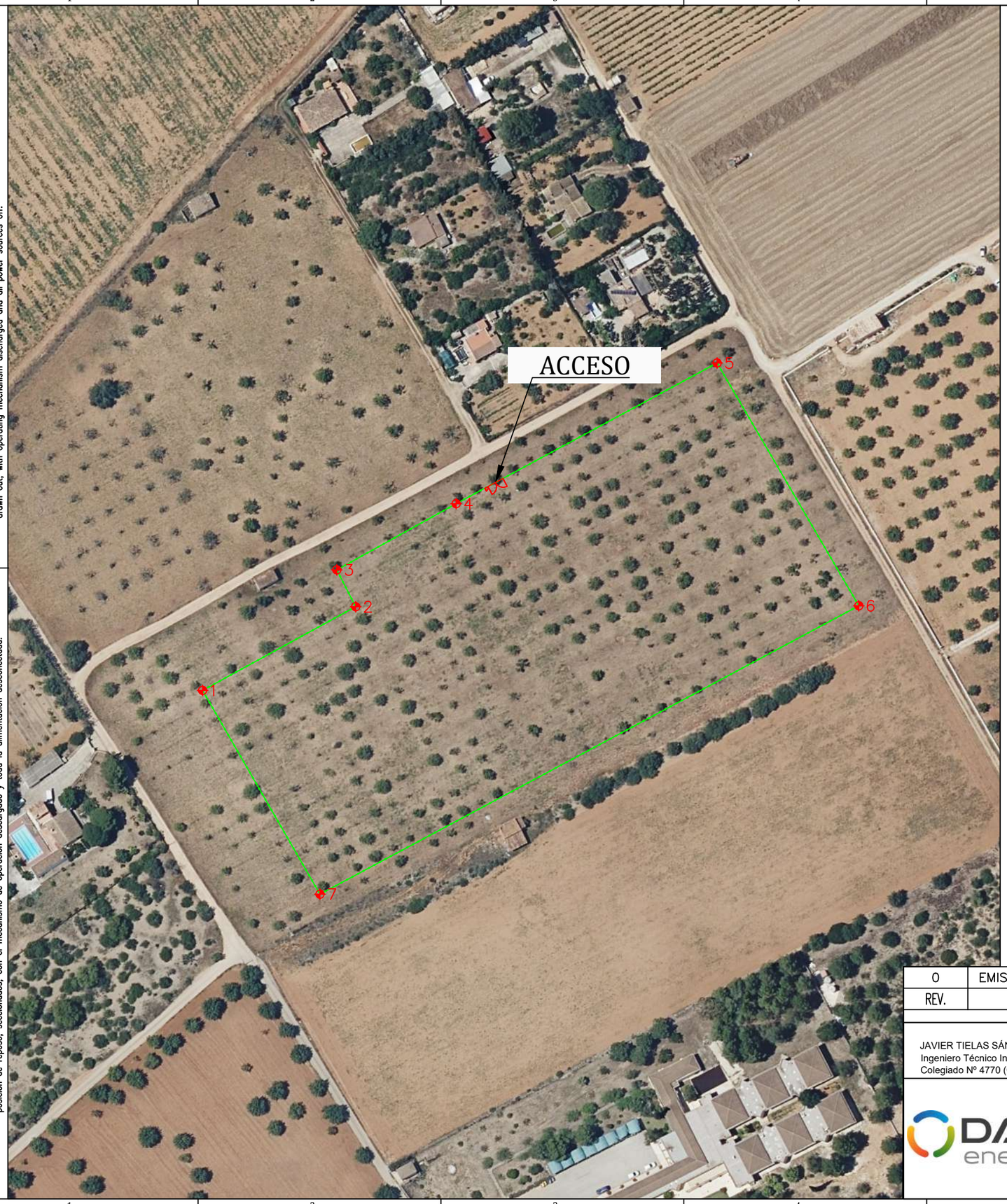
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



COORDENADAS UTM VERTICES			
VERTICE	ETRS89 HUSO 31		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	486.136,649	4.389.045,282	116,646
2	486.190,145	4.389.074,520	116,368
3	486.183,541	4.389.087,389	116,556
4	486.225,231	4.389.110,511	116,423
5	486.316,409	4.389.159,660	116,071
6	486.365,915	4.389.074,848	115,327
7	486.177,665	4.388.974,096	115,948

LEYENDA MT
VALLADO

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: VALLADO PERIMETRAL Y ACCESO

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION	ESCALA	HOJA
A	1:1.500	HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CATASTRO

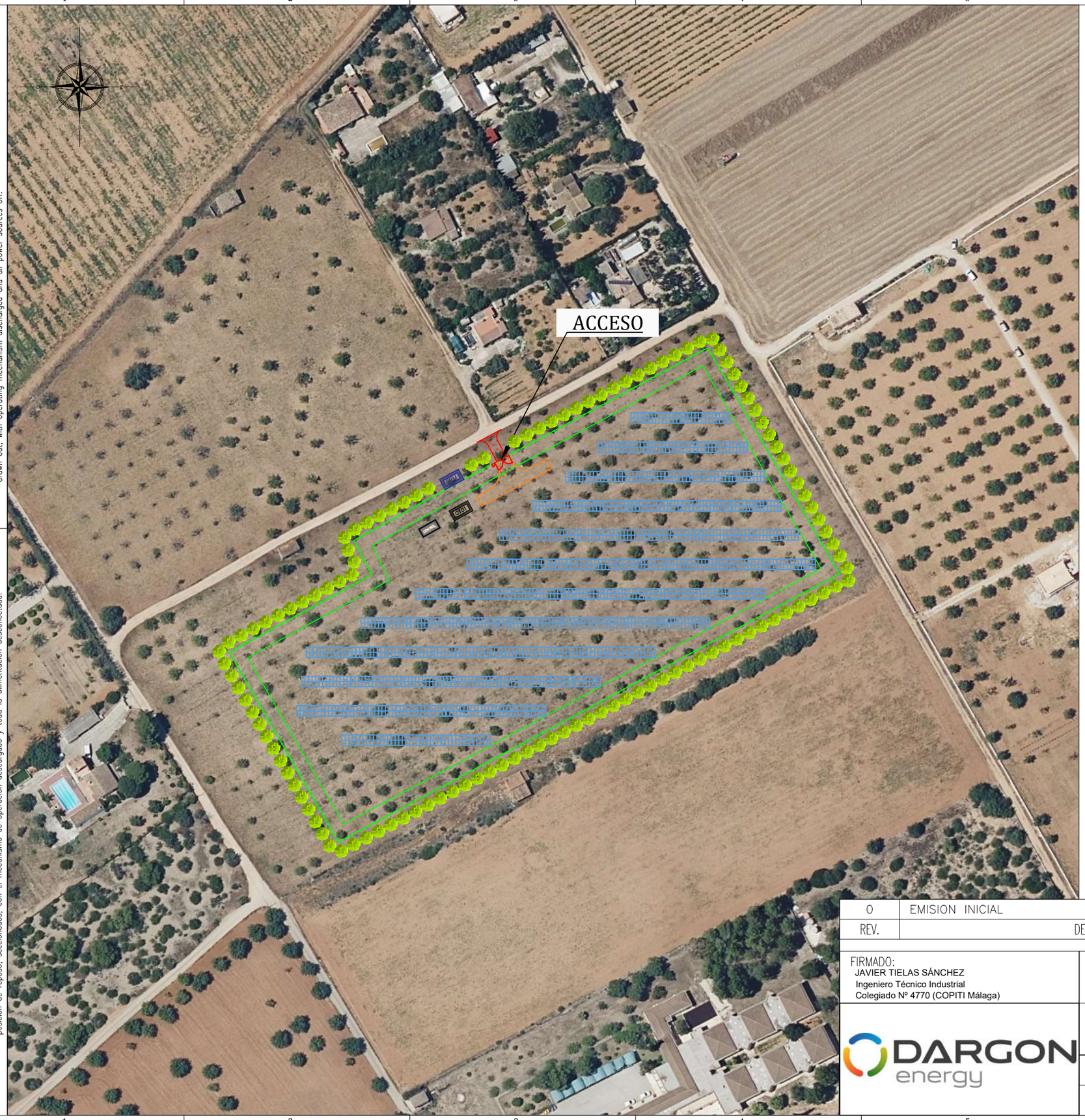
CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA	PLANO	ESCALA	
CODIGO CONTRATISTA:	N/A	1:2.000	HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA
ESPECIE AUTÓCTONA DE BAJO REQUERIMIENTO HÍDRICO

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 10 M	CONTROL — CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT BARRERA VEGETAL

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

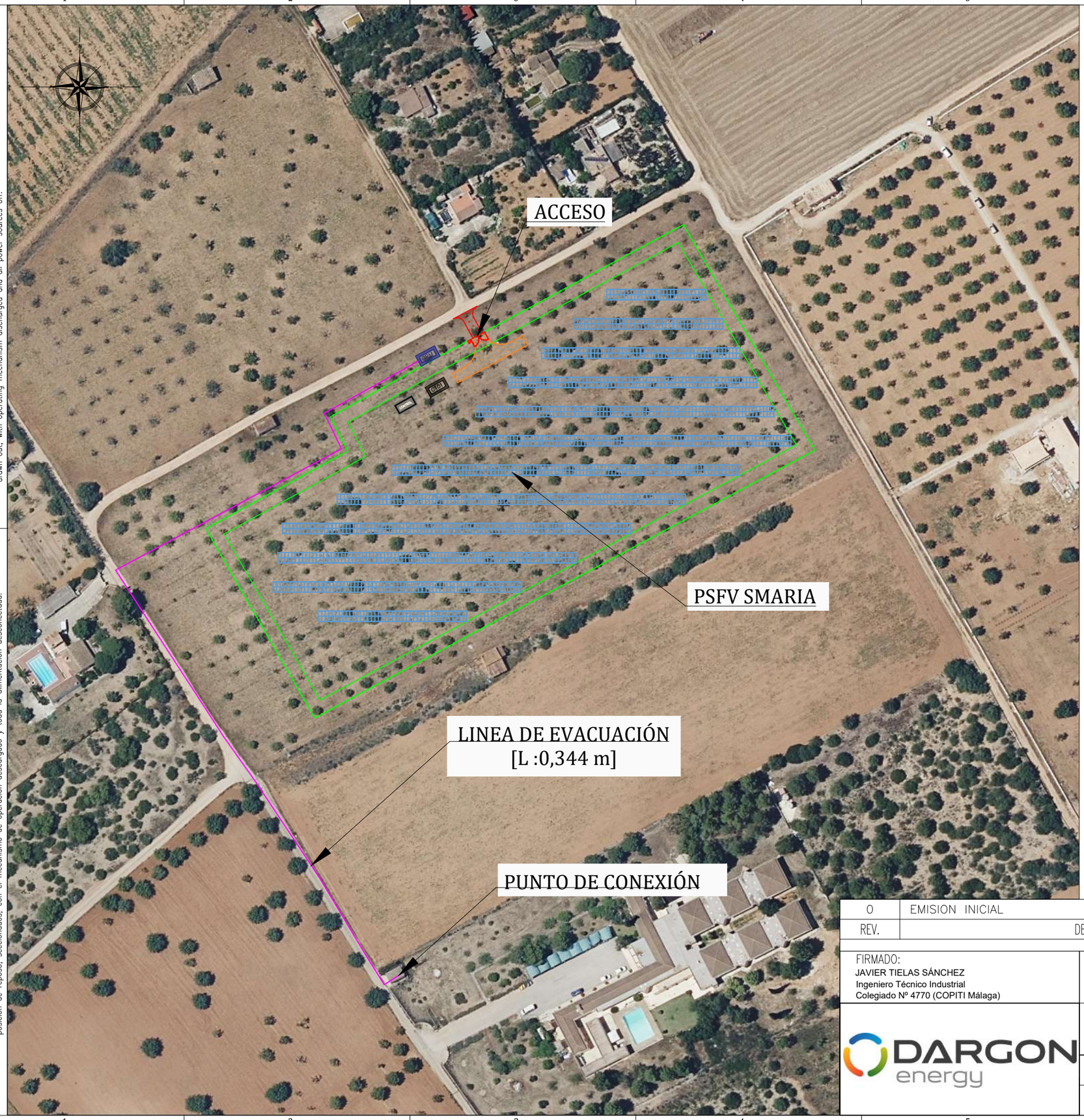
REVISION	ESCALA	
A	1:1.500	HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

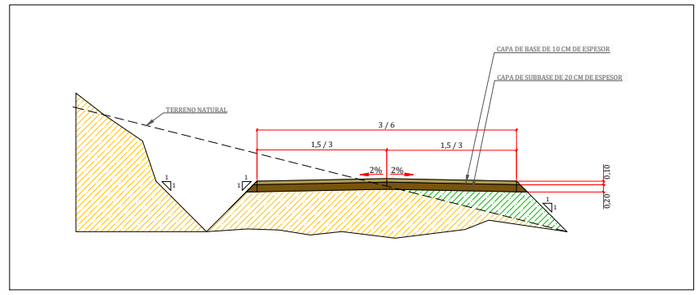
PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



DETALLE CAMINOS



LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CONTROL — CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CAMINOS Y ACCESO

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.500

HOJA 01 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CONTROL — CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CAMINOS

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:250

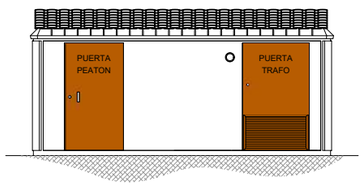
HOJA 02 de 02

TAMAÑO A3

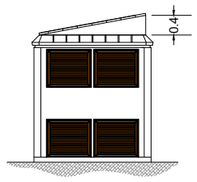
PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

