COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
- DOCUMENTO Nº2: ANEJOS
- DOCUMENTO Nº3: PLANOS
- DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO
- DOCUMENTO Nº5: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

TABLAS RESUMEN 3
1 ANTECEDENTES 6
2 OBJETO Y ALCANCE 7
3 DATOS DEL PROMOTOR 8
4 NORMATIVA DE APLICACIÓN 9
4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 9
4.2 OBRA CIVIL 10
4.3 SEGURIDAD Y SALUD 11
4.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO 12
4.5 EQUIPOS 13
5 UBICACIÓN Y ACCESO 14
5.1 UBICACIÓN 14
5.2 RUTA DE ACCESO AL PFV 16
6 PFV RALLAMBLAR 18
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL 18
6.2 CRITERIOS DE DISEÑO 18
6.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA 20
6.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 20
6.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 20
6.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE 22
6.4.3 INVERSORES 23
6.4.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 23
6.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA 27
6.4.6 SERVIDOR WEB 28
6.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 28
6.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO 28
6.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS 31
6.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA 33
6.5.4 PUESTA A TIERRA 34
6.6 OBRA CIVIL 35
6.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL 35
6.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS 36
6.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO 37
6.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES 39
6.6.5 CIMENTACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 39
6.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO 39
6.7 INSTALACIONES AUXILIARES 41
6.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA 41

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.7.2 VALLADO PERIMETRAL 41
6.7.3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA 41
6.7.4 CASETA DE CONTROL Y MANTENIMIENTO 42
6.7.5 ESTACIÓN METEOROLÓGICA 42
7 INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN DEL PFV 43
7.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO 44
7.1.1 UBICACIÓN 44
7.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO 44
7.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL 46
7.1.4 SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN PARA SERVICIOS AUXILIARES 49
7.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN 49
7.1.6 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN HASTA LAS CELDAS 59
7.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO 60
7.2.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA 60
7.2.2 TERMINACIONES 61
7.2.3 EMPALMES 62
7.2.4 PUESTAS A TIERRA 62
7.2.5 CABLE DE COMUNICACIONES 62
7.2.6 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 63
7.2.7 ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO 64
7.2.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN 64
7.2.9 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS EN LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 65
7.3 APOYO DE CONEXIÓN 67
7.3.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 67
7.3.2 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA 67
7.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO AÉREO 68
8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS 77
9 FASES DEL PROYECTO 78
9.1 ESTUDIO DEL PROYECTO 78
9.2 CONSTRUCCIÓN 78
9.3 FUNCIONAMIENTO 78
9.4 DESMANTELAMIENTO 78
10 PLANIFICACIÓN 80
11 CONCLUSIÓN 81

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

TABLAS RESUMEN

Tabla 1: Resumen PFV RALLAMBLAR

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	
Datos generales	
Promotor	DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL, CIF B-10775476
Término municipal del PFV	Santa Eulalia del Campo (Teruel)
Capacidad de acceso	1,0 MW
Potencia inversores (a 25ºC)	1,125 MW
Potencia total módulos fotovoltaicos	1,3 MWp
Superficie vallada del PFV	2,21 ha
Ratio ha/MWp	1,7
Radiación	
Índice de radiación MEDIO DIARIO del PFV	4,62 kWh/m^2/día
Índice de radiación ANUAL de la planta en *(dato medio diario x 365 días)*	1.687 kWh/m^2
Producción energía	
Estimación de la energía eléctrica producida anual (MWh/año)	2.386
Producción específica (kWh/kWp/año)	1.836
Performance ratio	85,35 %
Datos técnicos	
Módulos fotovoltaicos bifaciales de 570 Wp	2.280
Seguidor solar 1 eje para 1 cadena (1V30)	34
Seguidor solar 1 eje para 2 cadenas (1V60)	21
Inversor fotovoltaico	9 x 125 kW (a 25ºC)
Centro de transformación	1 x 1,25 MVA
Controlador de planta fotovoltaica	1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 2: Resumen Línea subterránea de PFV a Centro de seccionamiento

LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 kV DE PFV A CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
Tensión nominal	20 kV
Tensión más elevada	24 kV
Factor de potencia (cos φ)	0,95
Frecuencia	50 Hz
Categoría	A
Nº de circuitos	1
Cable	RH5Z1 XLPE 3x1x240 mm² Al
Longitud de cable por circuito:	53 m
Longitud de zanja:	43 m
Terminales Centro de Entrega	3 – GIS
Terminales Centro de Seccionamiento	3 – GIS

Tabla 3: Resumen Centro de Seccionamiento

CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
Tipo	Prefabricado en Superficie
Tipo de aparamenta	GIS
Tensión nominal	20 kV_{ef}
Tensión asignada	24 kV_{ef}
Frecuencia nominal	50 Hz
Puestas a tierra	1 Puesta a tierra de protección (masas)
Celdas	
- *Instalación privada* • 1 Celda de línea con interruptor-seccionador para llegada de línea de cliente. • 1 Celda de medida. • 1 Armario de medida. • 1 Celda de protección con interruptor automático y protecciones. • 1 Celda de remonte • 1 Celda de protección con fusibles y transformador de tensión para servicios auxiliares - *Instalación a ceder a EDistribución (ubicada en recinto independiente con acceso)* • 1 Celda de línea con interruptor-seccionador para frontera con la instalación del cliente. • 2 Celdas de línea con interruptor-seccionador para entrada y salida de línea. • 1 Celda de protección con fusibles y transformador de tensión para servicios auxiliares • 1 Cuadro de baja tensión • 1 Armario de telemando • 1 Armario de telecontrol.	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 4: Resumen línea E/S

TRAMO SUBTERRÁNEO DE ENTRADA/SALIDA CS - LÍNEA 20 kV "VILLARQUE"	
Categoría	A
Nº de circuitos	2
Cable	RH5Z1 XLPE 3x1x240 mm^2 Al
Longitud de cable por circuito:	55 m
Longitud de zanja:	38 m
Profundidad tipo de la instalación	Enterrada bajo tubo seco – 1,12 m
Terminales Centro de Seccionamiento	6 - GIS
Terminales en apoyo de paso subterráneo - aéreo	6 - intemperie
Tipo de aislamiento	Composite

Tabla 5: Resumen sustitución apoyo

SUSTITUCIÓN DEL APOYO DE CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
Tensión nominal	20 kV
Tensión más elevada	24 kV
Factor de potencia (cos φ)	0,9
Categoría	Tercera
Frecuencia	50 Hz
Longitud total de la línea (m)	186 m (reinstalar)
Zona climática	B
Nº de circuitos	2
Velocidad de viento considerada	120 km/h
Nº de conductores por fase	1
Conductor	47-AL1/8-ST1A (LA-56)
Temperatura máxima de tendido del conductor	50ºC
Capacidad de transporte del conductor	6,21 MW
Tipo de aislamiento	Composite

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1 ANTECEDENTES

La sociedad DESARROLLOS DEL TORRAJICO S.L. está promoviendo el PARQUE FOTOVOLTAICO (PFV) RALLAMBLAR, de 1 MW de capacidad de acceso y 1,125 MW de potencia instalada en el Término Municipal de Santa Eulalia del Campo, provincia de Teruel.

El 6 de octubre de 2022 se deposita una garantía ante la Sección de Industria, Competitividad de Desarrollo Empresarial del Gobierno de Aragón para el PFV RALLAMBLAR, en cumplimiento del artículo 23 del RD 1183/2020.

El 1 de febrero de 2023 se recibe el pronunciamiento sobre la adecuada constitución de dicha garantía económica por parte de la Dirección General de Energía y Minas del Gobierno de Aragón.

Con fecha 2 de enero de 2024 se obtiene permiso de acceso y conexión para el PFV RALLAMBLAR de 1 MW en la línea 20 kV VILLARQUE de E-DISTRIBUCIÓN.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2 OBJETO Y ALCANCE

El presente proyecto se redacta con objeto de describir la obra civil y las instalaciones eléctricas del **Parque Fotovoltaico RALLAMBLAR y su infraestructura de evacuación**, ubicados en el Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel).

El presente proyecto está compuesto por Memoria y Anejos, Presupuesto, Planos, Estudio de Seguridad y Salud y Pliego de Condiciones, en los que se describen, justifican y valoran el parque fotovoltaico, la infraestructura de evacuación del parque fotovoltaico, que comprende la línea subterránea de media tensión entre el centro de transformación del PFV y el Centro de seccionamiento, así como el propio Centro de Seccionamiento y la Línea Subterránea de 20 kV de entrada/salida que realiza el seccionamiento de la línea de MT VILLARQUE, punto de entrega final de la energía.

Se adjunta a continuación esquema de las infraestructuras:

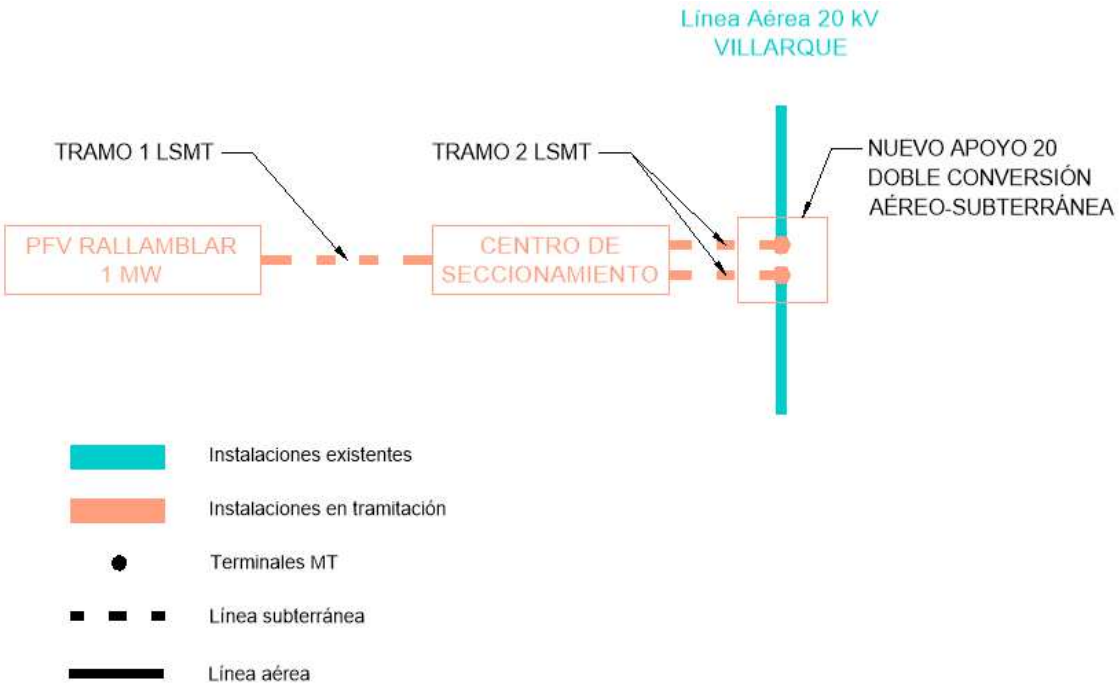


Ilustración 1: Infraestructuras de evacuación del parque fotovoltaico

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3 DATOS DEL PROMOTOR

- Titular: **DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL**
- CIF: B-10775476
- Domicilio a efectos de notificaciones: C/ Argualas nº40, 1ª planta, D, CP 50.012 Zaragoza
- Teléfono: 876 712 891
- Correo electrónico: info@atalaya.eu

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto 1183/2020, de 19 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- 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-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.
- 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.
- REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- 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 (BOE 09.06.14)
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19.03.08)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18.09.07)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14))

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Real Decreto 1066/2001, del 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. (BOE 29.09.01)
- 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 27.12.00)
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE 27.12.13)
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. (BOE 28.11.97)
- Normas Técnicas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Proyecto Tipo Línea Aérea de Media Tensión – AYZ10000 1ª Edición (E-DISTRIBUCIÓN).
- Proyecto Tipo Línea Subterránea Media Tensión– DYZ10000 1ª Edición (E-DISTRIBUCIÓN).
- NRZ102 - Especificaciones Particulares de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.: Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Consumidores en Alta y Media Tensión, y su Guía de Interpretación.
- NRZ104 - Especificaciones Particulares de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.: Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión, y su Guía de Interpretación.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

4.2 OBRA CIVIL

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. (BOE 10.08.21).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

4.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- 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, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

4.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-RAT 02 del 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. (BOE 09.06.14)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT 02 del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19.03.08)
- Serán de obligado cumplimiento las normas de referencia detalladas en la ITC-BT 02 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14)).

4.5 EQUIPOS

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.
- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
- La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales, UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento, y según la IEC 62116: *Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters*.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5 UBICACIÓN Y ACCESO

5.1 UBICACIÓN

El parque fotovoltaico RALLAMBLAR está ubicado a 998 metros sobre el nivel del mar en el término municipal de Santa Eulalia del Campo, en la provincia de Teruel, como se puede observar en la siguiente ilustración.

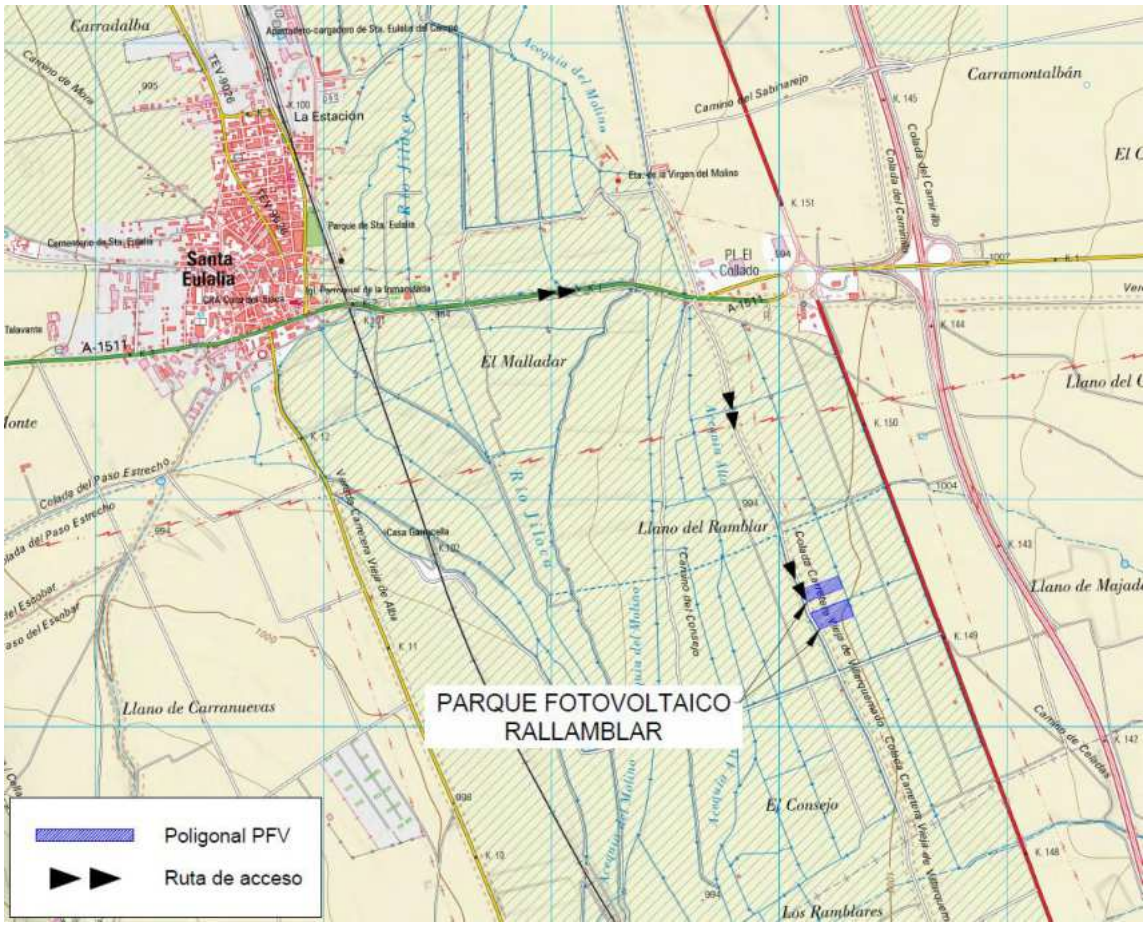


Ilustración 2: Poligonal PFV

Las fincas destinadas para la implantación del PFV se encuentran detalladas en el *Documento Anejos* y en el *Documento Planos*. En la siguiente tabla se recogen las dimensiones generales del parque:

Tabla 6: Dimensiones PFV

Dimensiones PFV	
Superficie vallado PFV	2,21 ha
Longitud del vallado del PFV	930 m

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Las coordenadas geográficas ETRS89 UTM 30N de lugar se encuentran disponibles en el *Documento Anejos.*

En cuanto a la ubicación elegida, los siguientes factores determinan la idoneidad del emplazamiento:

- Recurso solar: la provincia presenta unas condiciones de irradiación solar favorables, presentándose valores de radiación relativamente altos. Esto puede verse en la Ilustración 3 donde se muestra la radiación global media para la región peninsular de España.