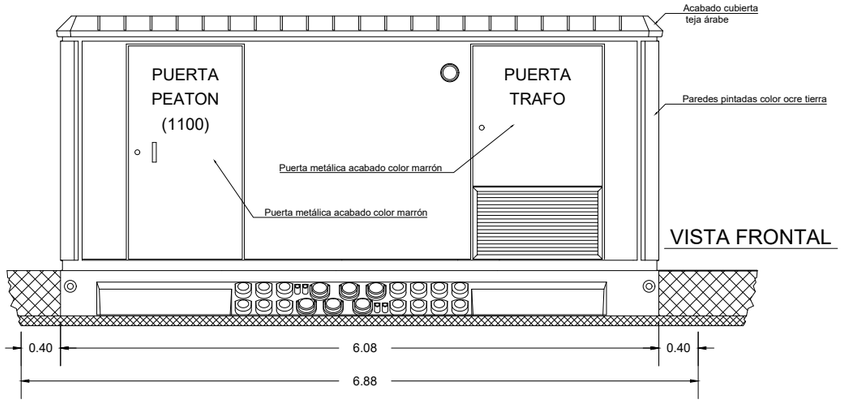
Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



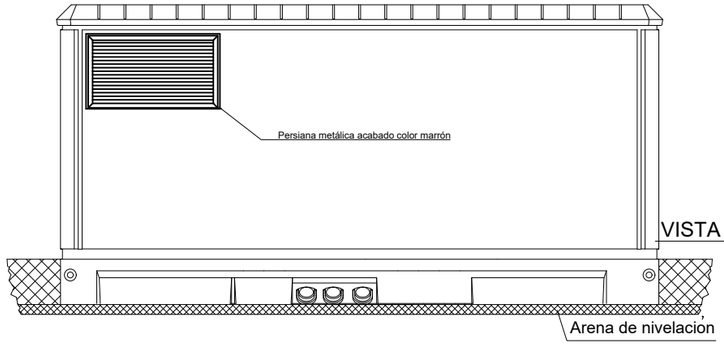
VISTA FRONTAL CON CUBIERTA TEJA



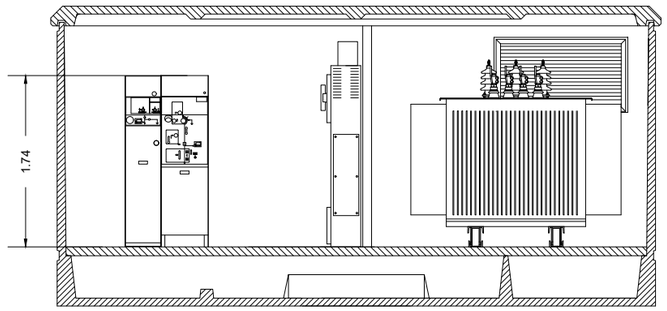
VISTA LATERAL CON CUBIERTA TEJA

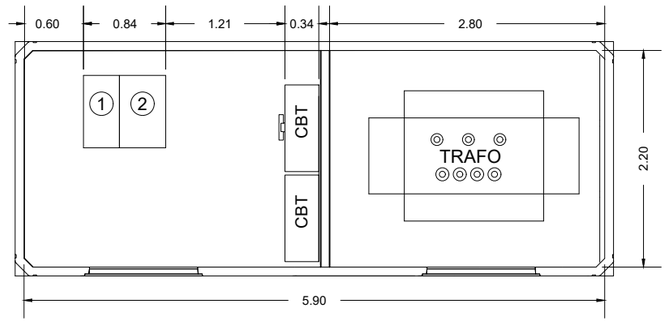


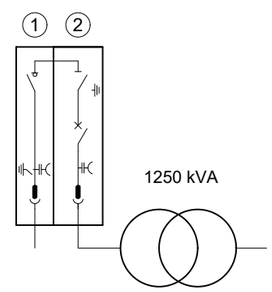
VISTA FRONTAL



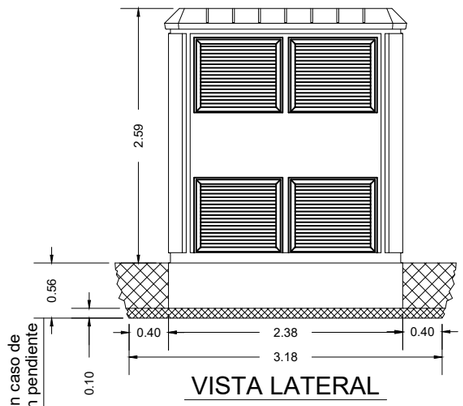
VISTA POSTERIOR



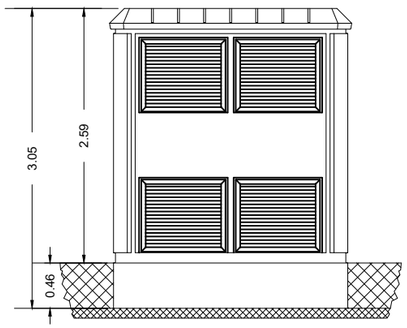




DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



VISTA LATERAL
IZQUIERDA



VISTA LATERAL
DERECHA

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CT – TIPO I

DARGON energy

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S.E.

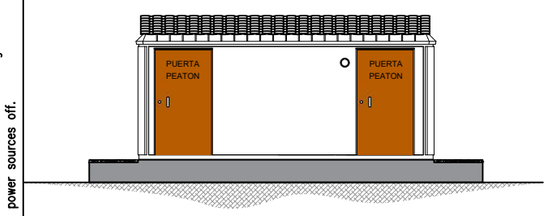
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

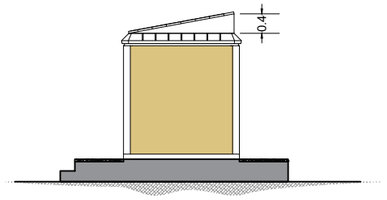
PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

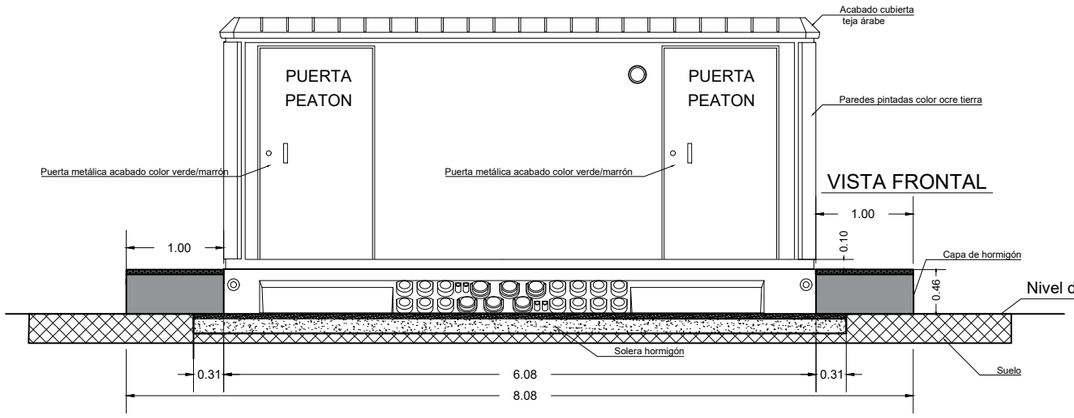
Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



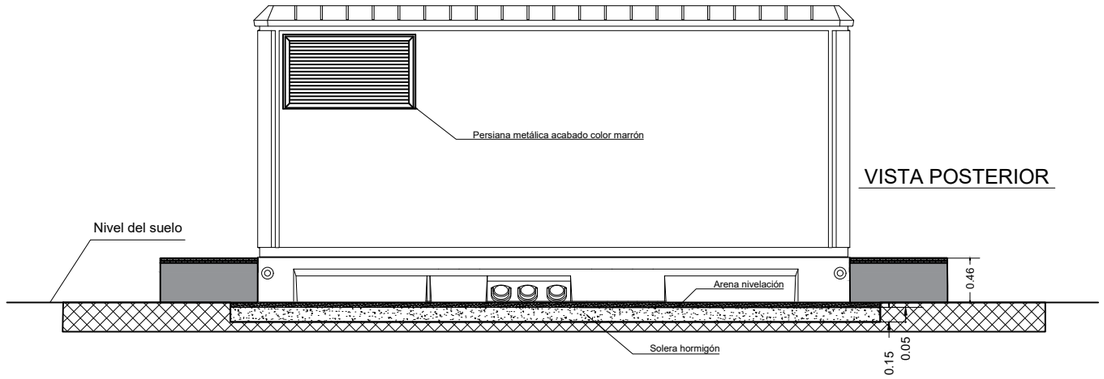
VISTA FRONTAL CON CUBIERTA TEJA



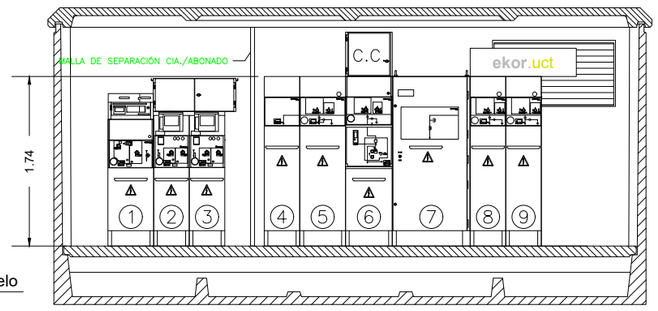
VISTA LATERAL CON CUBIERTA TEJA

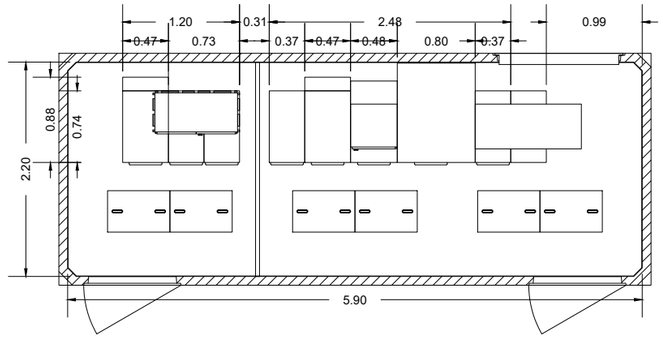


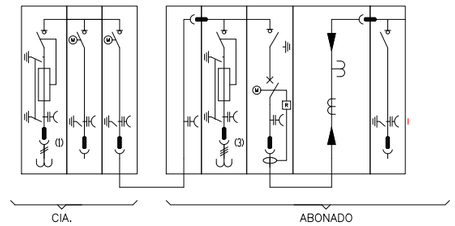
VISTA FRONTAL

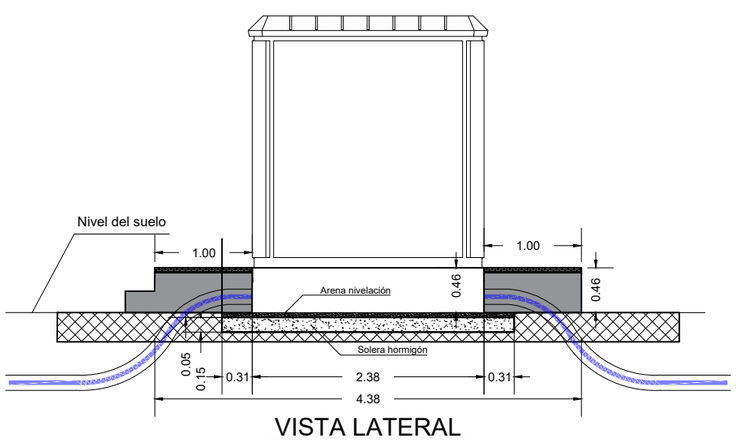


VISTA POSTERIOR

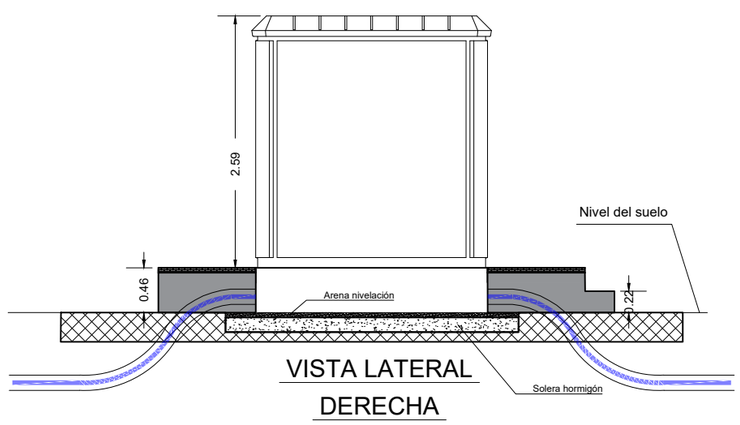








VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA

DIMENSIONES DE LA SOLERA
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.15 m. profund.

0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.
REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S.E.

HOJA 01 de 01

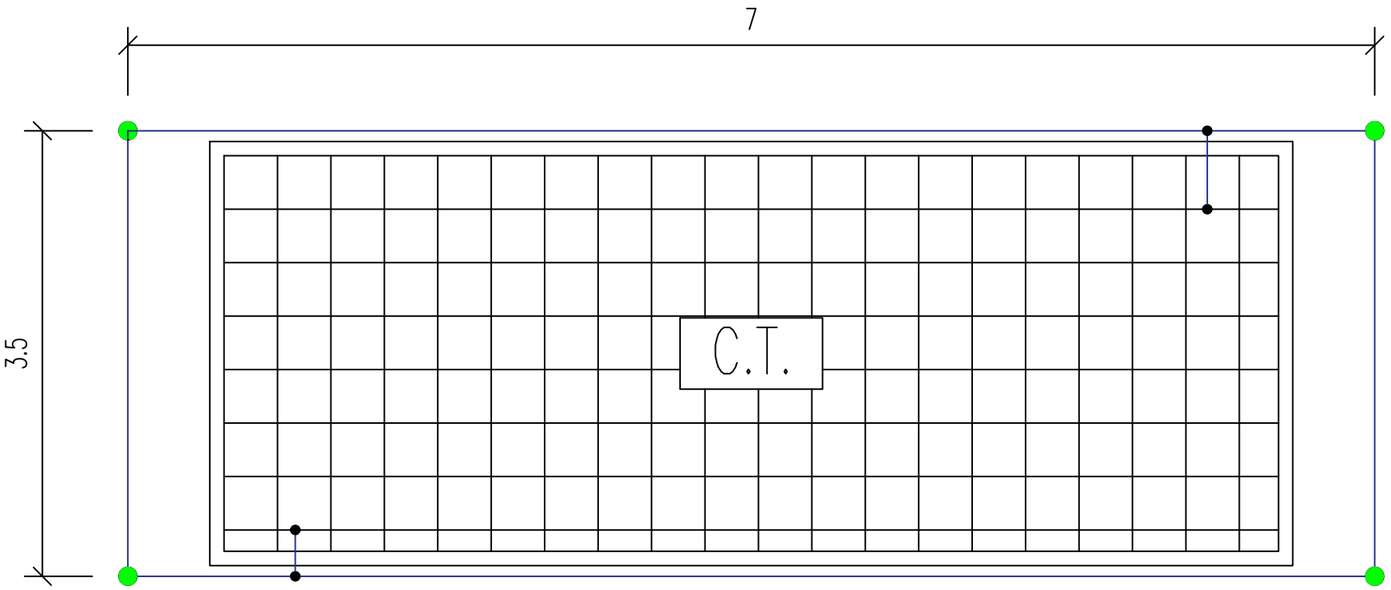
TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 70-35/0.5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.
Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE PAT [CT]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S.E.

HOJA 01 de 02

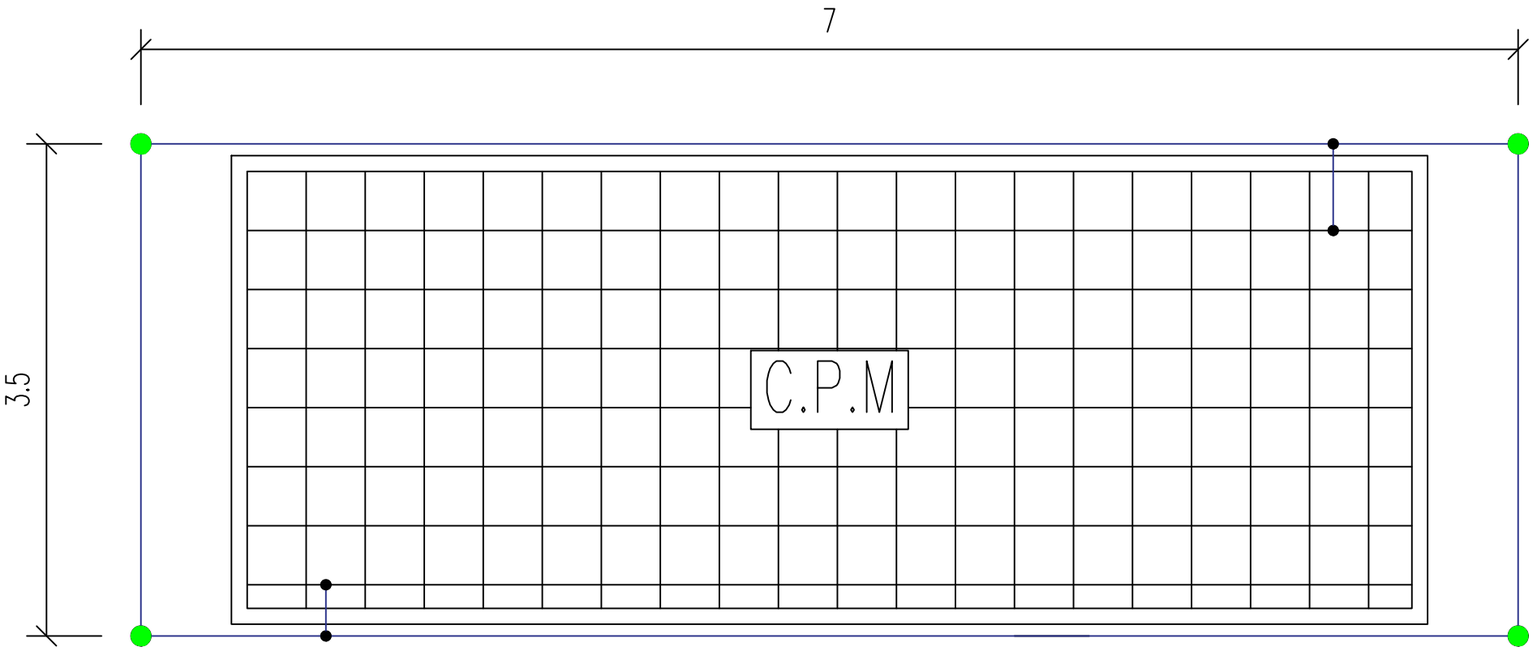
TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 70-35/0.5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

NOTA: En el piso del Centro de Protección y Medida se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE PAT [CPM]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: SE

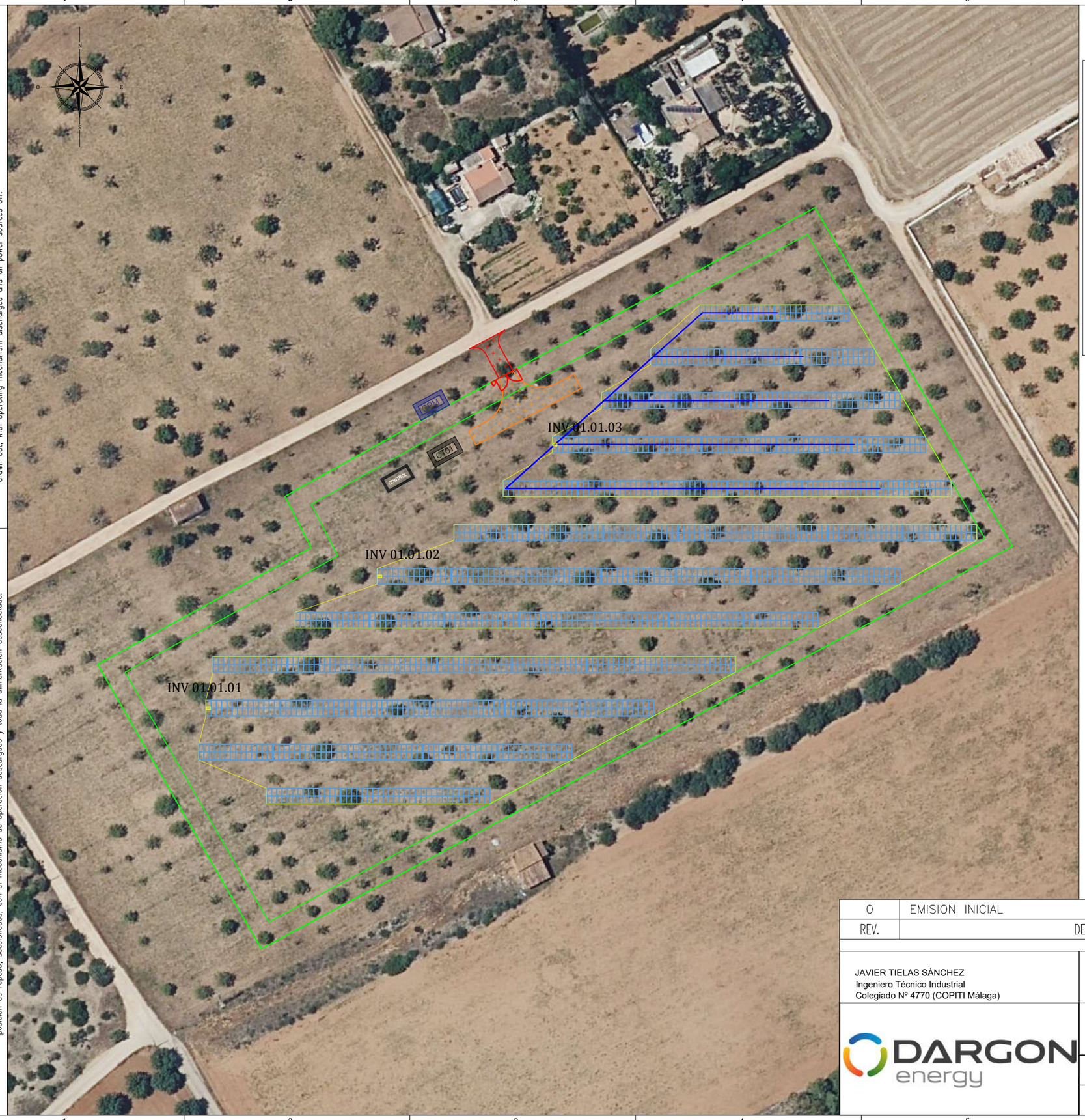
HOJA 02 de 02

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

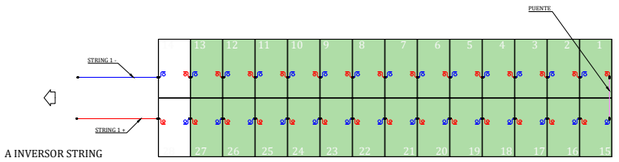
All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



DETALLE DE STRINGs (S/E)

ESTRUCTURA FIJA 1 STRING



LEYENDA BT
ASOCIACION DE STRINGS
INVERSOR STRING
CABLE CC (STRINGS)

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ELECTRICO [BT-DC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

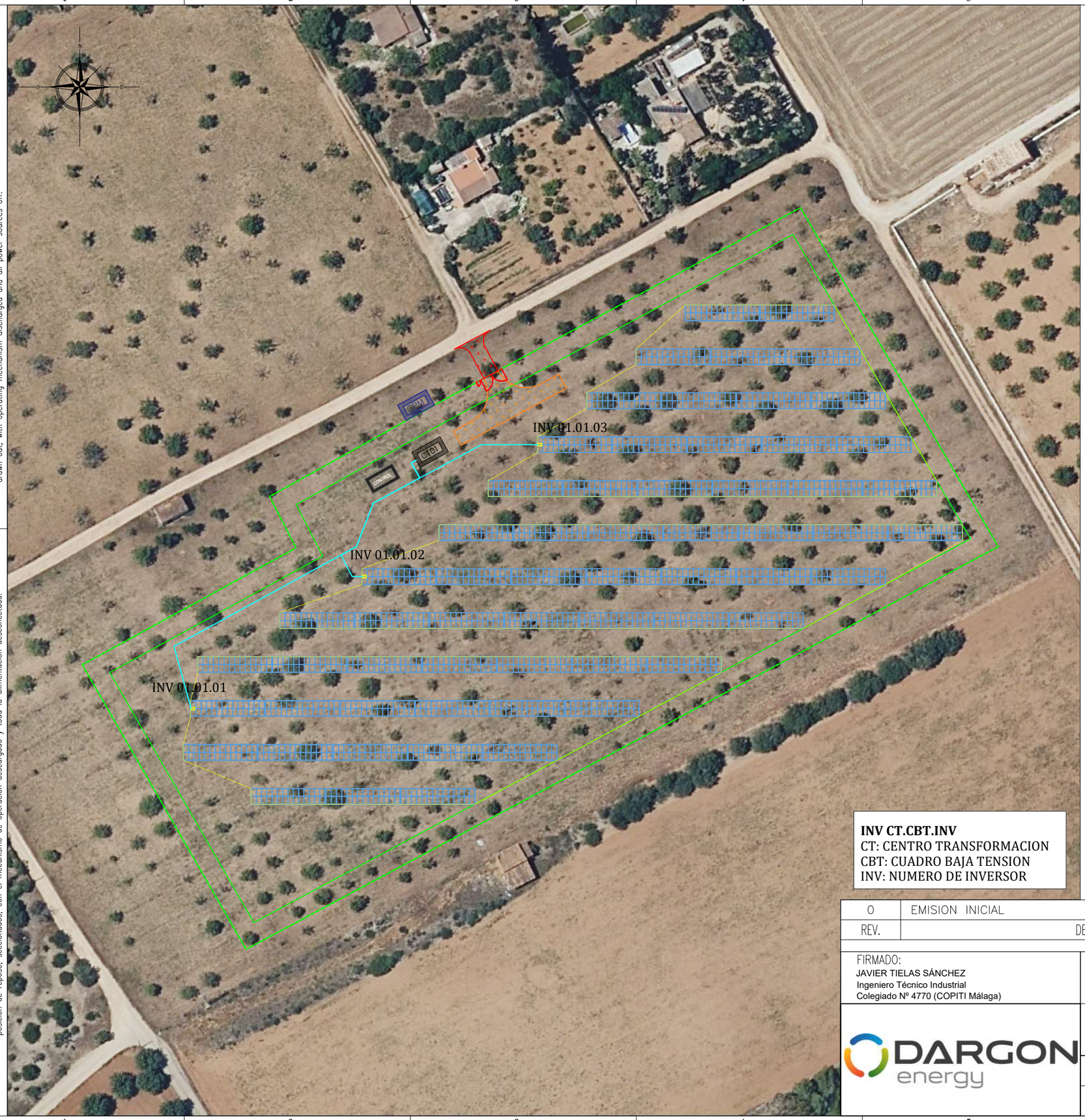
REVISION	ESCALA	HOJA
A	1:1.000	HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