Ilustración 3: Irradiación global horizontal [1994-2018] (kWh/m²-día)[1]

- Emplazamiento en Suelo Rústico: las instalaciones fotovoltaicas exigen una ocupación de terreno relativamente extensiva por unidad de potencia eléctrica instalada, por lo que es económicamente inviable su instalación en suelo industrial, su único emplazamiento posible es en suelo rústico de bajo valor económico.

[1] https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/spain

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Idoneidad del terreno escogido: es tierra de labor o labradío secano, improductivo o pasto. No existe ningún tipo de protección sobre el mismo ni presenta valores medioambientales de interés.

5.2 RUTA DE ACCESO AL PFV

Los caminos para acceder al emplazamiento donde se va a construir el parque deberán ser adecuados para el transporte de toda la maquinaria, así como de todos los materiales e infraestructuras, garantizando la seguridad e integridad de personas e infraestructuras. En los casos necesarios, a lo largo del trazado se realizarán las modificaciones que sean necesarias. A continuación, se resume la información del trazado para el transporte de la maquinaria y el transporte del material necesario para la construcción del parque.

La ruta de acceso parte de la A-1511 dirección Santa Eulalia del Campo – Alfambra. Aproximadamente en el pk 1 se debe girar a la derecha para tomar el camino de tierra existente.

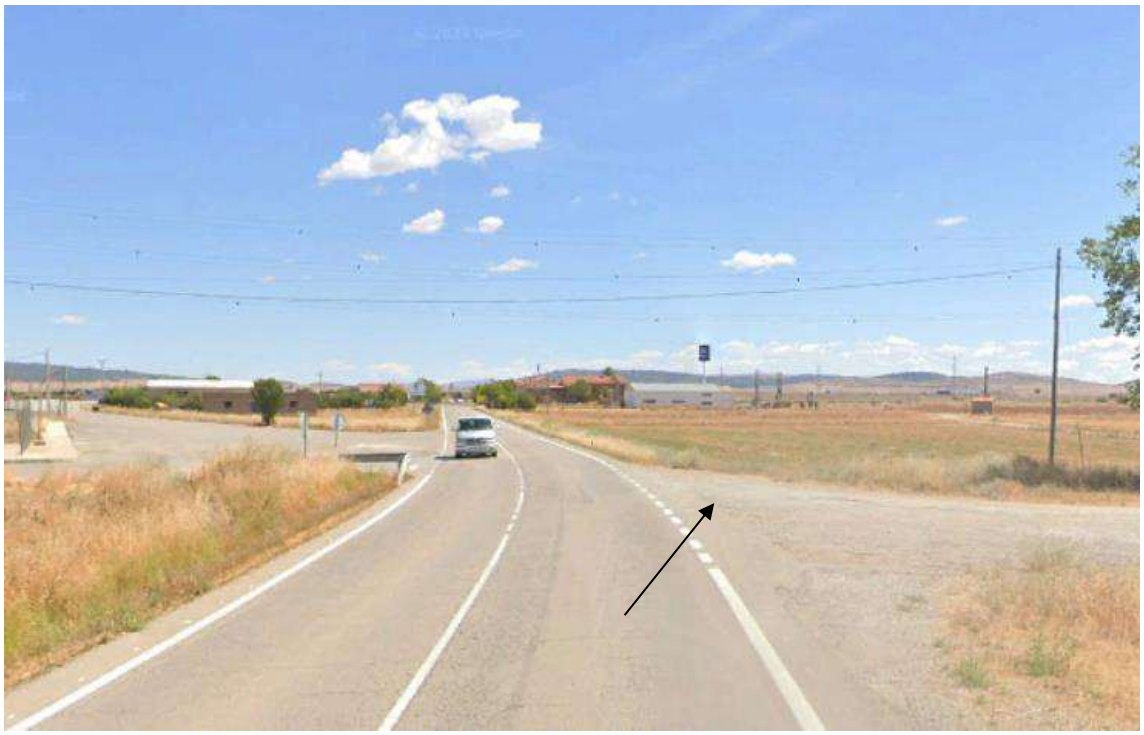


Ilustración 4: Desvío hacia camino de tierra

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Una vez tomado este camino existente, se debe girar a la izquierda

Ilustración 5. Desvío hacia la izquierda

Avanzando 1,4 km por el camino de tierra se llega a la entrada del PFV Rallamblar

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6 PFV RALLAMBLAR

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las infraestructuras del sistema fotovoltaico de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales: un generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante módulos fotovoltaicos, y una parte de transformación de esta energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su inyección a la red.

El conjunto está formado por 2.280 módulos fotovoltaicos bifaciales de silicio monocristalino de 570 Wp, 34 seguidores fotovoltaicos a un eje con configuración 1V30 y 21 de 1V60, con pitch de 4,5 metros, 9 inversores fotovoltaicos de 125 kW a 25ºC, agrupados en un Centro de Transformación (CT) de 1,25 MVA, conectado mediante un circuito subterráneo de media tensión hasta el Centro de Seccionamiento de nueva construcción de la línea de E-DISTRIBUCIÓN.

6.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto eléctrico del parque fotovoltaico se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones.

1. La distancia entre módulos (pitch):

   Se ha optimizado en función de:

   - Maximizar la producción de energía.
   - Minimizar las pérdidas por sombras entre los seguidores.
   - Superficie de terreno disponible.

   Se determina un pitch de 4,5 m.

2. El número de módulos en serie de las ramas:

   Este número está limitado por los siguientes valores:

   - Voc: La tensión de circuito abierto a la temperatura máxima de la celda debe de estar por debajo de la máxima tensión admisible del inversor.
   - Vmpp:
     - La tensión a la máxima potencia a la temperatura mínima de la celda debe de estar por debajo del límite superior de tensión a máxima potencia del inversor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- La tensión para la máxima potencia a la temperatura máxima de la celda debe ser mayor que la tensión mínima para la potencia nominal del inversor.

En este caso, se ha seleccionado 30 módulos en serie por rama.

3. <u>El número de ramas que entran al inversor será menor que el número máximo de entradas que ésta permite (12):</u>

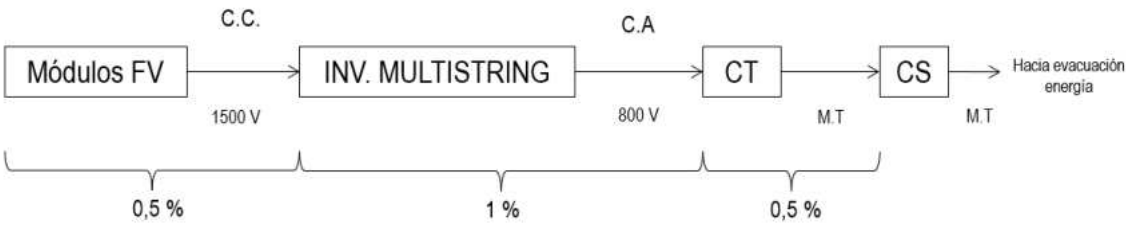
   Se conectan al inversor 8 o 9 ramas.

4. <u>La óptima ubicación del CT</u>

   Se han tenido en cuenta los criterios de:

   - Sombras: Para evitar provocar sombras en los módulos, se han ubicado al norte de estos. Cuando haya alguno ubicado al sur, se ha dejado siempre la separación del camino para evitar la sombra.
   - Pérdidas eléctricas: Con objeto de reducir las pérdidas en BT, se busca la mínima distancia posible de cable entre los inversores y los módulos. Así, los inversores están colocados aproximadamente en el centro de los bloques.
   - Zanjas y cableado: A fin de evitar costes elevados y labor de construcción, se busca la minimización de las longitudes de zanja y cableado eléctrico.

5. <u>Pérdidas eléctricas:</u>



   - En BT en corriente continua entre las ramas y el CT:
     - Caída tensión < 1,5 %
   - En MT entre el CT y el Centro de Seccionamiento (CS):
     - Caída tensión < 0,5 %
     - Pérdidas potencia < 0,5 % de la potencia total instalada

6. <u>Cumplimiento del Código de Red:</u>

   Para que la instalación sea capaz de aportar la energía reactiva marcada en el Código de Red (Orden TED/749/2020) y en la NTS (para este PFV – tipo B - 30% de potencia reactiva inductiva y 30 % de potencia reactiva capacitiva), se instala un

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

12,5 % más de potencia en inversores (1,125 MW) que la capacidad de acceso del PFV (1 MW).

7. Potencia instalada:

   En la disposición final tercera del RD 1183/2020 se define la potencia instalada como la menor entre la potencia máxima unitaria de los módulos fotovoltaicos que componen la instalación y la suma de las potencias máximas de los inversores. En este caso, la potencia en inversores (1,125 MW) es menor que la potencia de los módulos fotovoltaicos (1,3 MWp).

6.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La simulación energética se ha realizado mediante el programa PVSYST, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7: Producción de energía del PFV

Energía generada PFV	
Estimación de la energía eléctrica producida anual (MWh/año)	2.386
Producción específica (kWh/kWp/año)	1.836
Performance ratio	85,35 %

La metodología y los resultados completos del estudio de producción de energía se muestran en el *Documento Anejos*.

6.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

En este apartado se van a describir los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica de generación: los módulos fotovoltaicos, los seguidores de un eje, los inversores, los centros de transformación y el resto de infraestructura necesaria.

6.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

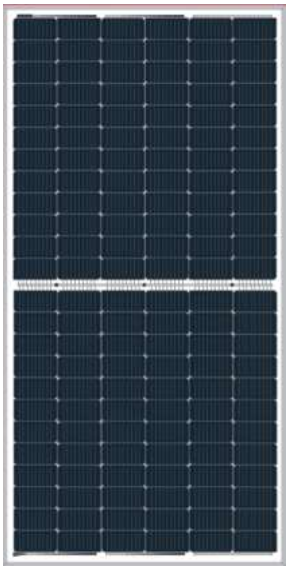
Para el presente estudio se consideran módulos fotovoltaicos bifaciales de silicio monocristalino de 570 Wp de la marca Trina Solar modelo TSM-DEG19RC.20 Vertex cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 8 y en el *Documento Anejos*.

El módulo cuenta con diodos by-pass para evitar problemas por sombreado parcial. Se colocan paralelo con las células fotovoltaicas para forzar a la corriente a circular por el diodo en caso de célula sombreada, por lo que se minimiza el recalentamiento del módulo y la pérdida de corriente de la matriz.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 8: Características del módulo fotovoltaico[2]. Fuente: Trina Solar

Trina TSM-DEG19RC.20			
Pmax	570	W	
Vmpp	38,40	V	
Impp	14,84	A	
Voc	45,70	V	
Isc	15,93	A	
Eficiencia	21,1	%	
V max sistema	1500	V_{DC}	
Coeficiente de T para Pmpp	-0,340	%/°C	
Coeficiente de T para Voc	-0,250	%/°C	
Coeficiente de T para Isc	0,040	%/°C	
Largo	2.384	mm	
Ancho	1.134	mm	
Alto	30	mm	
Área	2,703	m^2	
Tamaño de conductor	12 / 4	AWG /mm^2	
Peso del módulo	33,4	kg	

Como se muestra en la Ilustración 6, el fabricante de módulos fotovoltaicos asegura una vida útil de 30 años con una eficiencia de al menos el 84,95 % de su potencia nominal, y una dependencia lineal de la eficiencia con el tiempo.

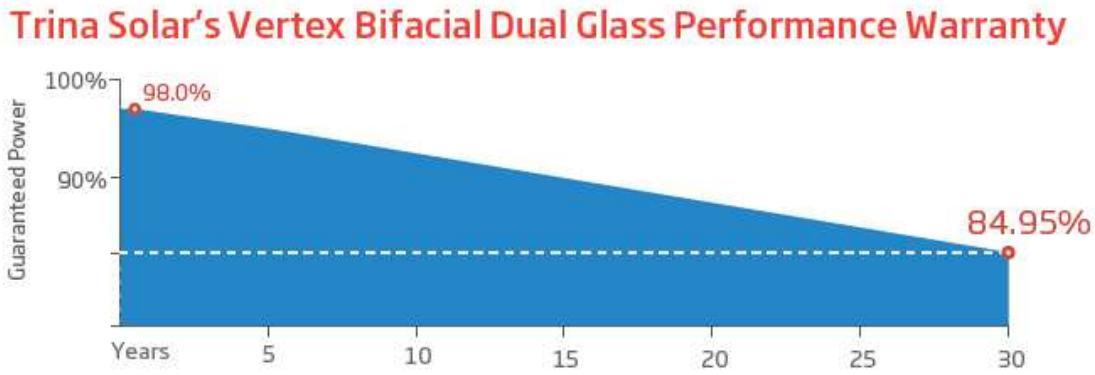


Ilustración 6. Rendimiento y vida útil del módulo fotovoltaico. Fuente: Trina Solar

[2] Datos proporcionados para condiciones estándar (STC): 1000W/m^2, 25ºC, AM1,5.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE

Para el máximo aprovechamiento de la radiación solar, y por tanto para la obtención del mayor rendimiento posible de la instalación, los módulos fotovoltaicos se montarán en estructuras mecánicas de acero que contarán con un sistema de seguimiento solar Este-Oeste mediante un eje Norte-Sur horizontal para seguir el movimiento diario del sol.

La distribución de los seguidores se diseña de forma que el pitch (la distancia entre los ejes de dos filas paralelas de seguidores fotovoltaicos) permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la construcción de viales de paso.

Para el presente proyecto se propone utilizar el modelo de seguidor solar a un eje MONOLINE+ 1P de PVH o similar, con dos tipos de configuraciones: de 60 (1Vx60) módulos por seguidor y de 30 (1V x 30) módulos por seguidor, con un pitch de 4,5 metros.

En las zonas en que se supere la pendiente máxima adecuada para el seguidor y en zonas de orografía irregular, se podrá realizar movimientos de tierras para adecuar la pendiente del terreno.