INV CT.CBT.INV
CT: CENTRO TRANSFORMACION
CBT: CUADRO BAJA TENSION
INV: NUMERO DE INVERSOR

LEYENDA BT
ASOCIACION DE STRINGS
INVERSOR STRING
CIRCUITOS AC

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CONTROL — CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ELECTRICO [BT-AC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

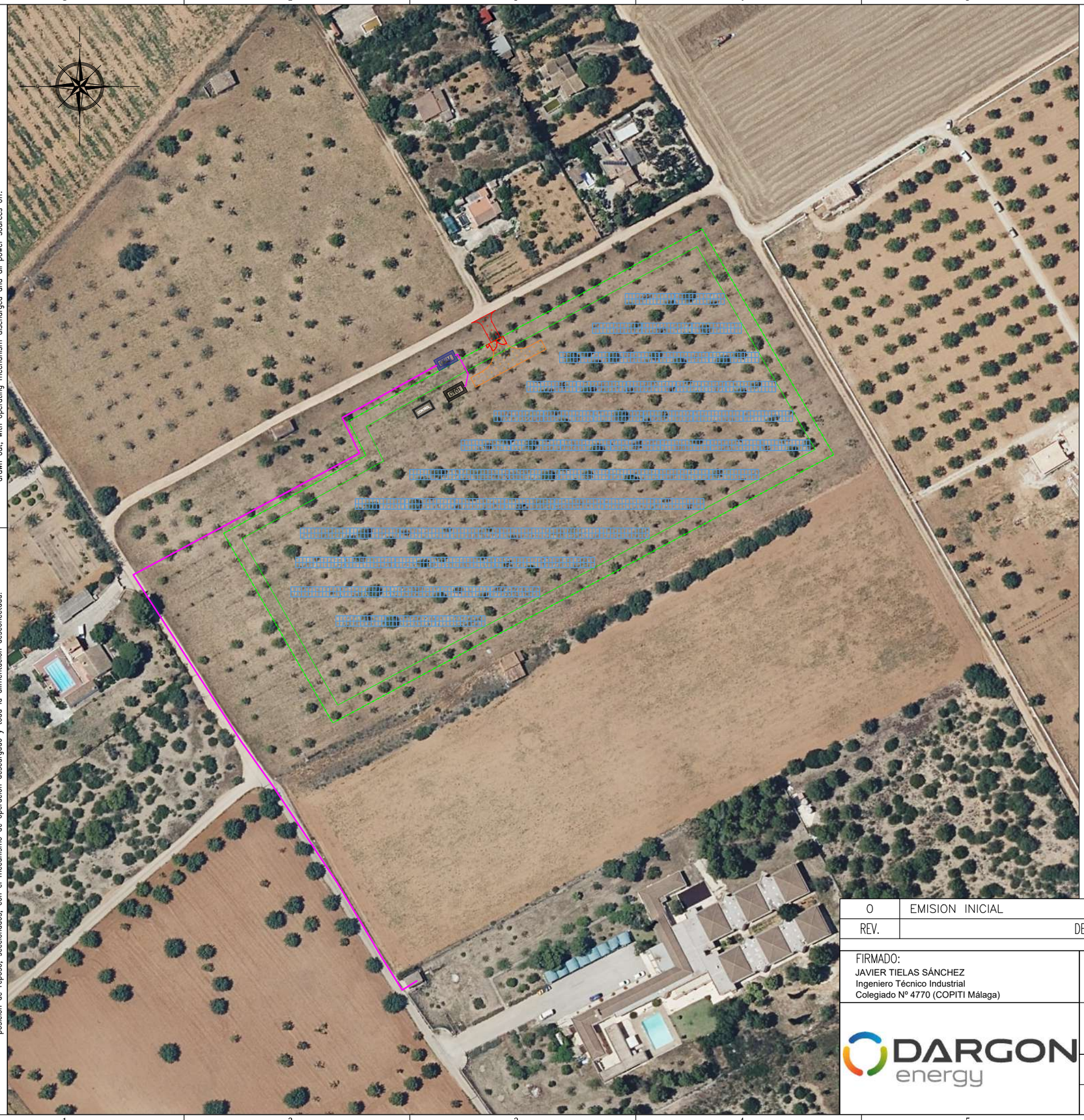
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgadas a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA MT

- LINEA SUBTERRANEA MT

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CONTROL — CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ELECTRICO – MT

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.500

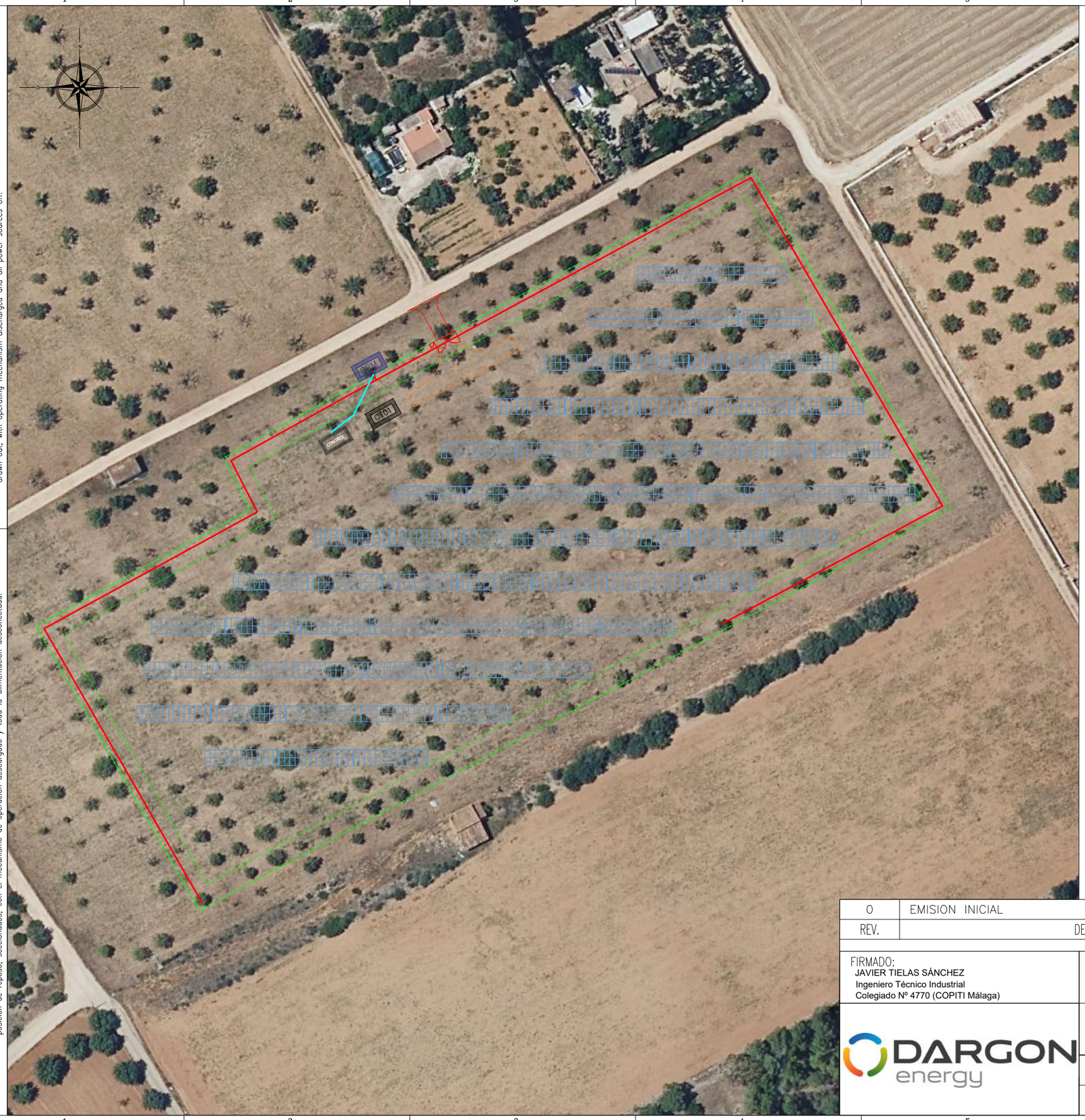
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA	
CIRCUITO BT (AC) CCTV	
CIRCUITO BT (AC) SSAA	

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ZANJA [BT–DC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

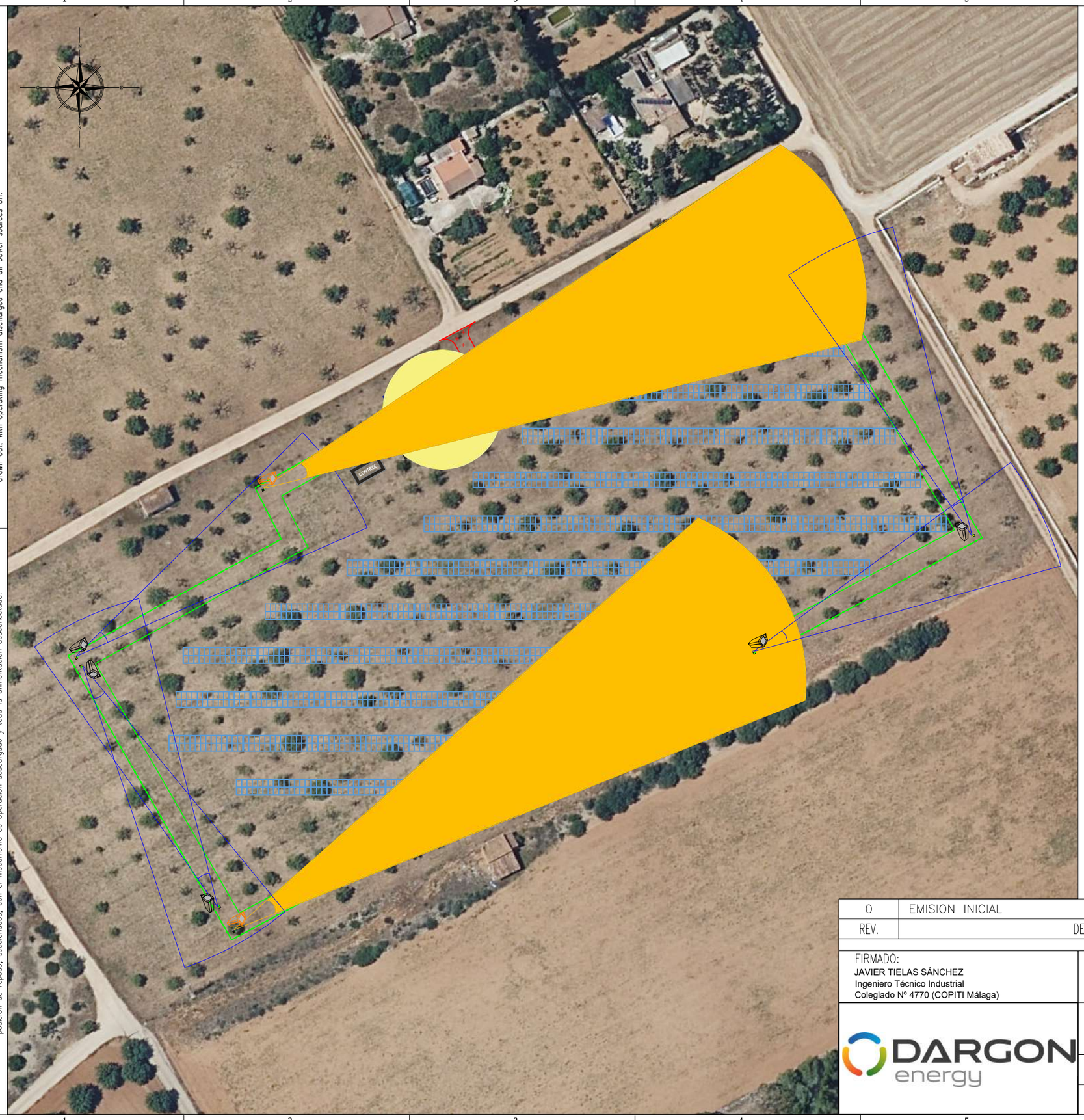
REVISION	ESCALA	
A	1:1.000	HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA

- CÁMARA BULLET 2.8 mm
- CÁMARA TÉRMICA 7 mm
- CÁMARA TÉRMICA 10 mm
- CÁMARA TÉRMICA 15 mm
- CÁMARA TIPO DOMO

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	14/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: INSTALACION CCTV