El control de la orientación de los módulos (rango +/- 60º) se realiza mediante una tarjeta electrónica con microprocesador y algoritmo con cálculos astronómicos con backtracking. Este control permite modificar la orientación de los módulos en caso de viento excesivo u horas de baja iluminación. El sistema de control de los seguidores es a través de Ethernet con transmisión inalámbrica Zigbee/Nora.

El seguidor cuenta con un sistema de almacenamiento de energía para el funcionamiento durante horas de baja producción fotovoltaica. La alimentación del sistema motriz se realizará por medio de placa fotovoltaica dedicada instalada en el mismo seguidor.

El seguidor permite cimentaciones de varios tipos como por hincado directo, pre-drilling + hincado, micropilote, pre-drilling + compactado + hincado que lo hacen apto para gran tipo de terrenos. El equipo contará con sensor de inclinación

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.4.3 INVERSORES

Los inversores se encargan de transformar la tensión de corriente continua de los paneles fotovoltaicos en tensión de corriente alterna apta para la conexión a la red eléctrica.

Para el parque proyectado se utilizará el inversor trifásico modelo SG125HX de la marca Sungrow (o similar), cuyas características técnicas se resumen en la Tabla 9. Este inversor permite hasta 12 (2 x 6) entradas de corriente continua en paralelo a las que se conectan las ramas. Los fabricantes dan varias potencias para diferentes temperaturas ambiente, siendo la máxima potencia del inversor aquella asociada a la menor temperatura ambiente, en este caso 25ºC.

Tabla 9: Especificaciones técnicas de inversor

Modelo		SG125HX
Salida	Potencia activa máxima a 25ºC (kW)[3]	125
	Potencia Nominal a 40ºC (kW)	125
	Potencia Nominal a 50ºC (kW)	113,6
	Máxima corriente de salida (A)	90,2
	Tensión (V_{ac})	800
	Frecuencia (Hz)	50
	Factor de potencia	1
Entrada	Mínima Tensión M_{pp} (V_{dc})	860
	Máxima Tensión M_{pp} (V_{dc})	1.300
	Máxima tensión (V_{dc})	1.500
	Máxima corriente por MPPT (A)	30
	Máxima corriente cortocircuito por MPPT (A)	50

6.4.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se propone utilizar una solución integrada que incluye el cuadro de BT, el centro de transformación y la aparamenta de MT en una misma estación denominada centro de transformación.

[3] La norma UNE-EN 50524 indica en su apartado “4.5 Caracterización del rendimiento de operación” que la potencia nominal se da a la tensión de entrada nominal y a la temperatura ambiente de (25 ±3) ºC.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 10: Descripción general de componentes del centro de transformación

Designación	Descripción
Cuadro de BT (CBT)	Los CBT reciben los cables de entrada de los inversores y los conectan al transformador situado en el CT.
Transformador de MT	Convierte el voltaje de salida del inversor al nivel de voltaje de la red de MT.
Compartimiento de MT	Aparamenta de MT: Conecta y desconecta el transformador de MT a la red de MT.
	Transformador de BT: El transformador de BT provee el voltaje para los equipos auxiliares del CT.
	Estación sub-distribuidora: Contiene los fusibles e interruptores para el suministro de voltaje.
Plataforma de Servicio	Plataforma elevada que facilita la operación de los dispositivos.

6.4.4.1 Cuadro de BT

Los CBT reciben los cables de salida de los inversores y los conectan al transformador situado en el CT. El cuadro está fabricado acorde a la norma UNE-EN 61439 y tiene nivel de aislamiento IP55. Dispone de 12 entradas con bases BTVC NH00 y una salida superior/trasera mediante interruptor de corte en cargar de hasta 1.250 A en AC.

Tabla 11: características principales cuadro de baja tensión

				CBT Metálico de exterior salida trasera
Características eléctricas	Tensión asignada de empleo		Ue (V)	800
	Intensidad asignada de empleo		Ie (A)	1.250
	Corriente asignada de corta duración admisible 1 segundo		(kA)	20
	Entradas procedentes de inversores			12
	Sección de cables de acometida (entradas de inversores)			Máx. 300 mm²
	Nº y sección de cables de salida al transformador		mm²	Máx. 4 x 240 mm²
	Tensión soportada a frecuencia industrial	Fase - Fase	kV	2,5
		Fase - Masa		10
	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Fase - Masa	kV	8
Grado de protección	IP			IP55
	IK			IK10

Para la protección de personas y bienes en el centro de transformación, se instalará un vigilante de aislamiento entre los conductores de fase activos y el conductor de tierra, superponiendo a la red una tensión de medida Um. Si se produce un fallo de aislamiento, el circuito de medida se cierra entre la red y tierra mediante el fallo de aislamiento RF, de modo que se produce una corriente de medida Im proporcional al fallo. Esta corriente

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

de medida causa una caída de tensión en la resistencia de precisión Rm, que es analizada por el sistema electrónico.

Si esta caída de tensión supera un valor determinado, que equivale a una resistencia de aislamiento determinada, se genera un mensaje de aviso. Los requisitos específicos que debe cumplir el vigilante del aislamiento se detallan en la norma EN 61557-8.

6.4.4.2 Transformadores

El transformador elevará la tensión de 800 V a la tensión de los circuitos de media tensión de 20 kV. El transformador es de tipo seco / aceite con conexión Dyn11 con bajos requisitos de mantenimiento y está optimizado para el mejor funcionamiento durante toda la vida útil de la planta.

Tabla 12: Características técnicas transformador

Características técnicas transformador		
Características eléctricas		
Potencia asignada	kVA	1.250
Tensión asignada	Ur	
Primaria	kV	20
Secundaria	V	800
Grupo de conexión		Dyn11
Pérdidas en vacío ($P_{0)}$	W	1.800
Pérdidas en vacío ($P_{k)}$	W	11.000
Impedancia de cortocircuito a 120 ° C	%	6
Dimensiones		
Largo	mm	1.640
Ancho		1.000
Alto con ruedas		2.146
Pesos		
Peso núcleo magnético	kg	1.850
Peso conductores	kg	750
Peso total	kg	3.050

La conexión eléctrica entre el cuadro de baja tensión y el transformador de potencia será con cables de 0,6/1 kV del tipo XZ1, unipolares, con conductores de sección y material 3x(3x1x240) Cu.

La conexión eléctrica entre el transformador y las celdas de MT será con cables de 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 3x1x240 Cu.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.4.4.3 Aparamenta

La aparamenta de media tensión incluye todo lo necesario para la conexión segura y automática a la red (interruptor, fusible, relés, protecciones, celdas…). Prácticamente no requiere de mantenimiento y permite una configuración versátil. Las celdas son de SF_6 aisladas herméticamente.

Cada centro de transformación tendrá:

- Una celda de salida con interruptor/seccionador en carga y seccionador de puesta a tierra.
- Celda/s de entrada con interruptor/seccionador en carga y seccionador de puesta a tierra.
- Una celda de transformador con interruptor-fusible combinado de salida y seccionador de puesta a tierra.

A continuación, se detallan las características de las celdas:

Celdas entrada/salida de línea con interruptor-seccionador

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

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre:	25 kA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

Celda de transformador con interruptor-seccionador

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

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA

Nivel de aislamiento

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

Capacidad de cierre: 25 kA

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

6.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

El controlador de planta fotovoltaica, PPC (de las siglas en inglés Power Plant Controler) se encuentra ubicado al lado de la celda de medida y permite:

- Gestionar la energía activa y reactiva para emparejar generación y consumo
- Regular el factor de potencia en el punto de acoplamiento común.
- Regular el voltaje en el punto de acoplamiento común.
- Inyección de corriente reactiva durante caídas de voltaje o inmediatamente después de éstos.
- Inyectar / absorber energía reactiva por la noche
- Controlar la potencia activa, regulación de frecuencia, control en rampa…
- Controlar ocasionalmente equipos adicionales como bancos de condensadores bobinas o baterías.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.4.6 SERVIDOR WEB

Cada inversor es accesible a través de internet introduciendo su dirección IP. En el caso que no hubiera conexión a internet, se puede acceder a los datos del inversor mediante un cable de Ethernet.

El servidor web, permite tanto el control remoto como la monitorización del PFV.

- Control:
  - Iniciar o parar el inversor
  - Definir el factor de potencia
  - Definir un máximo de potencia activa.
- Monitorización:
  - Parámetros eléctricos
  - Parámetros térmicos
  - Avisos y alarmas
  - Energía activa y reactiva generada

Toda esta información se puede enviar a un SCADA particular para su posterior análisis.

6.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

6.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

El esquema general de conexión de un parque fotovoltaico se puede observar en la Ilustración 7. Los módulos FV agrupados en ramas se conectan a los inversores, los cuales se conectan al cuadro de BT del centro de transformación, para su posterior conexión al transformador.

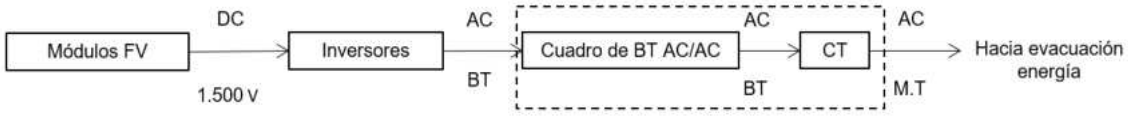


Ilustración 7: Esquema general de conexión del PFV

El PFV RALLAMBLAR está compuesto por 9 inversores de 125 kW a 25ºC, sumando un total de 1,125 MW. La potencia total de módulos fotovoltaicos es de 1,3 MWp.

Ilustración 8: Diagrama de potencias del PFV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.5.1.1 Tramo ramas de módulos FV – Inversores

Las ramas están formadas por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie. Los seguidores que sostienen los módulos son de configuración vertical. La configuración de los seguidores es de 1V x 30 y 1V x 60 por lo que cada seguidor contiene una o dos ramas de 30 módulos, respectivamente.

Los cables de baja tensión (BT) para la conexión entre las ramas y los inversores son de cobre de 2 x 1 x 4 / 6 / 10 mm^2 de sección de tipo ZZ-F con aislamiento 1,8 kV en continua. Van instalados bajo los seguidores fotovoltaicos hasta uno de los extremos donde bajan a tierra y se entierran en zanjas excepto en los cruces donde van entubados.

Para ajustar la potencia total de los módulos fotovoltaicos, se utilizan diferentes tipos de bloques inversor:

Tabla 13: tipos de bloques inversor

Bloque Inversor Tipo	A	B
Nº módulos/rama	30	30
Nº ramas	9	8
Nº módulos/inversor	270	240

Las características principales de los bloques inversor son las siguientes:

Tabla 14: características bloques inversor

Características bloque inversor	Inv. A	Inv. B
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	270	240
Módulos en serie	30	30
Ramas en paralelo	9	8
Cable String – Inversor	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 4 / 6 / 10 / Cu	
Fusible protección ramas	25A, 1.500 V	
Potencia máxima inversor (kW)	125	125
Potencia pico (kWp)	153,9	136,8
Número de bloques inversor en el PFV	4	5

6.5.1.2 Tramo Inversores - CT

Los cables de baja tensión para la conexión entre los inversores y el CT podrán ser de aluminio de 3 x 1 x 150/185/240/300 mm^2 de sección de tipo XZ1 con aislamiento 1,8 kV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

en continua e irán directamente enterrados en zanja excepto en los cruces donde irán entubados. En la Tabla 15 se resumen los elementos principales de esta instalación. En el *Documento Planos* se muestran en detalle estas configuraciones.

La configuración del bloque CT es la siguiente:

Tabla 15: Características bloques tipo CT

Bloque CT	Conf. 1
Número de bloques en el PFV	1
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	2.280
Módulos en serie	30
Ramas en paralelo	76
Bloques CT	4 Inv. A + 5 Inv.B
Cable Inversor - CT	XZ1 0,6/1 kV 3 x 1 x 150/185/240/300 Al
Fusibles protección CT	200/250 A, 1.500 V
Potencia módulos fotovoltaicos (kWp)	1.299,6
Potencia inversores a 25 ºC (kW)	1.125,0

6.5.1.3 PFV RALLAMBLAR

El PFV RALLAMBLAR está conectado en un único circuito eléctrico, que une el bloque de potencia con el Centro de Seccionamiento de 20 kV:

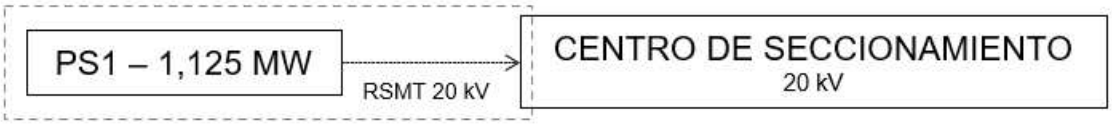


Ilustración 9: Esquema de conexión de la red de MT del PFV

Los componentes básicos para el parque fotovoltaico se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16: Componentes básicos para Parque Fotovoltaico

PFV RALLAMBLAR	
Descripción	**Cantidad**
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	2.280
Ramas en paralelo	76
Cable String – Inversor	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 4 / 6 / 10 / Cu
Fusible protección ramas	25A, 1.500 V
Bloques Inversor	4 Inv. A + 5 Inv. B
Cable Inversor - CT	XZ1 0,6/1 kV 3 x 1 x 150/185/240/300 Al
Fusibles protección CT	200/250 A, 1.500 V
Inversores SG125HX de 125 kW a 25ºC	9
Centro de transformación 1.250 kVA	1
Potencia total módulos fotovoltaicos (MWp)	1,300
Potencia en inversores a 25ºC (MW)	1,125
Capacidad de acceso (MW)	1,000

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

6.5.2.1 Circuitos de Baja Tensión

Los circuitos de energía eléctrica en BT corresponden a:

- CC: desde las ramas de módulos fotovoltaicos hasta los inversores
- CA: desde los inversores hasta el cuadro de BT y de éste al transformador.

Los cables de las ramas serán de tipo solar e irán instalados bajo los seguidores fotovoltaicos hasta uno de los extremos donde bajarán a tierra e irán enterrados bajo tubo hasta los inversores. Serán necesarios para evacuar la energía generada cables de cobre (Cu) 2 x 1 x 4 / 6 / 10 mm^2 de sección tipo ZZ-F/H1Z2Z2-K. Estos cables serán – según IEC 60228 - de cobre electrolítico estañado clase 5, finamente trenzado, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) HEPR 120ºC y cubierta exterior de elastómero termoestable libre de halógenos. El aislamiento y la cubierta están sólidamente unidos (aislamiento de dos capas). La tensión nominal del cable en CC es de 1,5 kV, siendo la máxima tensión de servicio admisible de 1,8 kV.

Los cables de BT para la conexión entre el inversor y el cuadro de BT del centro de transformación serán de aluminio (Al) de 3 x 1 x 150 / 185 /240/ 300 mm^2 de sección tipo XZ1. Según UNE-EN 60228, serán cables rígidos de clase 2, con aislamiento XLPE tipo DIX3 y cubierta tipo cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos. El nivel de aislamiento del cable será de 0,6/1 kV en CA e irá directamente enterrado en zanja excepto en los cruces donde irá entubado.

Los cables de BT para la conexión entre el cuadro de BT y el transformador serán de (Cu) de 3 x 3 x 1 x 240 mm^2 de sección tipo XZ1. Según UNE-EN 60228, serán cables rígidos de clase 2, con aislamiento XLPE tipo DIX3 y cubierta tipo cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos. El nivel de aislamiento del cable será de 0,6/1 kV en CA y estará colocado directamente al aire.