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

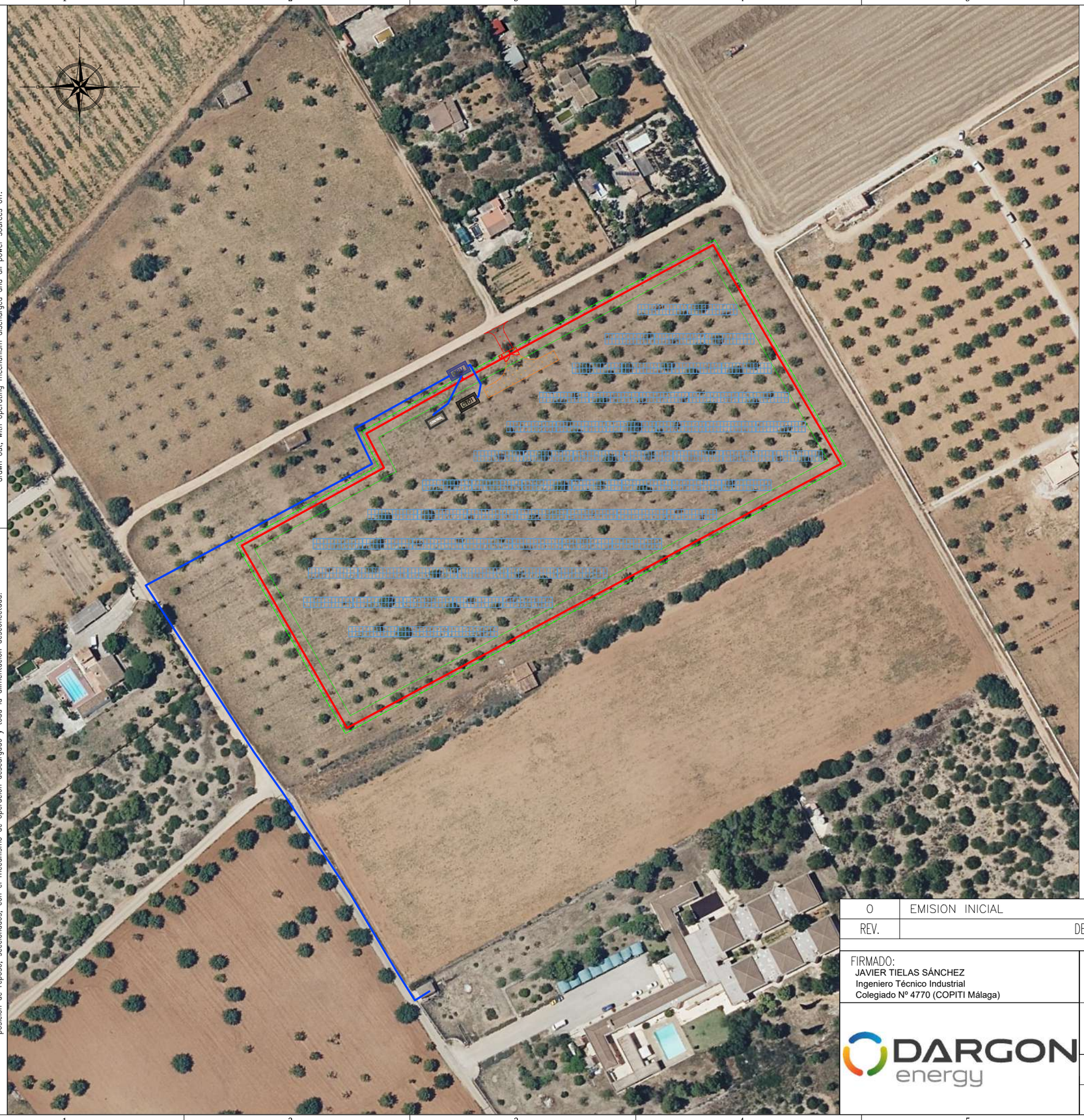
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA
FIBRA OPTICA (CCTV)
FIBRA OPTICA (MT / COMUNICACIONES)

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CONTROL CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT CABLE DE TELECOMUNICACIONES

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

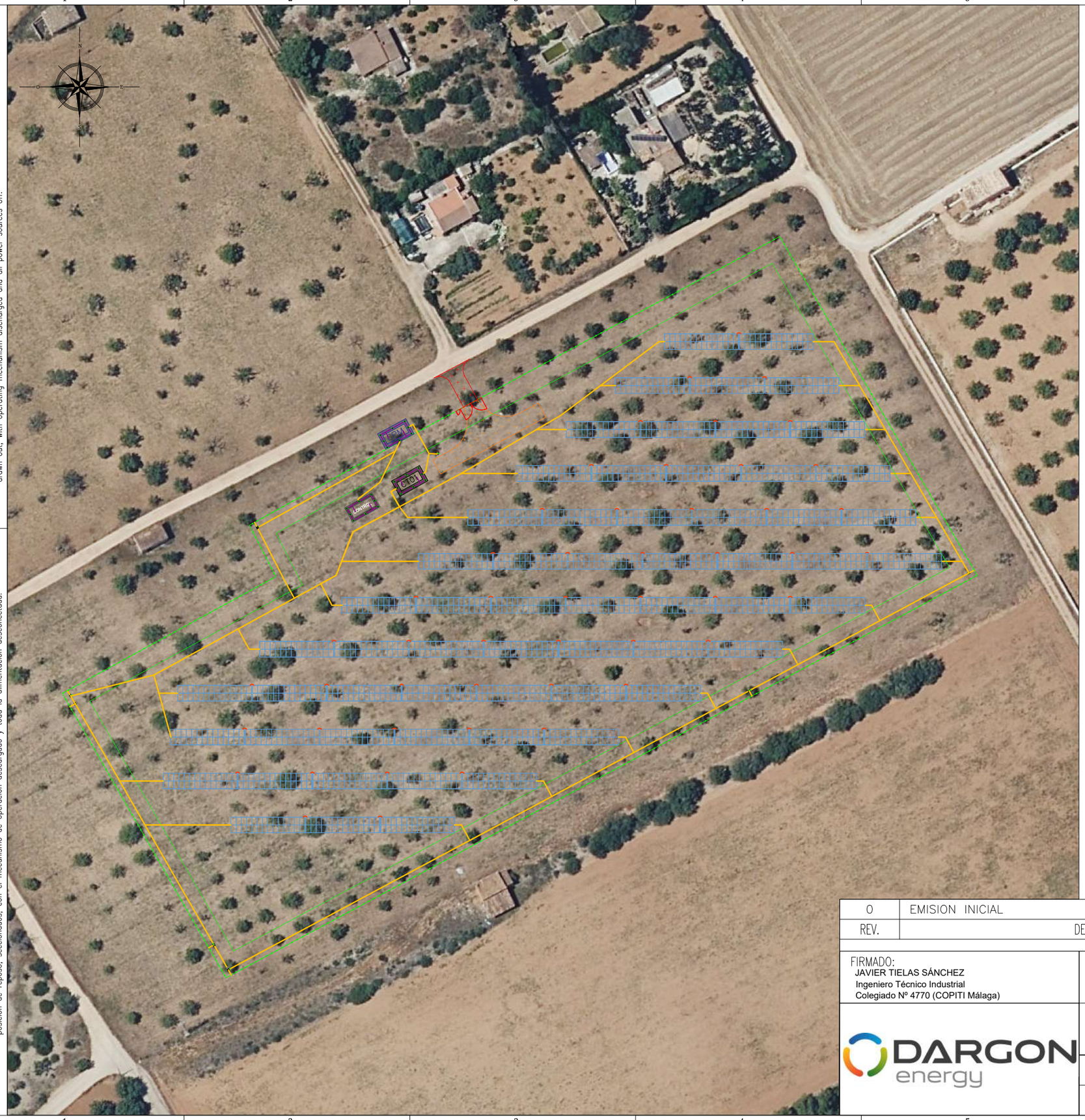
REVISION: A

ESCALA: 1:1.500

HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION



LEYENDA PAT

- PICAS PUESTA A TIERRA
- CABLE 16 mm2 Cu aislado a 0.6/1 kV
- CABLE 35 mm2 Cu desnudo
- CABLE 50 mm2 Cu desnudo

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CENTRO DE CONTROL

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramos estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT PAT

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

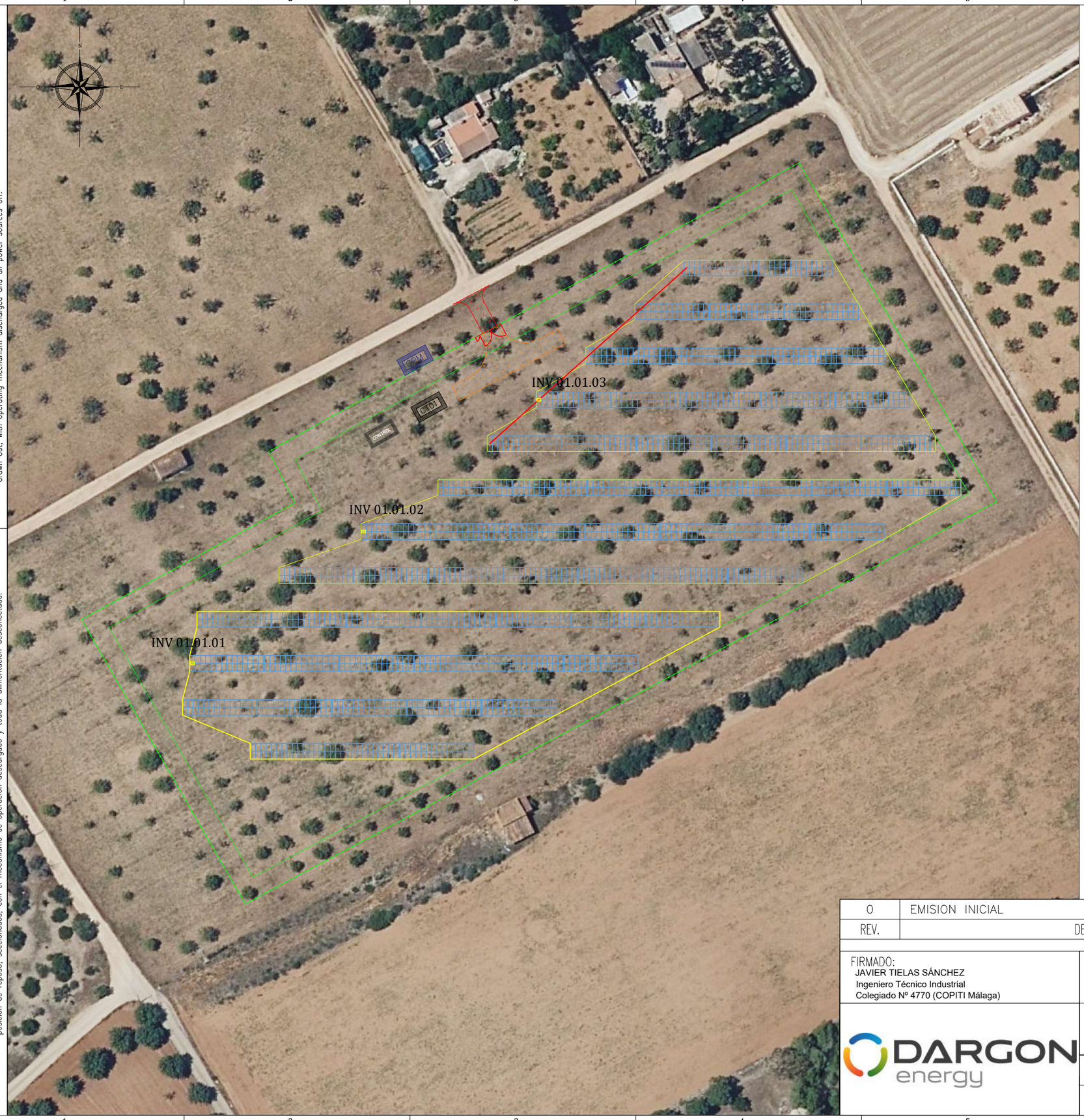
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA BT

- ASOCIACION DE STRINGS
- INVERSOR STRING
- ZANJAS BT-CC

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ZANJA [BT-DC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

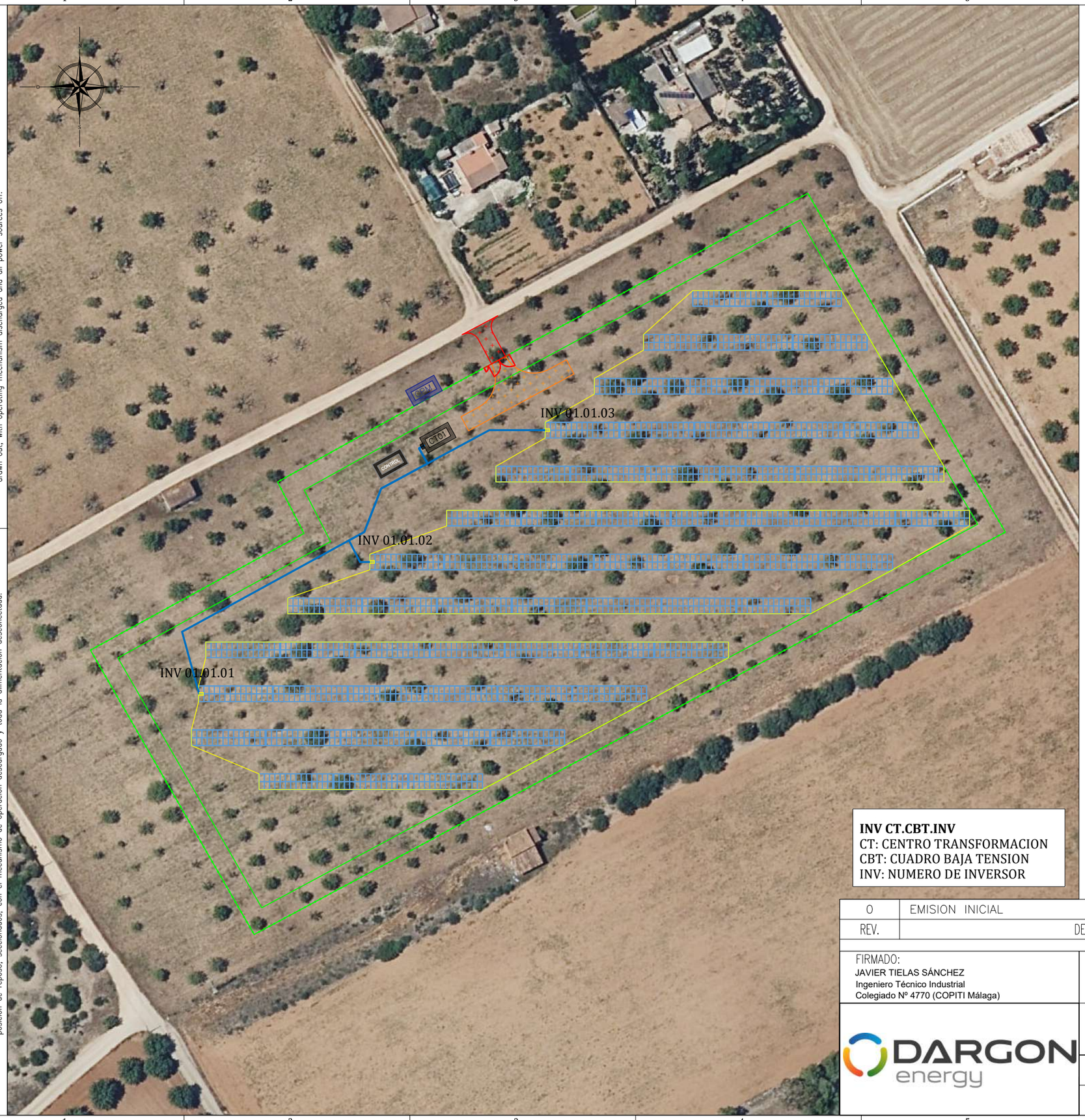
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All technical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