6.5.2.2 Circuitos de Media Tensión

Las celdas de MT se encuentran contiguas al transformador. La conexión entre el transformador y las celdas de MT se realizará con el mismo conductor que el del tramo entre el centro de transformación y el centro de seccionamiento.

La energía generada en el parque fotovoltaico se recoge con un circuito subterráneo de media tensión (20 kV) de 53 m, que une el centro de transformación con el Centro de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Seccionamiento de la línea VILLARQUE 20 kV, punto de entrega final de la energía. Esta red subterránea será en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, a 50 Hz de frecuencia y a la tensión nominal de 20 kV.

Tabla 17: Caída de tensión y pérdidas de potencia

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada MW	Intensidad Acumulada A	Long km	Nº de Ternas del tramo	Nº máx. de ternas que comparten zanja	Sección mm²	Imax A	Caída tensión %	Pérdida potencia %	Pérdida potencia kW
1	CT - CS	1,125	34,2	0,053	1	1	240	364,1	0,002%	0,002%	0,02
TOTAL Circuito1		**1,125**							**0,002%**	**0,002%**	**0,02**

Se puede ver que tanto las pérdidas de potencia como la máxima caída de tensión son inferiores a los límites establecidos.

El circuito se compondrá de una terna de tres conductores unipolares y de las características que se indican a continuación:

- Sección: ..... 240 mm²
- Designación UNE: ..... RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm² Al
- Tipo de cable: RHZ1
- Sección: ..... 240 mm²
- Tensión: ..... 12/20 kV
- Conductor: ..... Aluminio
- Aislamiento: ..... Polietileno Reticulado (XLPE)
- Pantalla: ..... Cinta de Al termosoldada y adherida a la cubierta
- Intensidad máxima: ..... I = 367 A
- Resistencia eléctrica 90ºC (R): ..... 0,161 Ω/Km
- Reactancia eléctrica (X): ..... 0,102 Ω/Km

La elección de estos conductores queda justificada en el *Anejo de Cálculos Eléctricos*.

Terminaciones

Las terminaciones se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Las terminaciones limitarán la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, las terminaciones admitirán las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Empalmes

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

Estos empalmes podrán ser enfilables, retráctiles en frío o con relleno de resina y no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado.

Protecciones

Para la protección contra sobrecargas, sobretensiones, cortocircuitos y puestas a tierra se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc.), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la línea subterránea en proyecto.

6.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

En caso de ser necesario, las comunicaciones a implementar en la línea subterránea se basarán siempre en fibra óptica tendida juntamente con el cable. Las líneas con cable subterráneo no pueden soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.

El cable de fibra óptica estará formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.

Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media mayor que 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90º C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

6.5.4 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre los elementos eléctricos que componen el PFV y electrodos enterrados en el suelo con objeto de garantizar la seguridad de personas y equipos en caso de faltas o descargas a tierra.

La red de tierras se realizará siguiendo un esquema IT. De esta forma, se conectarán todas las masas del parque entre sí y por otro lado se realizará un mallazo de tierra independiente para cada transformador de servicios auxiliares.

Todo el sistema estará interconectado en paralelo, y unirá también mediante un latiguillo de tierras toda la estructura metálica de la planta.

Alrededor de los centros de transformación se instalará un mallazo de tierra al cual se conectará todas las puestas a tierra previstas de los equipos, de forma que se forme un anillo entre los centros de transformación y el centro de control del parque. Este anillo será interconectado con la red de tierras de la planta.

La instalación de puesta a tierra estará constituida por una red de tierra mallada, reforzada por electrodos de puesta a tierra (en caso de ser necesario) para asegurar un valor de resistencia de puesta a tierra acorde a las indicaciones de los estándares de aplicación. A la malla se conectarán alternativamente las armaduras metálicas de pilares de hormigón, así como las estructuras metálicas.

Las características principales de la red de tierra se resumen a continuación:

- Cable de cobre desnudo:
  - 35 mm² bajo zanjas de Baja Tensión (BT).
  - 50 mm² bajo zanjas de Media Tensión (MT).
  - 50 mm² alrededor de las estaciones de potencia.
  - 50 mm² para los neutros de los transformadores de servicios auxiliares.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Picas de acero recubierto de cobre, de 2 m de longitud y diámetro 14 mm:
  - En el mallazo de puesta a tierra de las estaciones de potencia.
  - En cada inversor multistring.
  - A lo largo del vallado perimetral, ubicadas en los puntos donde se hallan los báculos del sistema CCTV
  - En la puesta a tierra de neutros de los transformadores de servicios auxiliares.

Los conductores de tierra se tenderán en la misma zanja que los circuitos de fuerza del parque directamente enterrados, y grapados a los postes de los seguidores hasta su canalización por zanja.

6.6 OBRA CIVIL

La instalación del PFV requiere una serie de actuaciones sobre el terreno para poder implantar todas las instalaciones necesarias para su construcción. Estas actuaciones comienzan con el desbroce y limpieza del terreno, y el movimiento de tierras necesario incluyendo accesos y viales interiores, así como las zanjas para el tendido de los diferentes circuitos de baja y media tensión.

Además, se realizarán todas las catas del terreno necesarias para efectuar todos los trabajos objeto del presente documento.

6.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL

Se trata de un terreno de tierra labrada sin vegetación, por lo tanto, el desbroce se considerará casi nulo.

El desbroce y limpieza del terreno de la zona afectada se realizará mediante medios mecánicos. Comprenderá los trabajos necesarios para la retirada de maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente en la zona proyectada.

En el trazado de caminos y zanjas se retirará la capa de tierra vegetal hasta una profundidad media de 25 cm.

La tierra vegetal no se llevará a vertedero. En el caso de la zanja, se acopiará en un cordón lateral de no más de 1 metro de altura junto a la excavación de la misma para su posterior extendido sobre ella, minimizando así el posible impacto visual que se

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

podría generar. En el caso de caminos, se acopiará la tierra vegetal retirada para su posterior extendido en parcelas adyacentes.

6.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dadas las características de la orografía, solo será necesario realizar movimientos de tierra en algunas zonas de la explanada donde se ubican los seguidores con objeto de adecuar el terreno a la pendiente asumible por los mismos.

Otros movimientos de tierra a realizar en la construcción del parque son los asociados a la formación de la explanada donde se ubica el centro de transformación, al trazado de los caminos interiores y de acceso al parque, así como a la ejecución de las zanjas para el alojamiento de los cables de baja y media tensión.

El trazado en planta y alzado de los caminos se ha ajustado a la orografía con el fin de minimizar el movimiento de tierras y siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Para poder calcular el volumen de las tierras se ha descargado del Centro Nacional de Información Geográfica un modelo digital del terreno obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos Lidar del Plan Nacional de Ortofotografia Aérea (PNOA) obtenidas por estereocorrelación automática de vuelo fotogramétrico PNOA con resolución de 25 a 50 cm/pixel.

Se ha intentado compensar el volumen de desmonte y terraplenado para aprovechar al máximo las tierras, de forma que el transporte de tierras a vertedero se vea reducido al mínimo posible.

El cálculo de la cubicación se ha realizado con el software topográfico MDT, obteniendo los siguientes resultados (ver tabla):

Tabla 18: Volumen de tierras y firmes de los ramales del PFV

		Vol. Tierras			Vol. Firmes	
EJE	Longitud (m)	Desmonte (m^3)	Terraplén (m^3)	T.Vegetal (m^3)	Subbase (m^3)	Base (m^3)
ADECUACIONES	14,24	56,69	32,39	40,49	24,30	16,20
CAMINOS INTERIORES	44,04	10,65	17,68	76,48	35,01	20,04
EXPLANADAS CT	-	18,23	15,63	13,02	-	-
EXPLANADA PFV	-	1.641,14	1.586,44	1.641,14	-	-
EXPLANADA CENTRO CONTROL	-	8,33	7,14	5,95	-	-
EXPLANADA CS	-	27,57	9,19	22,98	-	-

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

SUMA TOTAL	58,27	1762,61	1668,46	1800,06	59,30	36,23

- Volumen de desmonte = 1.762,61 m^3
- Volumen de terraplén = 1.668,46 m^3

De lo anterior se obtiene un balance de tierras de 94,15 m^3, en este caso se trata de tierras sobrantes. La gestión de las tierras consiste en reutilizarlas en la medida de lo posible en la propia obra, siendo el resto retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje o, si esto no fuera posible, a vertederos autorizados.

El movimiento de tierras calculado se ha realizado en base a cartografía básica, tal y como se ha indicado anteriormente, por lo que podrá sufrir variaciones con el estudio topográfico de detalle que se llevará a cabo antes de la ejecución del parque.

6.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

La red de viales del parque fotovoltaico está constituida por el vial de acceso al parque y los caminos interiores para el montaje y mantenimiento de los diferentes componentes.

En el diseño de la red de viales, se procede a la adecuación de los caminos existentes en los tramos en los que no tengan los requisitos mínimos necesarios para la circulación de los vehículos especiales, y en aquellos puntos donde no existan caminos se prevé la construcción de nuevos caminos.

Como características más importantes de los viales del parque hay que señalar el hecho de que se cumple con las especificaciones mínimas necesarias con un aprovechamiento máximo de los viales existentes, por lo que la afección resultante es la menor posible.

6.6.3.1 Vial de acceso

El acceso al PFV ha quedado descrito en el apartado RUTA DE ACCESO AL PFV.

Se contempla la adecuación del camino existente en los tramos en los que no tenga los requisitos mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los componentes fotovoltaicos.

Los caminos tendrán las siguientes características:

- Anchura del vial: 4 m

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 8 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 15 m.
- Talud de desmonte 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).
- Espesor de excavación de tierra vegetal de 25 cm.

6.6.3.2 Viales interiores

Los viales interiores del parque fotovoltaico partirán desde los puntos de acceso al recinto. Se construirán caminos principales que llegarán al centro de transformación.

Tendrán las siguientes características:

- Anchura del vial: 4 m
- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 8 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 15 m.
- Talud de desmonte 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).
- Espesor de excavación de tierra vegetal de 25 cm.

6.6.3.3 Drenaje

Para la evacuación de las aguas de escorrentía se dispone de dos tipos de drenaje: drenaje longitudinal y drenaje transversal.

Para el tipo de drenaje longitudinal, se han previsto cunetas laterales de tipo “V” a ambos márgenes de los viales con la sección y dimensiones adecuadas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El tipo de drenaje transversal se utilizará en los puntos bajos de los viales interiores en los que se puedan producir acumulaciones de agua, instalando en esos puntos obras de fábrica y/o vados hormigonados que faciliten la evacuación del agua.

6.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES

El método principal de instalación de seguidores fotovoltaicos en este parque es el hincado, ya que es el más apropiado debido a las características geológicas del terreno. Esta tecnología permite minimizar la afección sobre el terreno ya que no requiere cimentaciones.

Este sistema permite fijar cada pilote al terreno ajustando la profundidad del hincado mediante la utilización de una máquina hidráulica. Para ello, se fija el pilote a la parte superior de la máquina y mediante un control electrónico, se regula la velocidad, orientación y fuerza de hincado. Este proceso resulta ágil y económico.

Durante la fase de construcción del parque se llevará a cabo un estudio geotécnico del terreno, así como la prueba de hincado. Si en alguna de las zonas, el terreno no fuese apropiado para este método, se estudiará otro tipo de anclaje de la estructura, como podría ser mediante tornillo o zapata de hormigón.

6.6.5 CIMENTACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación se ubicará sobre plataforma de hormigón cubierta de cama de arena y con un acerado perimetral que evite la entrada de humedad, tanto si es un contenedor metálico o un prefabricado de hormigón.

La cimentación se realizará con base de zapatas de hormigón y muros de ladrillo de fábrica para el apoyo del contenedor y elevarlo sobre el nivel del terreno para facilitar la ventilación y el acceso al montaje y mantenimiento del cableado.

6.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO

Las zanjas tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de baja y media tensión, el conductor de puesta a tierra, el cableado de vigilancia y la red de comunicaciones.

El trazado de las zanjas se ha diseñado tratando que sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables utilizados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Las canalizaciones principales se dispondrán junto a los caminos de servicio, tratando de minimizar el número de cruces, así como la afección al medio ambiente y a los propietarios de las fincas por las que trascurren.

En el parque nos encontraremos con dos tipos de zanjas:

- Zanja en tierra
- Zanja para cruces

La tipología de las zanjas, ya sean de BT, MT o BT+MT, se definirá acorde a las necesidades del proyecto. Para ver las diferentes zanjas tipo consultar el *Documento Planos*.

6.6.6.1 Zanja en tierra

La zanja en tierra se caracteriza porque los cables se disponen enterrados directamente en el terreno, sobre un lecho de arena lavada de río. Las dimensiones de la zanja atenderán al número de cables a instalar.

Los cables se tienden sobre una capa base de unos 10 cm de espesor, y encima de ellos irá otra capa de arena hasta completar un mínimo de 30 cm. Sobre ésta se coloca transversalmente una protección mecánica (ladrillos, rasillas, cerámicas de PPC, etc.).

Posteriormente se rellenará la zanja con una capa de espesor variable de material seleccionado y se terminará de rellenar con tierras procedentes de la excavación, colocando a 25-35 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

6.6.6.2 Zanjas para cruces

Las canalizaciones en cruces serán entubadas y estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético, hormigonados, de suficiente resistencia mecánica y debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 160 ó 250 mm en función de la sección de conductor, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán protegidos por una capa de hormigón de HM-20 de espesor variable en función de los conductores tendidos.

El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación, con el mismo material que existía en ella antes de su apertura, colocando a 25-35 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

6.7 INSTALACIONES AUXILIARES

Se construirán instalaciones auxiliares para mantener la seguridad y el correcto funcionamiento del parque. Durante la fase de construcción se habilitará una zona de acopio que permita el desarrollo de la obra. El resto de instalaciones descritas a continuación serán de carácter permanente.

6.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA

Para facilitar las labores de construcción del PFV se dispondrán de zonas de acopio para depositar el material y maquinaria necesarios.

6.7.2 VALLADO PERIMETRAL

Para disminuir el efecto barrera debido a la instalación de la planta fotovoltaica, y para permitir el paso de fauna, el vallado perimetral de la planta se ejecutará dejando un espacio libre desde el suelo de 20 cm y con malla cinegética. El vallado perimetral tendrá una altura de 2 m y carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar. Las puertas de acceso a la planta solar serán de dos hojas.

El *Documento Planos* recoge los detalles constructivos de vallado y puerta.

6.7.3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Para la protección del perímetro se utilizará un sistema de vídeo vigilancia con cámaras térmicas motorizadas. Las cámaras se distribuirán por todo el perímetro de la instalación alimentándose mediante un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), los cables para esta alimentación se llevarán enterrados en zanjas que discurren por todo el perímetro del vallado.

El sistema analiza las imágenes de las cámaras detectando los objetos móviles e identifica personas o el tipo de objetos indicados. El sistema descarta objetos como

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

bolsas, sombras, reflejos, pequeños animales, etc… Cuando una persona accede al área que se ha señalado como protegida, un vídeo con la alarma es enviado a la central de monitorización, que chequea la alarma en cuestión. No es imprescindible que el centro de control se sitúe dentro del parque fotovoltaico, ya que el sistema de vigilancia es accesible desde cualquier lugar vía internet.

6.7.4 CASETA DE CONTROL Y MANTENIMIENTO

La caseta del centro de control y mantenimiento del PFV albergará la sala de control del SCADA y del CCTV. Se ubicarán los servidores del SCADA, el equipamiento de BT, los sistemas de monitorización, vigilancia y seguridad, así como un puesto de oficina habilitado y WC. El suministro de energía del edificio de O&M se realizará directamente desde el cuadro de baja tensión de los centros de transformación del PFV. El edificio no tiene necesidad de dotación de servicios urbanísticos, de servicios de abastecimiento, evacuación de agua, energía eléctrica ni eliminación de residuos.

El *Documento Planos* recoge los detalles constructivos de la caseta de control.

6.7.5 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Para el correcto funcionamiento del PFV es necesario conocer las condiciones ambientales en tiempo real. Para ello, se propone la inclusión de una estación meteorológica.

La estación meteorológica deberá medir las siguientes variables: irradiación, precipitaciones, temperatura, velocidad y dirección del viento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7 INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN DEL PFV

Desde el Centro de Transformación del PFV se evacúa la energía mediante una Línea Subterránea de Media Tensión de 20 kV hasta el Centro de Seccionamiento (de futura instalación) de la Línea Aérea de Media Tensión VILLARQUE 20 kV, punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN.

Las infraestructuras de evacuación de energía del PFV RALLAMBLAR son las siguientes:

- Centro de Seccionamiento de LAMT 20 kV.
- Línea subterránea de entrada y salida en el Centro de Seccionamiento hasta el apoyo nº 20 de la LAMT VILLARQUE 20 kV.

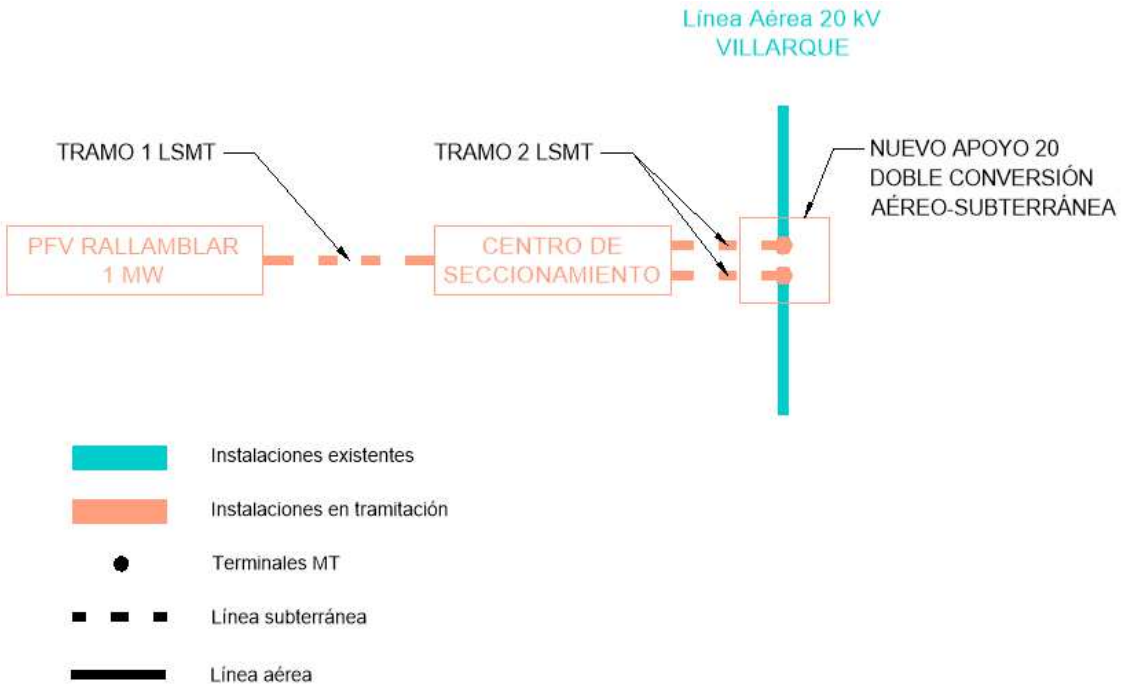


Ilustración: Infraestructuras de evacuación

En cumplimiento de la disposición adicional primera del RD 1183/2020, el PFV dispondrá de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que éste pueda inyectar a la red supere su capacidad de acceso. Este control se realizará mediante el Power Plant Controler (PPC), ubicado en el centro de seccionamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El Centro de Seccionamiento estará conectado a la línea aérea de media tensión 20 kV VILLARQUE, cuya titularidad corresponde a E-DISTRIBUCIÓN. Esta línea realiza entrada y salida en el seccionamiento.

7.1.1 UBICACIÓN

El Centro de Seccionamiento se ubica en el Término Municipal de Santa Eulalia del Campo, en la parcela 176 del polígono 12.

Las coordenadas del Centro de Seccionamiento son:

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	645.118	4.490.594
2	645.116	4.490.603
3	645.113	4.490.602
4	645.115	4.490.593

7.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El centro de seccionamiento consta de una única caseta prefabricada en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Según la Norma Particular NRZ104 (E-DISTRIBUCIÓN), el nivel de aislamiento se define en función del nivel de tensión de red, siendo el aislamiento de 24 kV para tensiones nominales menores de 20 kV. En este caso, puesto que la LMT a la que se conecta el seccionamiento es de 20 kV, se definirá la tensión más elevada para el material como 24 kV.

En el documento FGH00200 (E-DISTRIBUCIÓN) se listan los fabricantes seleccionados para los edificios prefabricados y celdas dieléctrico que cumplirían con las especificaciones técnicas de la compañía. Se ha escogido para el presente proyecto el fabricante Ormazabal, tanto para el edificio como para las celdas con fin de asegurar mayor compatibilidad de componentes y facilidad de instalación.

Se escoge un edificio monobloque por su instalación sencilla, calidad uniforme y precio económico, ya que se reducen los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. En la siguiente ilustración se muestra la configuración del centro de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

seccionamiento propuesto. También se encuentra información en el *Documento Planos* y en las especificaciones técnicas en los *Anejos*.

El edificio no tiene necesidad de dotación de servicios urbanísticos, de servicios de abastecimiento, evacuación de agua, energía eléctrica ni eliminación de residuos.

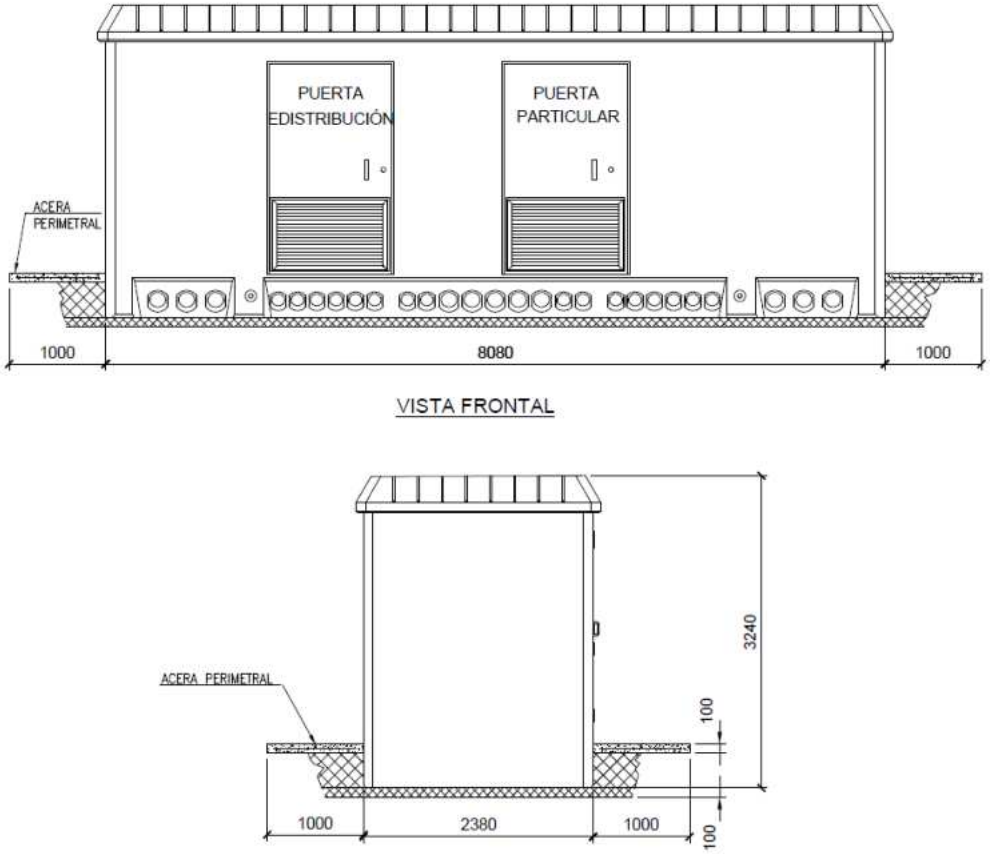


Ilustración. Centro de Seccionamiento 24 kV. Modelo PFU-7. Fuente: Ormazabal

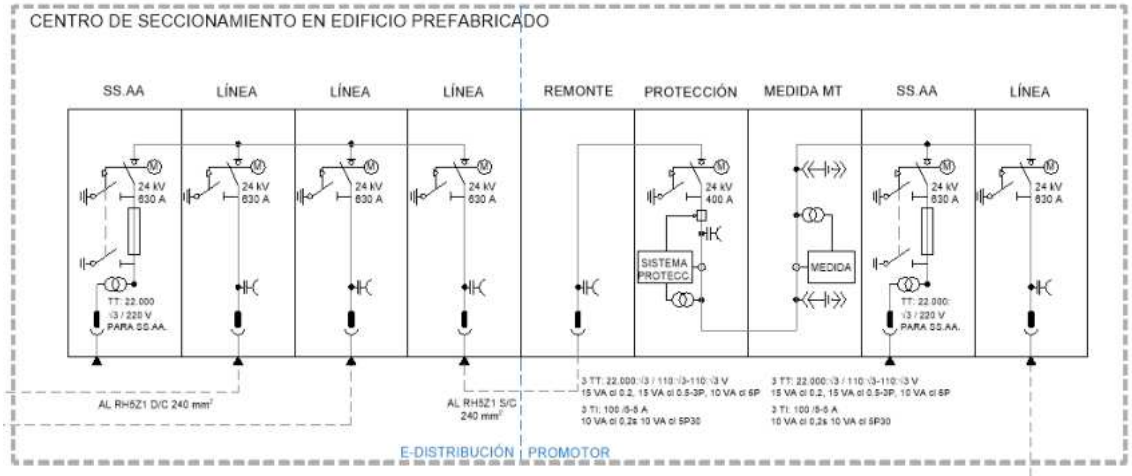


Ilustración. Centro de Seccionamiento. Unifilar

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El centro de seccionamiento albergará el siguiente equipamiento:

- *Instalación privada*
  - 1 Celda de línea con interruptor-seccionador para llegada de línea de cliente.
  - 1 Celda de medida.
  - 1 Armario de medida.
  - 1 Celda de protección con interruptor automático y protecciones.
  - 1 Celda de remonte
  - 1 Celda de protección con fusibles y transformador de tensión para servicios auxiliares
- *Instalación a ceder a E-DISTRIBUCIÓN (ubicada en recinto independiente con acceso)*
  - 1 Celda de línea con interruptor-seccionador para frontera con la instalación del cliente.
  - 2 Celdas de línea con interruptor-seccionador para entrada y salida de línea.
  - 1 Celda de protección con fusibles y transformador de tensión para servicios auxiliares
  - 1 Cuadro de baja tensión
  - 1 Armario de telemando
  - 1 Armario de telecontrol

Es de señalar que la conexión entre las celdas de la instalación privada y de la de E-DISTRIBUCIÓN se realizará mediante puente de cables, tendido entre la celda de remonte de la instalación privada y una de las celdas de línea de E-DISTRIBUCIÓN.

7.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

El Centro de Seccionamiento consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos. El edificio quedará divido en dos recintos independientes, uno en el que se recoge la energía generada por el parque y su medida y otro en el que se realiza el seccionamiento de la línea de E-DISTRIBUCIÓN.

- Edificio

Los Centros de Seccionamiento, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

cuadros de BT, incluyendo los dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presenta este tipo de edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

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

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

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

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

- Placa piso

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento y evitar aperturas intempestivas del Centro de Seccionamiento. Una de las puertas dará acceso a la instalación privada, y la otra dará acceso a las instalaciones que se cederán a E-DISTRIBUCIÓN.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación del Centro de Seccionamiento es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Acera perimetral

Como medida adicional de seguridad frente a tensiones de paso y contacto, se construirá exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo,

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

que aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra general.

7.1.4 SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN PARA SERVICIOS AUXILIARES

El suministro eléctrico en baja tensión para los servicios auxiliares del centro de seccionamiento se realizará mediante transformadores de tensión a instalar en el embarrado de media tensión; desde estos transformadores, se tenderá cable hasta cada uno de los cuadros de baja tensión a instalar en el interior del centro de seccionamiento.

Se prevé un consumo máximo de 10 kVA.

7.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

El Centro de Seccionamiento cuenta con un circuito procedente del parque de la planta fotovoltaica y la entrada y salida de la línea que se secciona.

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

A continuación, se detallan las características de las celdas:

7.1.5.1 CELDAS

Las celdas forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Estas celdas estarán preparadas para ser telemandadas por Endesa de forma remota, mediante los mecanismos que se describen en apartados posteriores.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1.800 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El sistema de alarma sonora de puesta a tierra se activa cuando, habiendo tensión en la línea, se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de entrega.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables:

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

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas son tales que:

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

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas serán las siguientes:

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

7.1.5.2 Celda de línea con interruptor-seccionador

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

Dimensiones: 365 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA
Capacidad de cierre:	20 kA

7.1.5.3 Celda de remonte

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características: La celda de interruptor pasante con puesta a tierra a la derecha, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra (derecha) del embarrado. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Dimensiones: 365 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Capacidad de cierre:	20 kA

7.1.5.4 Celda entrada/salida de línea con interruptor-seccionador

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Dimensiones: 365 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA
Capacidad de cierre:	20 kA

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

7.1.5.5 Celda de protección

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

Dimensiones: 460 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 845 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Capacidad de cierre:	20 kA

Además, contará con transformadores de tensión e intensidad para medida y protección.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Estos transformadores son de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de medida: 3 Transformadores de Tensión (TT) y 3 Transformadores de Intensidad (TI):

- 3 TT´s: 22.000-√3 / 110:√3-110:√3 V, 15 VA cl 0.2, 15 VA cl 0.5-3P, 10 VA cl 6P
- 3 TI´s: 100 /5-5 A, 10 VA cl 0,2s 10 VA cl 5P30

Los transformadores de intensidad estarán preparados para soportar la intensidad máxima de falta, en función de la potencia de cortocircuito indicada por E-DISTRIBUCIÓN, sin llegar a saturación.

En este caso, con un devanado primario de 100 A y un factor límite de precisión de 30, y contando un margen superior de 20% antes de llegar a saturación, la intensidad máxima que puede aceptar el TI antes de saturación es de 3,6 kA. Según la información facilitada por la empresa distribuidora, la potencia de cortocircuito prevista es de 66 MVA, por lo que la intensidad de cortocircuito prevista llega a 1,91 kA.

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.1.5.6 Celda de protección para transformador de servicios auxiliares

La celda de protección con ruptofusible, está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un ruptofusible enclavado con el seccionador. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión.

Dimensiones: 437 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Capacidad de cierre:	20 kA

Además, contará con un transformador de tensión para suministro de servicios auxiliares en baja tensión.