INV CT.CBT.INV
CT: CENTRO TRANSFORMACION
CBT: CUADRO BAJA TENSION
INV: NUMERO DE INVERSOR

LEYENDA BT - AC

- ZANJAS BT (1-2 CIRCUITOS)
- ASOCIACION DE STRINGS
- INVERSOR STRING
- ARQUETA TIPO

LEYENDA

- ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING
- VALLADO
- RETRANQUEO 5 M
- CAMINO INTERNO
- CAMINO DE ACCESO
- CT — CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- CONTROL — CENTRO DE CONTROL

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ZANJAS [BT–AC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

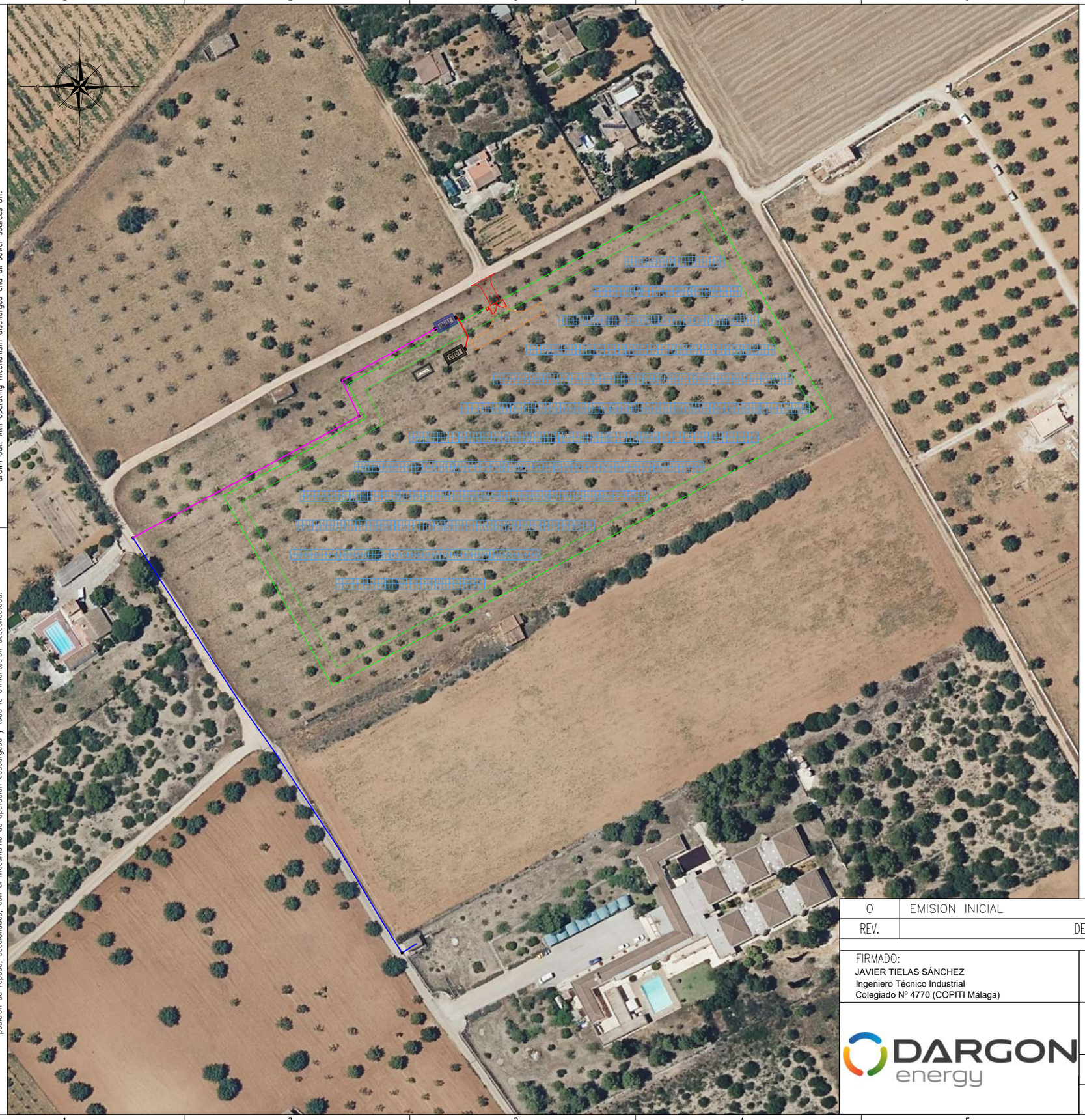
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA MT
ZANJA [TIPO I]
ZANJA [TIPO II]
ZANJA [TIPO III]
ARQUETAS TIPO

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ZANJAS – MT

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.500

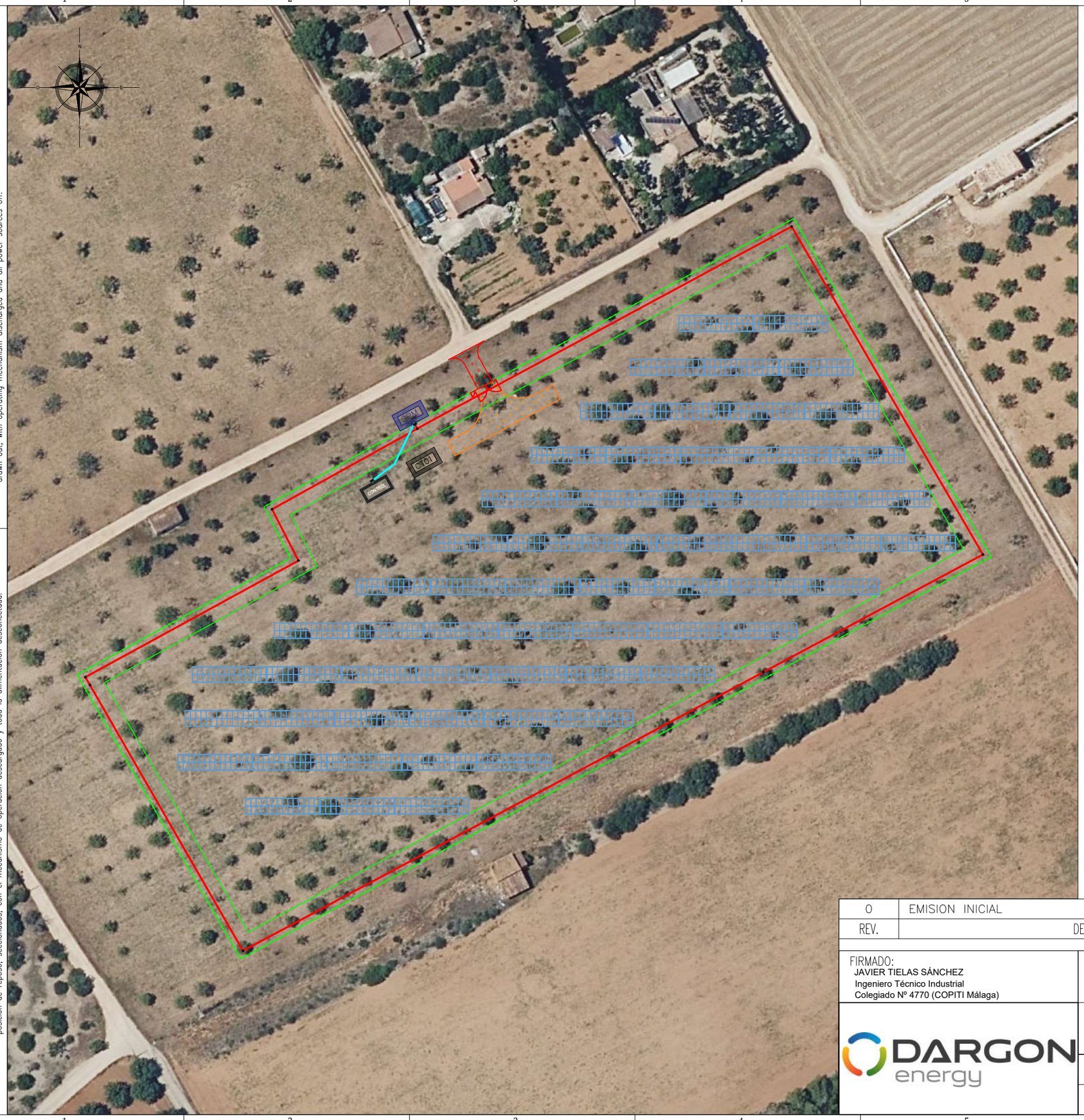
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA
ZANJA CCTV
ZANJA SSAA
ARQUETAS TIPO

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CPM CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CONTROL CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: ZANJA CABLEADO SSAA

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

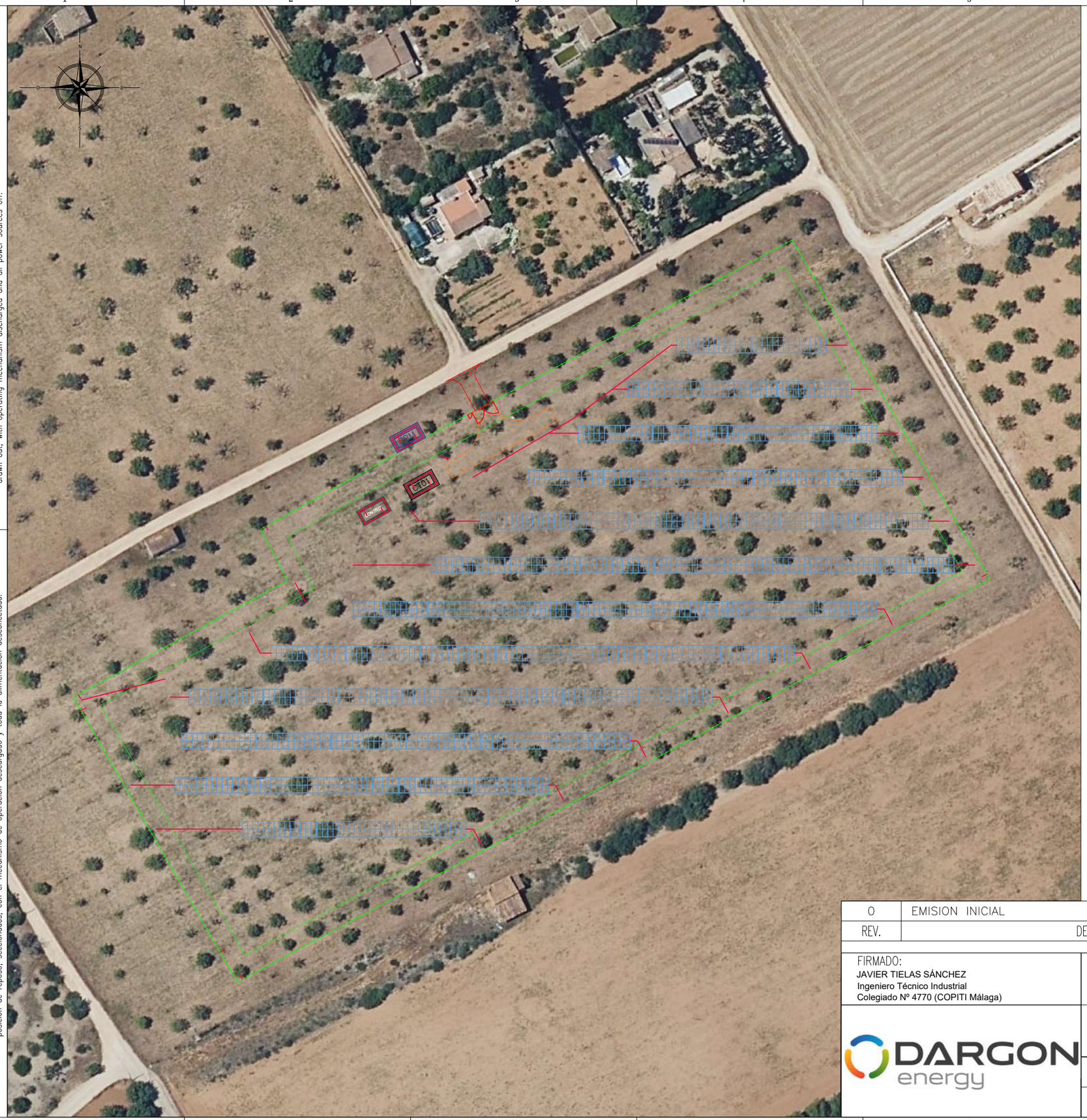
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA PAT
ZANJA PUESTA A TIERRA

LEYENDA	
ESTRUCTURA FIJA - 1 STRING	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
VALLADO	CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
RETRANQUEO 5 M	CENTRO DE CONTROL
CAMINO INTERNO	
CAMINO DE ACCESO	

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.C.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: LAYOUT ZANJAS PAT

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: 1:1.000

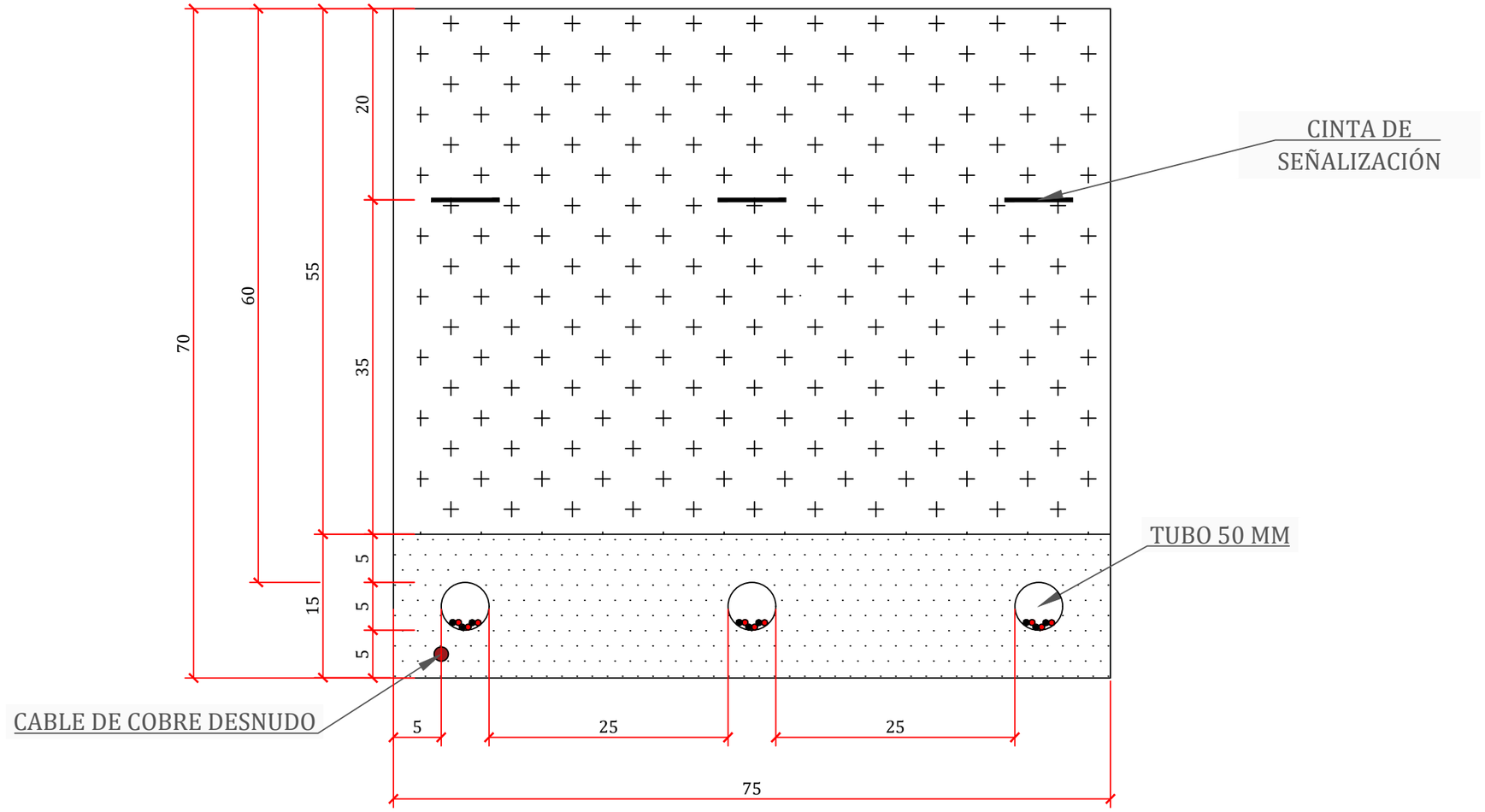
HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA

ARENA

MATERIAL DE EXCAVACION

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE DE ZANJA BT [CC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

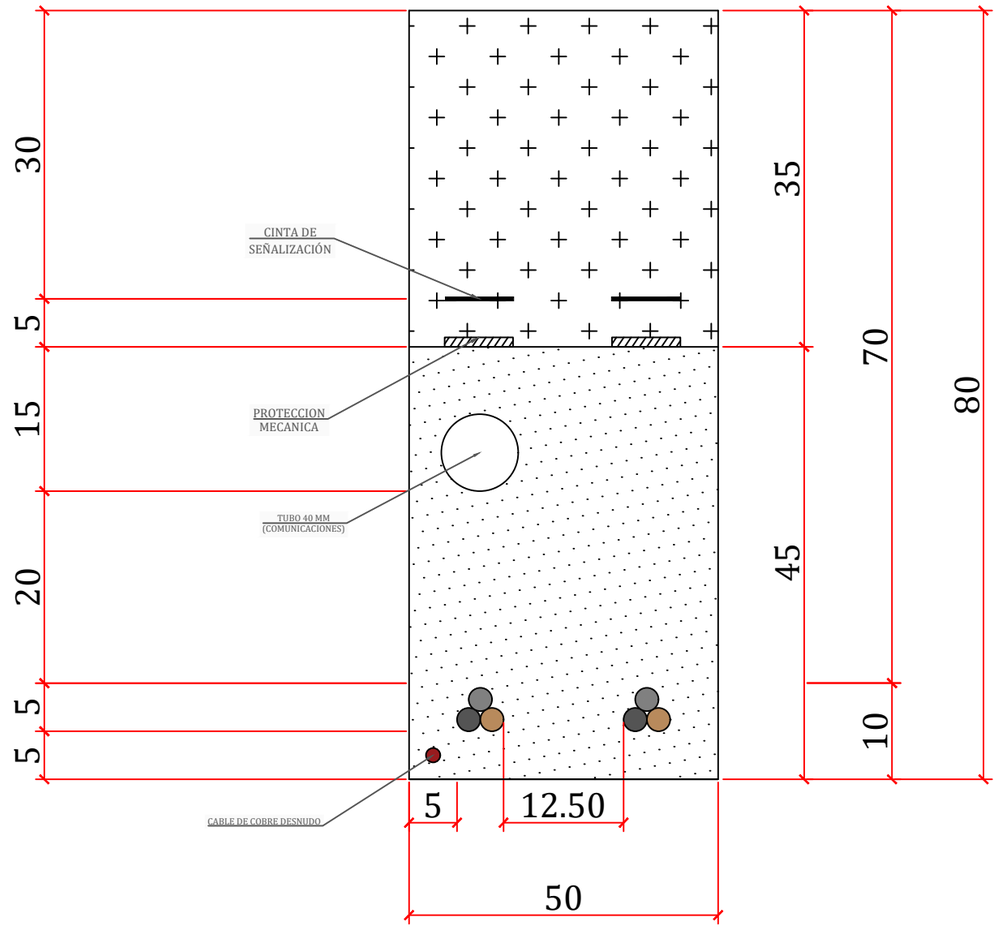
REVISION	ESCALA	HOJA
A	S.E.	01 de 04

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.



LEYENDA

- MATERIAL DE EXCAVACION
- ARENA

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE DE ZANJA BT [AC]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S.E.

HOJA 02 de 04

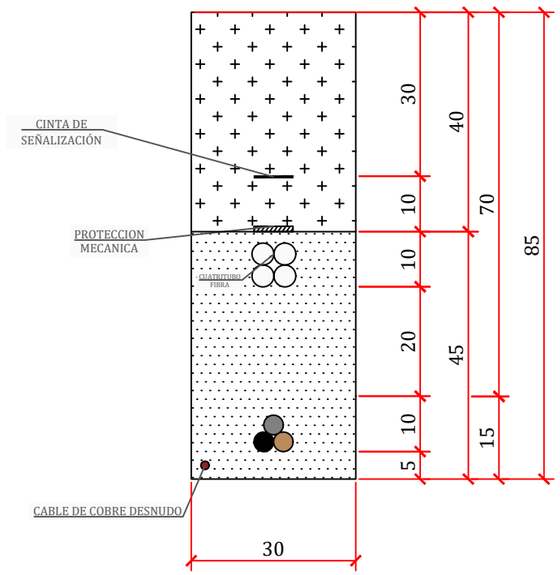
TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

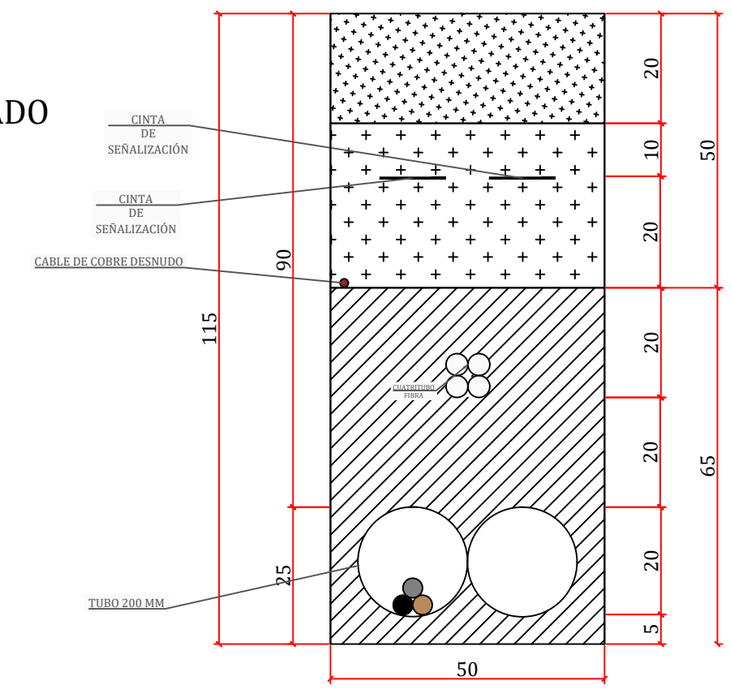
All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

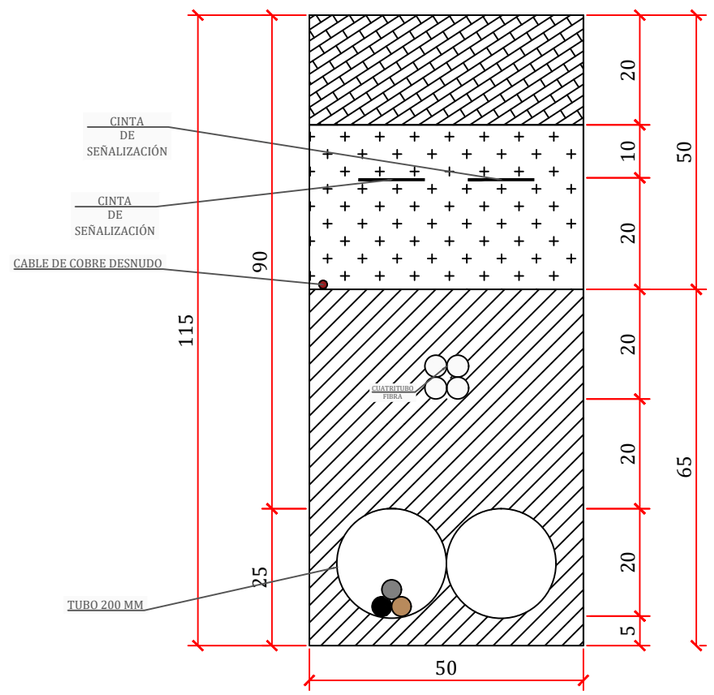
TIPO I - DIRECTAMENTE ENTERRADO



TIPO II - CANALIZACIÓN ENTERRADA EN ACERA Y TIERRA



TIPO III - CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO CAMINO



LEYENDA

- ACERA/TIERRA
- MATERIAL DE EXCAVACION
- HORMIGON
- ARENA

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE DE ZANJA [MT]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S/E

HOJA 03 de 04

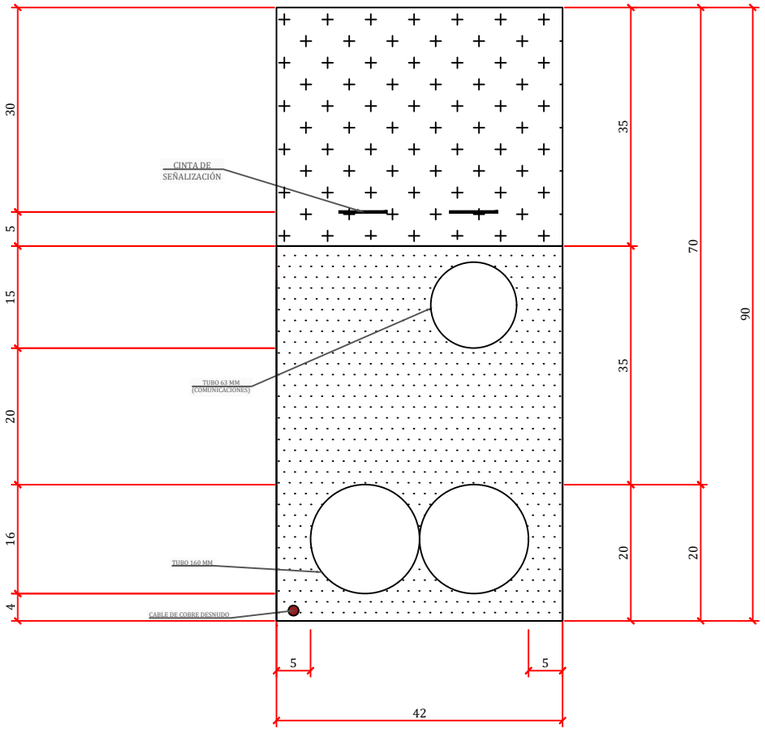
TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