Estos transformadores son de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- 22.000: √3 / 220: √3 V

7.1.5.7 Celda de medida

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características: La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía. Esta celda incorpora los transformadores de tensión e intensidad. La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

Dimensiones: 800 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 1.025 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV

Estos transformadores son de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Transformadores de medida: 3 Transformadores de Tensión (TT) y 3 Transformadores de Intensidad (TI):

- 3 TT´s: 22.000: √3 / 110:√3-110:√3 V, 15 VA cl 0.2, 15 VA cl 0.5-3P, 10 VA cl 6P
- 3 TI´s: 100 /5-5 A, 10 VA cl 0,2s 10 VA cl 5P30

Esta celda dispondrá de cuadro para telemedida.

7.1.5.8 Equipos de medida

En el interior del Centro de Transformación se instalará equipo de medida, del tipo indirecto en Media Tensión, construido según normas de la Compañía Suministradora. Será un equipo de medida bidireccional, que mida la energía generada neta.
El equipo de medida estará formado por los siguientes elementos:

- Armario de doble aislamiento de poliéster reforzado con fibra de vidrio, IP-43, de medidas mínimas 750 mm de alto x 500 mm de largo x 300 mm de fondo, según normas E-DISTRIBUCIÓN.
- Contador electrónico combinado, compuesto por:
  - Contador de energía activa trifásico 110/√3 V, medida indirecta 5 A, 4 hilos, precisión mínima C.
  - Contador de energía reactiva trifásico 110/√3 V, medida indirecta 5 A, 4 hilos, precisión mínima 1.
  - Kit de alimentación de módem para telemedida.
- Regleta de comprobación para diez circuitos (cuatro de tensión y seis de intensidad).

7.1.5.9 Características del material auxiliar de media tensión y baja tensión

El material auxiliar del Centro de Seccionamiento es aquel que, aunque forma parte del conjunto de este, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- *Equipos de iluminación:*

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

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- *Relés de protección:*

Se contará con un interruptor automático de interconexión para operaciones de desconexión-conexión de la instalación en caso de desequilibrios de tensión o frecuencia en la red, con un relé de enclavamiento. Este interruptor permitirá también la desconexión manual. El sistema de protección será el siguiente:

En este punto se instalará el correspondiente conjunto de protecciones establecido por la normativa para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales de autogeneración eléctrica. El ajuste de las protecciones deberá coordinarse entre E-DISTRIBUCIÓN y el generador, de forma que el equipo a instalar por el generador sea compatible al de E-DISTRIBUCIÓN para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de protección.

Deberá contemplar las siguientes protecciones:

3 relés de mínima tensión instantáneos (entre fases) (3x(2x27))

1 relé de máxima tensión (3x59)

1 relé de máxima tensión homopolar (59N)

1 relé de máxima y mínima frecuencia (81m/81M)

3 relés instantáneos de máxima intensidad entre fases (50/51)

1 relé instantáneo de fallo a tierra direccional (67N)

1 relé instantáneo de protección direccional de tierra

1 relé de sincronismo, sólo para generadores síncronos (25). La actuación de dicho relé provocará la apertura del interruptor automático. Los valores de ajuste a aplicar serán del 102% $P_{nominal}$ y una temporización de 10 segundos.

La protección anti-isla se realizará en los inversores de la instalación fotovoltaica, que desconectará la instalación de generación de forma automática.

7.1.5.10 Telemando

La Unidad Compacta de Telemando (UCT) dispone de todos los elementos necesarios para poder realizar el Telemando y Automatización de Centros de Transformación y de Reparto. Incluye las funciones de terminal remoto, comunicaciones, alimentación segura y aislamiento de Baja Tensión.
La UCT es independiente del número de celdas del Centro y de su configuración.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se presenta en dos formatos: Sobrecelda, permite su utilización en Centros en los que el espacio disponible está comprometido por accesos o pasillos de maniobra, y Mural, para instalaciones sobre pared.

Los elementos van ubicados en dos áreas diferenciadas de la UCT:

- Distribución (RTU y BAT): En esta área se dispone de los elementos mediante los que se realiza la alimentación de los diferentes elementos del Centro: alimentación de los motores de las celdas, elementos de mando, elementos de control y comunicaciones. Para ello se incluye un rectificador – cargador de baterías, unas baterías, un transformador de aislamiento y magnetotérmicos independientes para cada elemento.
- Comunicaciones (COMMS): En esta área van alojados los equipos de comunicaciones, tales como radio, módem, cables y otros.

7.1.5.11 Alimentación

Dispone de un sistema de alimentación y almacenamiento de energía, de forma que, en condiciones de ausencia de tensión y ante picos de consumo, sean las baterías las que alimenten a los diferentes elementos del Centro.

Está compuesto por los siguientes elementos:

- Transformador Monofásico de Aislamiento: La tensión de alimentación de la UCT es la de Baja Tensión del Centro (230 V). Por otro lado, la envolvente metálica del armario de la UCT deberá estar conectado a la puesta a tierra de protección del Centro. La tensión soportada nominal a frecuencia industrial será de 10 kV y 20 kV ante impulsos tipo rayo (1,2/50 µs). La tensión de primario será de 230 Vca 15% (reduciéndose la componente de armónicos), a frecuencia de 50/60 Hz. La tensión de salida será de 48 Vcc y 12 Vcc (tensión rectificada a la salida del transformador).
- Baterías: 4 unidades de tipo monoblock de 12 V y 12 Ah conectadas en serie. Estas baterías son de plomo ácido, herméticas y libres de mantenimiento.
- Interruptores Magnetotérmicos Independientes. Para la protección de los motores de las celdas, mandos (o relés) y los elementos de control. Además, la tensión de alimentación de entrada de 230 Vca también está protegida (interruptor magnetotérmico de cabecera del cuadro).

7.1.5.12 Remota de telecontrol

Realiza las siguientes funciones:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Comunicación con el Centro de Control o Despacho. Mediante esta comunicación se reportan todos los eventos e incidencias ocurridas en la instalación; de igual manera, se reciben las órdenes provenientes de Despacho a ejecutar en cada una de las posiciones.
- Comunicación con las Unidades de Control Integrado instaladas en cada una de las celdas del Centro. De este modo la Remota recibe cualquier evento o incidencia ocurrida en cada una de las posiciones de la instalación por comunicaciones y opera cada posición de forma remota.

7.1.5.13 Compartimento de telecomunicaciones

En el compartimento de comunicaciones existen 2 juegos de bornas de alimentación de 48 Vcc y otros 2 juegos de bornas de alimentación de 12 Vcc.

7.1.5.14 Suministro en baja tensión para servicios auxiliares

El suministro eléctrico en baja tensión para los servicios auxiliares del centro de seccionamiento se realizará mediante transformadores de tensión a instalar en el embarrado de media tensión; desde estos transformadores, se tenderá cable hasta cada uno de los cuadros de baja tensión a instalar en el interior del centro de seccionamiento.

7.1.6 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN HASTA LAS CELDAS

Los cables utilizados para conectar las celdas de media tensión del lado del promotor con las celdas del lado que se cederá a E-DISTRIBUCIÓN, serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio. El conductor será de Al (3 x 1 x 240 mm^2) de tipo RH5Z1 12/20 kV, con aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina.
Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 y en la ITC-LAT 06 del RLAT.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Desde el Centro de Seccionamiento, se realiza la conexión con la línea de E-Distribución mediante un tramo subterráneo de 20 kV de entrada y salida. Discurrirá por el término municipal de Santa Eulalia del Campo, en la provincia de Teruel.

La línea aérea a 20 kV VILLARQUE realizará entrada y salida en el centro de seccionamiento. Para ello, se dejará prevista coca de cable de longitud suficiente como para realizar las conversiones de subterráneo a aéreo. Los dos circuitos para realizar la entrada y salida finalizarán en las inmediaciones de la línea existente.

E-DISTRIBUCIÓN realizará la conexión de la línea existente con los mencionados tramos de entrada y salida, mediante paso aéreo subterráneo a ejecutar en nuevo apoyo, así como la reforma de la línea aérea, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro.

El circuito tendrá una longitud aproximada de zanja de 38 m y dos ternas de cables, cada una con una longitud aproximada de 55 m desde el Centro de Seccionamiento hasta los terminales a ejecutar en el apoyo de paso aéreo-subterráneo de nueva instalación. Los conductores a utilizar serán Al RH5Z1 12 / 20 kV, de tipo aislado y subterráneo enterrado en tubería hasta el apoyo.

7.2.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA

Los cables a utilizar en la red subterránea de media tensión serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 y en la ITC-LAT 06 del RLAT.

Cada circuito se compondrá de una terna de tres conductores unipolares y de las características que se indican a continuación:

- Sección: ..... 240 mm²
- Designación UNE: ..... RH5Z1 12/20 kV 3x1x240 mm² Al
- Tipo de cable: RH5Z1
- Sección: ..... 240 mm²

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Tensión: ..... 12/20 kV
- Conductor:..... Aluminio
- Aislamiento:.....Polietileno Reticulado (XLPE)
- Pantalla: .....Cinta de Al termosoldada y adherida a la cubierta
- Intensidad máxima admisible*: .....I = 367 A
- Resistencia eléctrica 90ºC (R): ..... 0,161 Ω/Km
- Reactancia eléctrica (X):..... 0,102 Ω/Km

(*) El valor de intensidad máxima indicado se da en instalaciones directamente enterradas, con el cable a una profundidad de 1 m, terreno a temperatura de 20 ºC, temperatura del ambiente de 30 ºC, y resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W.

7.2.2 TERMINACIONES

Las terminaciones se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

Las terminaciones limitan la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, las terminaciones admiten las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los empalmes a la hora de su montaje en la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, se adecuan a los valores especificados según las características de los cables subterráneos.

Las terminaciones constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable al terminal, y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del terminal y en las zonas de transición entre el terminal y el cable.

Según la topología de los tramos subterráneos de la línea en proyecto, el tipo de terminación para los cables de alta tensión a emplear podrán ser de dos tipos:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Terminaciones convencionales contráctiles o enfilables en frío, tanto de exterior como de interior:

  Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con las celdas de aislamiento al aire. 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 SF_6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

7.2.3 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 con la compañía distribuidora.

7.2.4 PUESTAS A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

7.2.5 CABLE DE COMUNICACIONES

En caso de ser necesario, las comunicaciones a implementar en la línea subterránea se basarán siempre en fibra óptica tendida conjuntamente con el cable. Las líneas con cable subterráneo no pueden soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.
El cable de fibra óptica estará formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.
Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección anti-roedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.
En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.
Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.
La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90º C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

7.2.6 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Las canalizaciones para el tramo de entrada y salida en el seccionamiento se ejecutarán según las indicaciones del Proyecto Tipo DYZ10000 - Líneas Subterráneas Media Tensión. Serán entubadas, constituidas por tubos de material sintético y amagnético, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja en un lecho de arena de río lavada.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 200 mm, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán situados al menos a 0,7 m de profundidad, salvo en calzadas, donde esta profundidad será de al menos 0,9 m.

El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación, compactándose al 98% del Proctor Normal, colocando al menos a 10 cm de la superficie cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

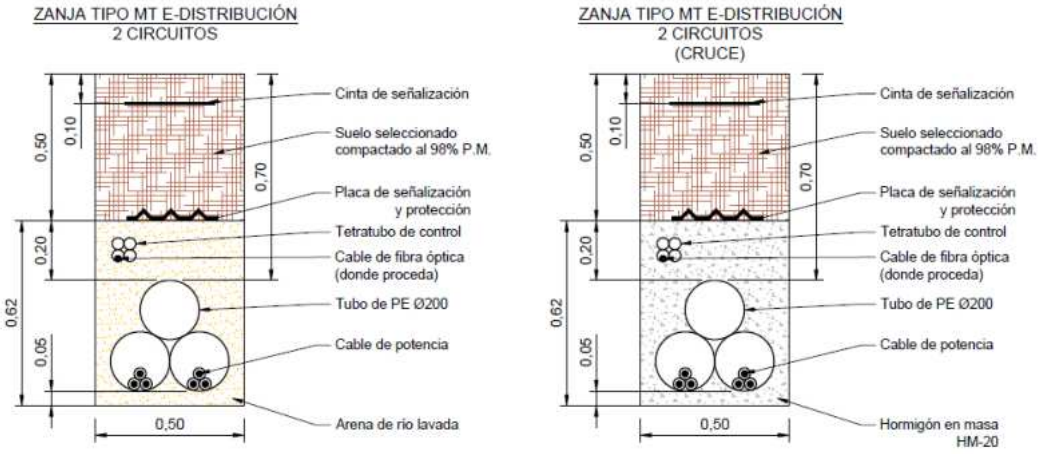


Ilustración. Zanjas para E-S en el CS

7.2.7 ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO

Las arquetas serán prefabricadas o de ladrillo sin fondo para favorecer la filtración de agua. 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.

7.2.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Para identificar el trazado de la red subterránea de alta tensión, se colocarán hitos de señalización de hormigón prefabricados cada 50 m y en los cambios de dirección.
En estos hitos de señalización se indicará en la parte superior una referencia que advierta de la existencia de cables eléctricos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.2.9 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS EN LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del RLAT, las correspondientes Especificaciones Particulares de la compañía distribuidora 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.

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

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	**Instalación**	**Profundidad**	**Observaciones**
Carreteras	Entubada y hormigonada	≥ 0,6 m de vial	Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular al eje del vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	≥ 1,1 m de la cara inferior de la traviesa	La canalización entubada se rebasará 1,5 m por cada extremo. Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular a la vía.
Depósitos de carburante	Entubada (*)	≥ 1,2 m	La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.
Conducciones de alcantarillado	Enterrada ó entubada	-	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado (**).

(*): Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

(**): En el caso de que no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	**Instalación**	**Distancia**	**Observaciones**
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Siempre que sea posible, los conductores de AT discurrirán por debajo de los de BT. Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	-	≥ 30 cm a ambos lados	La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Cruzamiento	**Instalación**	**Presión de la instalación**	**Distancia sin protección adicional**	**Distancia con protección adicional (*)**
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(*): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos y garantizará una cobertura mínima de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. En el caso de líneas subterráneas de alta tensión entubadas, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.

(**): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Proximidad o paralelismo	**Instalación**	**Distancia**	**Observaciones**
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Los conductores de AT podrán instalarse paralelamente a conductores de BT o AT (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	(*)
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1m del punto de cruce (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Proximidad o paralelismo	**Instalación**	**Presión de la instalación**	**Distancia sin protección adicional**	**Distancia con protección adicional (*)**
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 25 cm	≥ 15 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(*): La protección complementaria estará constituidos preferentemente por materiales cerámicos o por tubos de adecuada resistencia.

(**): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Es de señalar que el tramo de entrada y salida al Centro de Seccionamiento cumplirá los requisitos recogidos en el «*PROYECTO TIPO DYZ10000 – LÍNEAS SUBTERRÁNEAS MEDIA TENSIÓN*» de E-Distribución.

7.3 APOYO DE CONEXIÓN

El tramo afectado por la sustitución del apoyo 20 de la Línea Aérea 20 kV "VILLARQUE" de E-DISTRIBUCIÓN, se ubica en el término municipal de Santa Eulalia del Campo, en la provincia de Teruel y queda definido por el siguiente listado de coordenadas UTM, en ETRS89 huso 30:

COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS89)			
Nº de Apoyo	Denominación Apoyo	COORDENADAS	
		X	Y
19 - existente	HAV Armado Canad.	645.171	4.490.515
20*	C-2000 12 T	645.144	4.490.588
21 - existente	HAV Armado Canad.	645.109	4.490.685

(*) Se instalará doble conversión A/S + autoválvulas, terminales y se forrarán los puentes.

7.3.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

La actuación sobre la línea tiene su origen en el apoyo 19 existente de la Línea Aérea "VILLARQUE" de 20 kV, propiedad de E-DISTRIBUCIÓN. Se desmontará el actual apoyo 20 y se sustituirá por un nuevo apoyo metálico con doble conversión aéreo-subterránea con autoválvulas y terminales, para realizar la entrada y salida de la línea en el Centro de Seccionamiento del PFV RALLAMBLAR. La actuación sobre la línea tiene su final en el apoyo 21 existente. El conductor existente entre el apoyo 19 y el apoyo 21 se reinstalará. Finalmente, se procederá a forrar los puentes del apoyo 20.

Nº Alineación	Apoyos	Longitud (m)	Término Municipal
1	19 ex. – 21 ex.	180,68	Santa Eulalia del Campo
TOTAL	**1 Ud.**	**180,68**	

7.3.2 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

Según se indica en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en su artículo 3. "Tensiones nominales. Categorías de las líneas", atendiendo a su tensión nominal:

- Tercera Categoría: Tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Según se indica en el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, la línea del proyecto se clasifica atendiendo a su altitud:

- Zona B: situada entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar.

7.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO AÉREO

7.3.3.1 Datos generales de la línea

- Tensión (kV): 20
- Frecuencia:..... 50 Hz
- Factor de potencia:..... 0,9
- Longitud (m): ..... 180,68 (reinstalar)
- Categoría de la línea: 3ª
- Zona/s por la/s que discurre: ..... Zona B
- Velocidad del viento considerada (Km/h):..... 120
- Tipo de montaje:..... Simple Circuito (SC)
- Número de conductores por fase:..... 1
- Nº de apoyos:..... 1
- Aislamiento:..... Composite
- Cota más baja (m):..... 995
- Cota más alta (m):..... 996

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

Nº Apoyo	Cota terreno (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Función	Tipo terreno	Ángulo interior (gr)
19 ex	996,14	-	77,98	AL-SU	Normal	-
20	996,20	77,98	102,70	AL-ANC	Normal	-
21 ex.	995,47	102,70	-	AL-SU	Normal	-

- AL-SU – Alineación/Suspensión
- AL-ANC – AlineaciónAnclaje

Cabe señalar que para la generación del perfil del terreno se ha descargado, del Centro Nacional de Información Geográfica, un modelo digital del terreno obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos Lidar del Plan Nacional de Ortofotografía aérea PNOA obtenidas por estereocorrelación automática de vuelo

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

fotogramétrico PNOA, con resolución de 25 a 50 cm/pixel. Las alturas de los apoyos existentes se han obtenido mediante la toma in-situ de datos en campo.

7.3.3.2 Datos del conductor

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación: ..... *LA-56 (47-AL1/8-ST1A)*
- Sección total (mm^2): 54,60
- Diámetro total (mm): 9,50
- Número de hilos de aluminio: 6
- Número de hilos de acero: 1
- Carga de rotura (kg): 1.670
- Resistencia eléctrica a 20 ºC (Ohm/km): 0,6136
- Peso (kg/m): 0,189
- Coeficiente de dilatación (ºC): ..... $1,91 \cdot E^{-5}$
- Módulo de elasticidad (kg/mm^2): 8.100
- Tense máximo (Kg – Zona A): 557

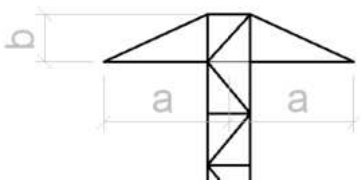
En el apartado del *Anejo "CÁLCULOS MECÁNICOS"* se amplía la información del conductor.

El tendido se efectuará de acuerdo con las tablas de tensiones y flechas que se acompañan en ese *Anejo*, obtenidas con el programa de cálculo de líneas del Fabricante de Apoyos IMEDEXSA.

7.3.3.3 Apoyo

El apoyo utilizado para este proyecto es metálico y galvanizado en caliente, según el fabricante IMEDEXSA, o similar.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Apoyo	Altura Útil (m)	Armado T - Crucetas (m)		Código armado	Peso apoyo (Kg)
					"a"	"b"		
20	AL-ANC	T	C-2000-12	9,44	1,75	0,60	TR	579



Armado tipo TR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

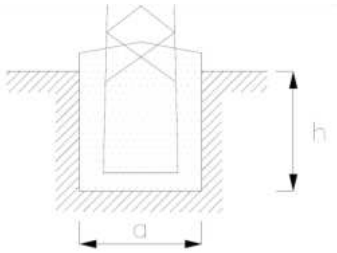
En el *Documento 2 "PLANOS"* se puede consultar la geometría, y en el *Anejo "CÁLCULOS MECÁNICOS"* se puede consultar los esfuerzos admisibles de los apoyos seleccionados.

7.3.3.4 Cimentación

Para una eficaz estabilidad del apoyo, éste se encastrará en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculado de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones del apoyo será la siguiente:

Número apoyo	Apoyo	Tipo terreno	Tipo	Dimensiones (m)					V (Exc.) (m^3)	V (Horm.) (m^3)
			cimentación	a	h	b	H	c		
20	C-2000-12	Normal	Monobloque	0,97	1,96	-	-	-	1,84	2,03

El volumen total de hormigón necesario para la cimentación del apoyo correspondiente al proyecto es de 2,03 m^3.



Cimentación monobloque

En el *Documento Planos* se puede consultar las geometrías de las cimentaciones del apoyo seleccionado.

7.3.3.5 Aislamiento

Las cadenas de aislamiento que componen el apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. A continuación, se indican las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

Cadena de amarre (simple)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.
El aislador elegido, y sus características, es:

- *Tipo: ..... Polimérico CS 70 AB 170/1150*
- *Material: ..... Composite*

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- *Diámetro máximo (mm): 200*
- *Dimensión acoplamiento: 16*
- *Línea de fuga (mm): 1.005*
- *Peso aproximado (Kg): 1,92*
- *Carga de rotura (kN): 70*
- *Nº de elementos por cadena: 1*
- *Tensión más elevada (kV): 36*
- *Tensión soportada a frecuencia industrial – lluvia (kV): 80*
- *Tensión soportada al impulso tipo rayo (kV): 200*
- *Longitud aproximada de la cadena (mm): ..... 1.150 mm*

Descripción de cadenas según el tipo de apoyos

Apoyos de amarre y/o de anclaje.

Los apoyos de amarre y/o anclaje llevarán los siguientes componentes:

6 cadenas amarre simple, con 1 aislador cada una. – Aislador tipo *CS 70 AB 170/1150.*

1 Ud. – Grapa de amarre por cadena.

En el *Documento 2 "PLANOS"* se pueden consultar las cadenas seleccionadas.

7.3.3.6 Puesta a tierra del apoyo

El apoyo se conectará a tierra con una conexión independiente y específica.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberá tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm^2 de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Para el caso de los apoyos tetrabloque se colocará un electrodo horizontal (cable enterrado de 95 mm^2 de sección de Cu, dispuesto en forma de anillo enterrado como mínimo a una profundidad de 1 m. A dicho anillo se conectarán cuatro picas de 20 mm de diámetro y 2000 mm de longitud, conectadas mediante un cable desnudo de cobre de 95 mm^2, atornillado a la estructura de la torre. En función del tipo de apoyo que sea (frecuentado o no frecuentado) se realizará la puesta a tierra según los estándares del operador eléctrico de la zona. Debido a la disposición del apoyo, **se considera no frecuentado**. Una vez se conozcan los valores de la resistividad eléctrica del terreno, se optimizará la puesta a tierra indicada en planos.

Una vez completada la instalación de los apoyos con sus correspondientes electrodos de puesta a tierra, se comprobarán que las tensiones de contacto medidas en cada apoyo son menores que las máximas admisibles.

Para el cálculo de las tensiones de contacto máximas se tendrán en cuenta las siguientes expresiones:

$$V_C = V_{CA}\left(1 + \frac{R_{a1} + 1{,}5\rho_S}{1000}\right)$$

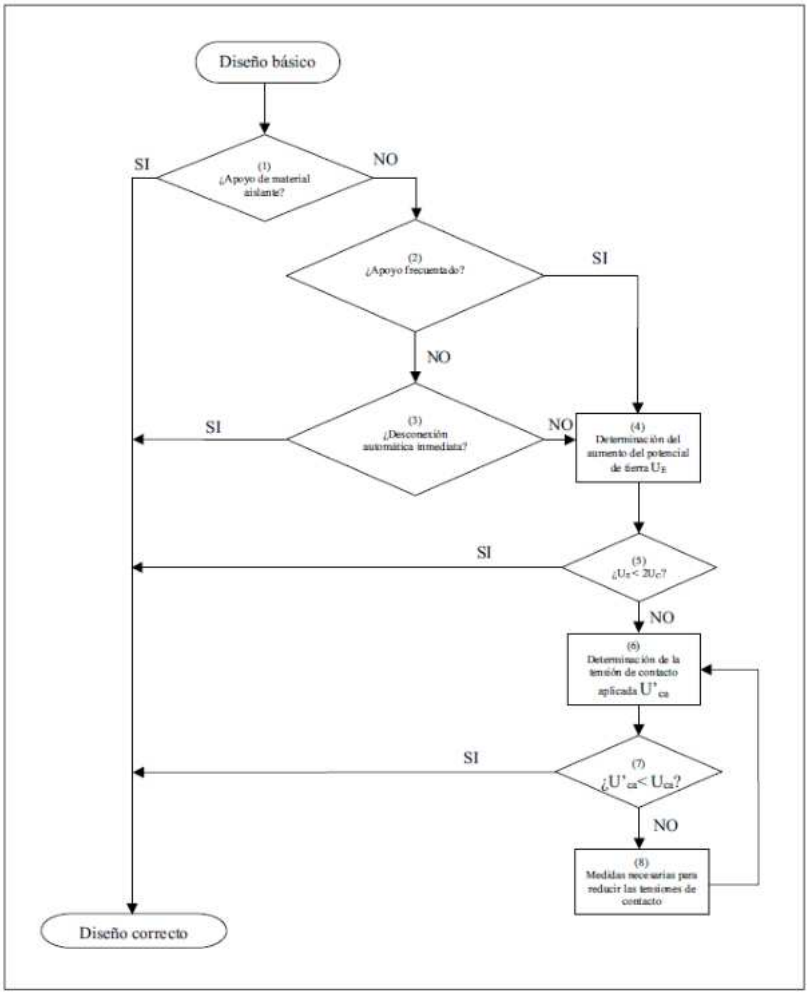
donde:

- ρ_s: Resistividad del terreno (Ω·m).
- V_{CA}: Tensión de contacto aplicada admisible
- R_{a1}: Resistencia del calzado.

La validación del sistema de puesta a tierra de los apoyos se realizará según indica el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., según se muestra en el siguiente esquema:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



En el *Documento 2 "PLANOS"* se puede consultar la tipología de la puesta a tierra seleccionada para el apoyo.

7.3.3.7 Numeración y aviso de peligro

El apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m.

En el *Documento Planos* se pueden consultar la placa de señalización.

7.3.3.8 Distancias de seguridad en la línea aérea

Para el cálculo de los distintos elementos de la instalación se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad indicadas en el apartado 5 de la ICT-LAT 07 del R.L.A.T.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

DISTANCIAS DE SEGURIDAD		
Distancia mínima	**Condición**	**Observaciones**
Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas	Tensión más elevada de la red U_s (kV) = 24 kV **D_{el} = 0,22 m** **D_{pp} = 0,25 m**	Se tendrá en cuenta lo descrito en el apartado 5.4.2. del ITC-LAT 07 del RLAT.
Entre conductores	$D = K \cdot \sqrt{F + L} + 0,75 \cdot D_{pp}$	D = separación en m K = coef. de oscilación (tabla 16 apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del RLAT) F = fecha máxima en m (apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del RLAT) L = longitud de la cadena de suspensión en m
A terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables	La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores queden por encima a una altura mínima de: **$D_{add}+D_{el}$ = 5,3 + D_{el} = 5,42 m** (mínimo **6 m**)	Habrá que tener en cuenta la flecha máxima prevista según las hipótesis de temperatura y hielo más desfavorable. En lugares de difícil acceso, se reducirá hasta un metro. Sí atraviesan explotaciones ganaderas o agrícolas la altura mínima será 7 m.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD		
Cruzamiento	**Condición**	**Observaciones**
Con otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación	Entre conductor y apoyo: **2 m** (Para U < 45 kV) Entre conductores: **$D_{add}+D_{pp}$ =D_{add}+0,25** D_{add} según tabla (*)	-
Carreteras	**$D_{add}+D_{el}$ = 6,3 + 0,22** (mínimo **7 m**)	Los apoyos en las proximidades de carreteras se instalarán a una distancia de la arista exterior de la calzada superior a **1,5 veces** su altura, preferentemente detrás de la línea límite de edificación, situada respecto de la arista exterior de la calzada a **50 m** en autopistas, autovías y vías rápidas y a **25 m** en el resto de la Red de Carreteras del Estado. Se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

DISTANCIAS DE SEGURIDAD		
Cruzamiento	**Condición**	**Observaciones**
Ferrocarriles sin electrificar	Mismas condiciones que para el cruzamiento en Carreteras.	La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de **50 m** hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea. En ningún caso podrán instalarse apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a **1,5 veces** la altura del apoyo. Se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.
Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses	La distancia mínima vertical entre los conductores, con su máxima flecha vertical prevista, y el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será: **$D_{add}+D_{el} = 3,5 + 0,22$** (mínimo de **4 m**)	Se seguirá lo indicado para Ferrocarriles sin electrificar.
Teleféricos y cables transportados	La distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos, con su máxima flecha vertical prevista, y la parte más elevada del teleférico será: **$D_{add}+D_{el} = 4,5+0,22$** (mínimo de **5 m**)	La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la que se obtenga de la fórmula indicada. El teleférico deberá ser puesto a tierra a cada lado del cruce, de acuerdo con las prescripciones del apartado 7 del ITC-LAT 07 del RLAT.
Ríos y canales, navegables o flotables	La altura mínima de los conductores eléctricos sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será: **$G+D_{add}+D_{el} = G+2,3+0,22$** G es el gálibo. Si no está definido se utilizará un valor de 4,7 m.	La instalación de los apoyos en las proximidades de ríos y canales navegables será a una distancia del borde del cauce fluvial superior 1,5 veces su altura, con un mínimo de **25 m.**

(*):

Tensión nominal de la red de mayor tensión del cruzamiento (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
400	5	5,7
220	3,8	4,5
132	3,2	3,9
110	2,95	3,65
66	2,6	3,6
45	2,5	3,2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tensión nominal de la red de mayor tensión del cruzamiento (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
30 e inferior	2,2	2,9

DISTANCIAS DE SEGURIDAD	
Paralelismo	**Condición / Observaciones**
Con otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación	Se evitará la construcción de líneas paralelas a distancias inferiores a **1,5 veces** la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos.
Carreteras	Los apoyos en las proximidades de carreteras se instalarán a una distancia de la arista exterior de la calzada superior a **1,5 veces** su altura, preferentemente detrás de la línea límite de edificación, situada respecto de la arista exterior de la calzada a 50 m en autopistas, autovías y vías rápidas y a 25 m en el resto de la Red de Carreteras del Estado. Se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.
Ferrocarriles sin electrificar	La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de **50 m** hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea. Se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.
Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses	Se seguirá lo indicado para Ferrocarriles sin electrificar.
Ríos y canales, navegables o flotables	La instalación de los apoyos en las proximidades de ríos y canales navegables será a una distancia del borde del cauce fluvial superior 1,5 veces su altura, con un mínimo de **25 m.**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Las administraciones o empresas cuyas propiedades se ven afectadas por las instalaciones del parque fotovoltaico y sus infraestructuras de evacuación son:

Tabla 19: Relación de organismos afectados

Organismo Afectado	Afección	Instalación
Ayuntamiento de Santa Eulalia del Campo	-	PFV, RSMT, CS, Apoyo
E-DISTRIBUCIÓN	Proximidad a Línea aérea 20 kV "Villarque"	PFV
INAGA- Vías pecuarias	Ocupación Colada Carretera Vieja del Villarquemado	RSMT, Acceso

No se conoce ninguna otra posible afección sobre bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, Organismos, Corporaciones, o Departamentos del Gobierno de Aragón, que no sean las anteriormente señaladas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

9 FASES DEL PROYECTO

9.1 ESTUDIO DEL PROYECTO

El desarrollo de un proyecto de energías renovables comienza con el estudio y el análisis de su viabilidad técnica y financiera.