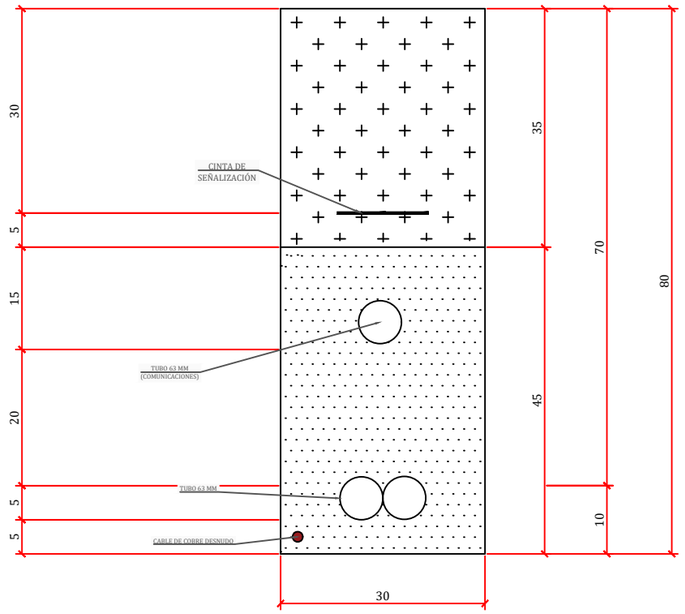
All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Las informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

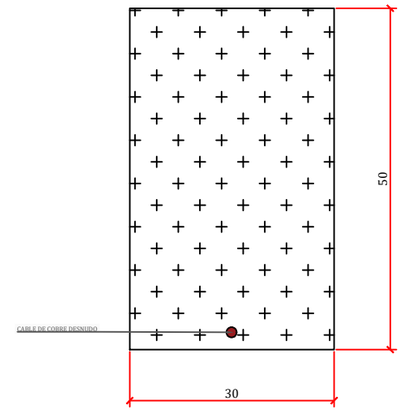
ZANJA SSAA



ZANJA CCTV



ZANJA PAT



LEYENDA

ARENA

MATERIAL DE EXCAVACION

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	18/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE DE ZANJA BT [SSAA/CCTV/PAT]

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S.E.

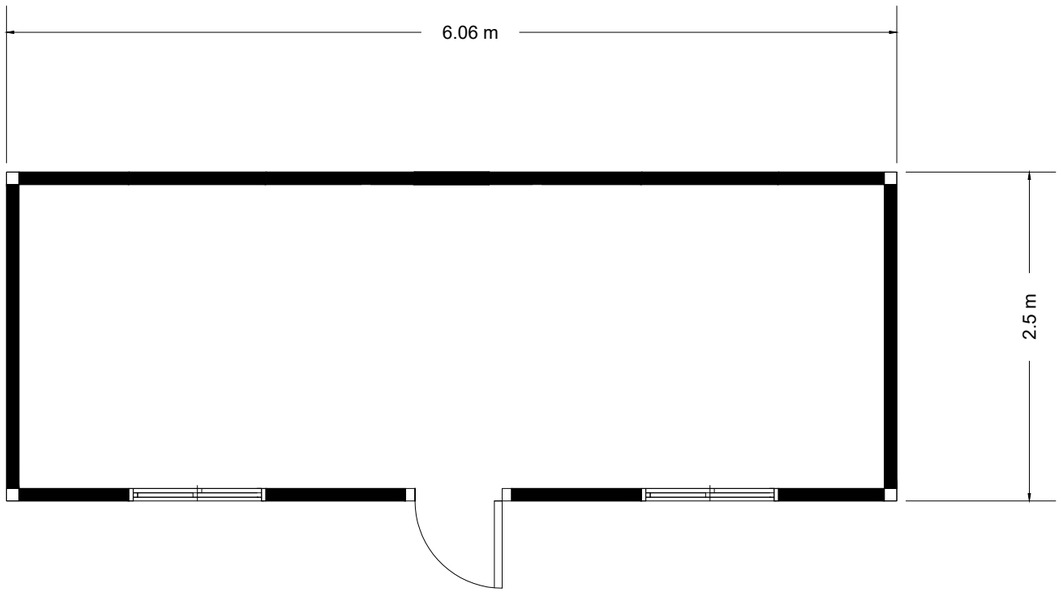
HOJA 04 de 04

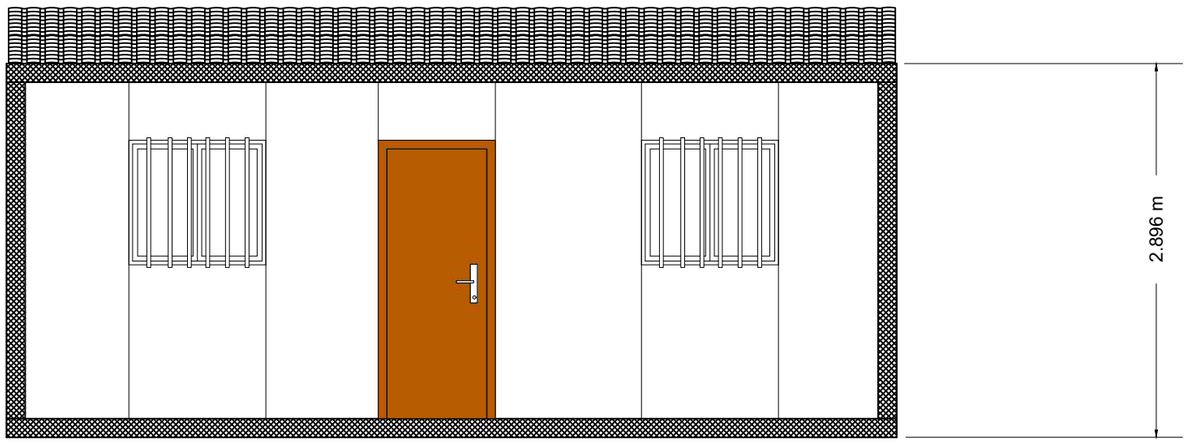
TAMAÑO A3

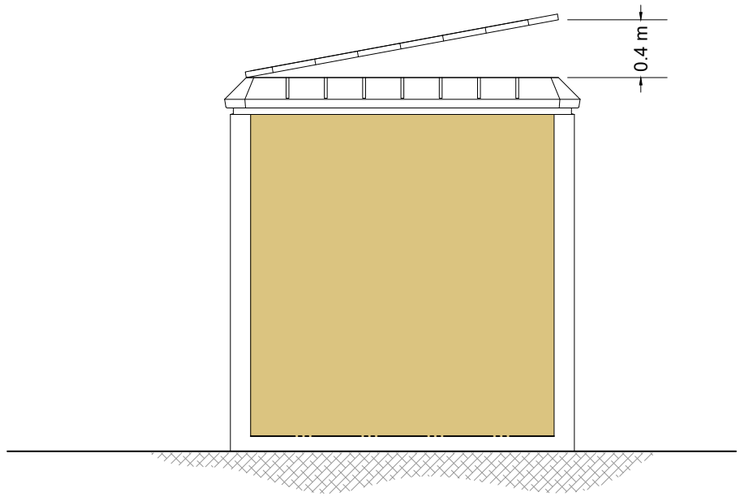
PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidas en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizadas o divulgadas a terceros sin su previa autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.







VISTA LATERAL CON CUBIERTA TEJA

NOTA: LOS MATERIALES Y LA COMPOSICIÓN DE ESTAS CONSTRUCCIONES SE ADAPTARÁN AL ENTORNO DONDE SE LOCALICEN TAL Y COMO SE INDICA EN LA NORMA 22 DEL PLA TERRITORIAL INSULAR DE MALLORCA.

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

DARGON energy

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: CASETA DE CONTROL

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S/E

HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3

PARA INFORMACION. NO APROBADO PARA CONSTRUCCION

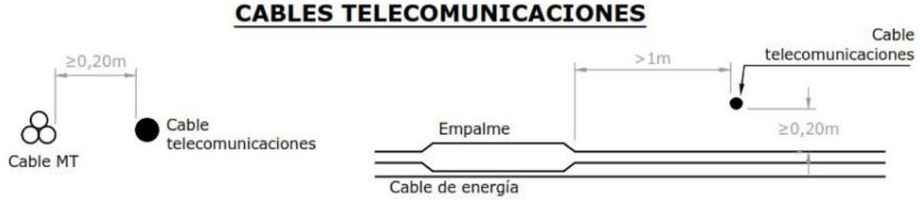
All techical information contained in this document is the exclusive property of the company and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution.All devices shown in this diagram are in open position drawn out, with operating mechanism discharged and all power sources off.

Los informaciones técnicas contenidos en este documento son propiedad exclusiva de la empresa y no podrán ser utilizados o divulgados a terceros sin su previo autorización escrita. Solamente estos diagramas estarán habilitados para su ejecución luego del registro del pedido. Todos los dispositivos representados se encuentran en posición de reposo, seccionados, con el mecanismo de operación descargado y toda la alimentación desconectada.

OTROS CABLES DE ENERGÍA DE OTROS DISTRIBUIDORES



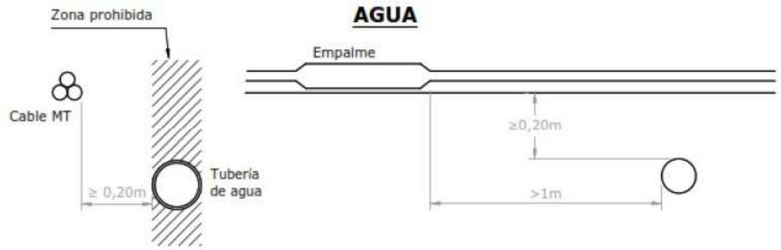
CABLES TELECOMUNICACIONES



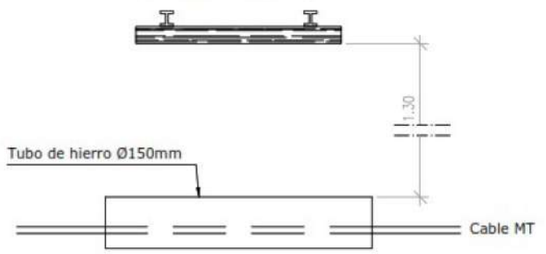
ALCANTARILLADO



AGUA

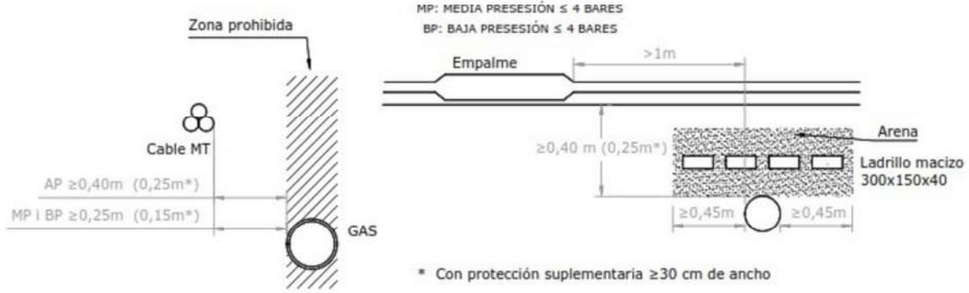


FERROCARRIL



GAS

AP: ALTA PRESESIÓN >4 BARES
MP: MEDIA PRESESIÓN ≤ 4 BARES
BP: BAJA PRESESIÓN ≤ 4 BARES



* Con protección suplementaria ≥30 cm de ancho

Instalación	Distancia	
	Cruzamiento	Paralelismo
Calles y carreteras	D ≥ 0,60 m	–
Ferrocarriles	D ≥ 1,10 m La canalización rebasará la vía férrea 1,5 m por cada extremo	–
Otros cables de energía eléctrica	D ≥ 0,25 m Distancia del punto de cruce a los empalmes ≥ 1 m	De una misma empresa ≥ 0,20 m Distintas empresas ≥ 0,25 m
Cables de telecomunicación	D ≥ 0,20 m	≥ 0,20 m
Canalizaciones de agua	D ≥ 0,20 m	≥ 0,20 Distancia entre empalmes y juntas y en arterias importantes ≥ 1 m
Canalizaciones y acometidas de gas	Sin protección suplementaria D ≥ 0,60 m Con protección suplementaria D ≥ 0,25 m Distancia entre empalmes cables y juntas canalizaciones de gas ≥ 1 m	Sin protección suplementaria: AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,25 m Con protección suplementaria: AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,15 m Distancia entre empalmes y juntas ≥ 1 m

REV.	DENOMINACION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
0	EMISION INICIAL	15/03/24	I.M.A.	J.T.S.	F.O.G.

FIRMADO:
JAVIER TIELAS SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4770 (COPITI Málaga)

PROYECTO: PSFV SMARIA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TITULO: DETALLE CRUCES Y PARALELISMOS

CODIGO PROYECTO: 24.ESP.PS.000.04.SMA

CODIGO CONTRATISTA:

REVISION: A

ESCALA: S.E.

HOJA 01 de 01

TAMAÑO A3