Una vez se haya identificado una oportunidad de desarrollo, se estudiará su ubicación y se analizará la disponibilidad de recursos naturales de la zona. En el caso que estos valores sean atractivos, comienza el proceso de la obtención de los permisos necesarios para la construcción de un proyecto de energías renovables.

9.2 CONSTRUCCIÓN

El trabajo de construcción comprende toda la obra civil para acondicionar el terreno y hacer las canalizaciones, obra eléctrica de la interconexión de la planta con las redes eléctricas de distribución o transporte y la recepción y montaje de todos los equipos. Una vez se finalizan todos estos trabajos, se certifica que la planta ha sido ejecutada conforme a lo previsto.

9.3 FUNCIONAMIENTO

Una vez construido el parque, las operaciones necesarias para su funcionamiento son mínimas puesto que los módulos fotovoltaicos e inversores están monitorizados y automatizados para su óptimo funcionamiento.

Se realizará un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los elementos que forman el parque, teniendo en cuenta que los módulos fotovoltaicos no requieren prácticamente de mantenimiento más allá de la limpieza, que se realizará anualmente con agua a presión. Esta limpieza la realizará la empresa que realice el mantenimiento. Se dispondrá de un centro de control para la monitorización y control, así como para la video vigilancia y seguridad de la planta fotovoltaica.

9.4 DESMANTELAMIENTO

Una vez finalizada la vida útil del parque fotovoltaico, que se estima en 25 – 30 años, se procederá al desmantelamiento de todas las instalaciones e infraestructuras creadas, realizando un proyecto de desmantelamiento y restauración de las zonas afectadas, con el objetivo de devolver al terreno las condiciones anteriores a la ejecución de las obras de instalación del parque fotovoltaico. El tratamiento de los materiales excedentarios se realizará conforme a la legislación vigente en materia de residuos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

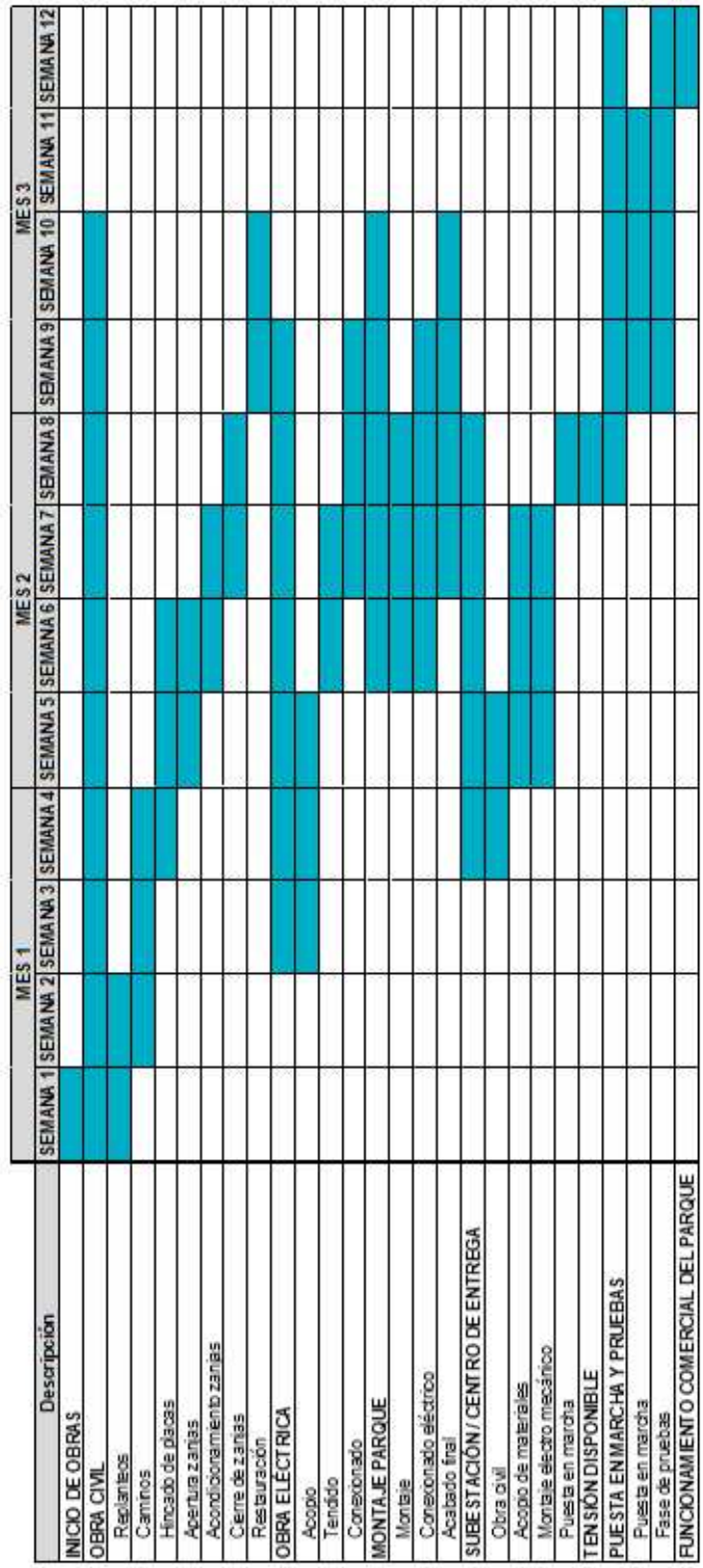
Para ejecutar el desmantelamiento del parque fotovoltaico, se han de realizar las siguientes obras:

1. Desconexión eléctrica.
2. Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
3. Desmontaje y retirada de los seguidores.
4. Retirada de circuitos eléctricos.
5. Desmontaje de inversores y centros de transformación.
6. Desmantelamiento de la línea eléctrica aérea.
7. Desinstalación de los sistemas de seguridad, comunicaciones y vigilancia .
8. Retirada del vallado perimetral.
9. Restauración final, vegetal y paisajística.
10. Reciclaje de materiales.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

10 PLANIFICACIÓN



Descripción	MES 1				MES 2				MES 3			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
INICIO DE OBRAS												
OBRA CIVIL												
Replanteos												
Caminos												
Hincado de placas												
Apertura zanjas												
Acondicionamiento zanjas												
Cierre de zanjas												
Restauración												
OBRA ELÉCTRICA												
Acopio												
Tendido												
Conexionado												
MONTAJE PARQUE												
Montaje												
Conexionado eléctrico												
Acabado final												
SUBESTACIÓN / CENTRO DE ENTREGA												
Obra civil												
Acopio de materiales												
Montaje electro mecánico												
Puesta en marcha												
TENSIÓN DISPONIBLE												
PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS												
Puesta en marcha												
Fase de pruebas												
FUNCIONAMIENTO COMERCIAL DEL PARQUE												

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

11 CONCLUSIÓN

Con el presente documento se entiende haber descrito adecuadamente el proyecto "Parque Fotovoltaico RALLAMBLAR y su infraestructura de evacuación", sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Zaragoza, abril de 2024
Fdo. Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada Nº 3.420 COIIAR
Al servicio de la empresa
Atalaya Generación S.L.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 2: ANEJOS

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE ANEJOS

- ANEJO 1: Coordenadas de los límites del parque fotovoltaico
- ANEJO 2: Relación de bienes y derechos afectados
- ANEJO 3: Cálculos de producción de energía
- ANEJO 4: Cálculos eléctricos PFV
- ANEJO 5: Gestión de residuos
- ANEJO 6: Hojas de características
- ANEJO 7: Cálculos de la línea aérea de media tensión
- ANEJO 8: Prescripciones técnicas para la protección de avifauna

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 1

Coordenadas de los límites del parque fotovoltaico

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

VALLADO PFV 2

RED SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 2

CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2

RED SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO 3

MODIFICACIÓN A LA LÍNEA AÉREA VILLARQUE 3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

VALLADO PFV

VALLADO 1 PFV Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	645.111	4.490.589
2	645.123	4.490.548
3	645.278	4.490.608
4	645.258	4.490.659
5	645.117	4.490.608
6	645.121	4.490.593

VALLADO 2 PFV Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	645.299	4.490.558
2	645.312	4.490.524
3	645.177	4.490.427
4	645.158	4.490.460
5	645.146	4.490.482
6	645.138	4.490.496

RED SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN

RED SUBTERRÁNEA MT Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	645.137	4.490.570
2	645.133	4.490.580
3	645.133	4.490.581
4	645.133	4.490.596
5	645.131	4.490.598
6	645.124	4.490.598
7	645.123	4.490.598
8	645.118	4.490.596

CENTRO DE SECCIONAMIENTO

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	645.118	4.490.594
2	645.116	4.490.603
3	645.113	4.490.602
4	645.115	4.490.593

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

RED SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

RED SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	645.144	4.490.588
2	645.143	4.490.588
3	645.141	4.490.589
4	645.136	4.490.601
5	645.134	4.490.603
6	645.125	4.490.603
7	645.124	4.490.603
8	645.117	4.490.600

MODIFICACIÓN A LA LÍNEA AÉREA VILLARQUE

Nº de Apoyo	Denominación Apoyo	COORDENADAS (HUSO 30)	
		X	Y
19 existente	HAV Armado Canad.	645.171	4.490.515
20	C-2000 12 T	645.144	4.490.588
21 existente	HAV Armado Canad.	645.109	4.490.685

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 2

Relación de bienes y derechos afectados

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Nº Finca	Término Municipal	Pol	Par	Referencia catastral	Tipo de Cultivo	PFV			Línea aérea			Red Subterránea		Línea E-S		Centro de Seccto			Sup. Ocup Defin(m²)	Sup. Serv de Paso para Vigilancia y Conserv (m²)	Sup. Ocup Temp (m²)
						Sup. PFV (m²)	Long camino (m)	Sup. camino (m²)	Nº Apoyo (ud)	Código Apoyo	Sup. Apoyo (m2)	Long. Trazado (m)	Sup. zanja (m²)	Long trazado (m)	Sup zanja (m²)	Sup. Explan (m²)	Long. Acc (m)	Sup. Acceso (m²)			
1	SANTA EULALIA DEL CAMPO	12	181	44221A01200181	CR	13.076,27	5,05	47,09	-	-	-	5,00	3,00			-	-	-	13.123,36	18,01	7,00
2	SANTA EULALIA DEL CAMPO	12	176	44221A01200176	CR	9.049,19	4,99	49,17	1	Ap.1	1,1	80,62	44,36	37,67	18,59	27,98	13,10	43,35	9126,34	149,91	12,77
3	SANTA EULALIA DEL CAMPO	12	9017	44221A01209017	I	-	4,18	65,34	-	-	-	72,53	43,52			-	-	-	65,34	524,48	113,41

Tipos de cultivo:

CR: Labor o labradío regadío

I: Improductivo

C: Labor o labradío secano

V: Viña secano

VR: Viñedos regadío

VT: Vía de comunicación de dominio público

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 3

Cálculos de producción de energía

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. RADIACIÓN SOLAR DE LA UBICACIÓN 3
2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA 4
2.1. PÉRDIDAS 4
2.1.1. Parámetros térmicos 4
2.1.2. Pérdidas Óhmicas 4
2.1.3. Calidad de módulos – LID – Desajustes 5
2.1.4. Pérdidas por polvo y suciedad 5
2.2. RESUMEN RESULTADOS 6
3. ENERGÍA PRODUCIDA PFV (ESTUDIO PVSYST) 7

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. RADIACIÓN SOLAR DE LA UBICACIÓN

Los datos de radiación solar de la ubicación donde se encuentra el parque fotovoltaico fueron obtenidos mediante PVSyst y se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Datos radiación solar PFV (40,57° N, -1,31°E)

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C
Enero	67.6	24.71	3.48
Febrero	86.6	31.80	4.80
Marzo	136.3	47.19	8.24
Abril	164.8	60.09	10.93
Mayo	196.4	76.82	15.79
Junio	213.4	70.07	21.99
Julio	229.0	64.24	25.81
Agosto	199.7	64.43	25.15
Septiembre	149.1	49.74	19.48
Octubre	112.2	42.14	13.65
Noviembre	71.3	29.12	7.24
Diciembre	60.3	22.41	4.17
Año	1686.7	582.77	13.45

H_h: Irradiación en el plano horizontal (Wh/m^2/día)

D/G: Ratio de radiación global difusa (-)

T_{24h}: Temperatura media cada 24h (°C)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA

Mediante el software PVSyst y los datos de radiación solar en el emplazamiento del proyecto obtenidos de la base de datos Meteonorm 8.1 se ha calculado la producción del parque.

2.1. PÉRDIDAS

Para calcular el rendimiento de la instalación se tienen en cuenta las siguientes pérdidas:

2.1.1. Parámetros térmicos

Cuando se da el valor de potencia nominal de un panel, este se refiere a las condiciones estándar de medida CEM, en las que la temperatura de la célula es 25°C. Pero la temperatura de operación de los módulos depende de los factores ambientales de irradiación, temperatura ambiente, el tipo de célula y encapsulado, velocidad del viento y de la refrigeración (aireación) de los módulos por la parte posterior. Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25°C de las CEM, y del viento. El módulo presenta una potencia menor cuanto mayor es la temperatura de operación.

El comportamiento térmico de las cadenas de módulos se calcula mediante un balance térmico. Éste establece la temperatura de funcionamiento instantánea, que será utilizada por el modelado de módulos fotovoltaicos. El balance térmico involucra dos términos: el “factor de pérdida constante: Uc” y el “Factor de pérdida del viento: Uv”.

El factor de pérdidas térmicas será: " U = Uc + Uv”.

2.1.2. Pérdidas Óhmicas

Tanto en la parte continua como en la parte de alterna de una instalación fotovoltaica se producen pérdidas energéticas originadas por el denominado efecto Joule que se produce siempre que circula corriente por un conductor de un material y sección determinados y son proporcionales al cuadrado de la intensidad.

Las pérdidas propias del transformador de media tensión son: pérdidas del hierro (debidas a la histéresis y a las corrientes de Foucault) y pérdidas óhmicas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.1.3. Calidad de módulos – LID – Desajustes

2.1.3.1. Calidad de módulos

Es un valor que define el comportamiento del módulo comparado con las especificaciones del fabricante.

2.1.3.2. LID

LID (Light Induced Degradation) es la pérdida de rendimiento de los módulos cristalinos asociada a las primeras horas de exposición al sol.

2.1.3.3. Pérdidas por sombreado

En muchas ocasiones es inevitable la presencia de sombras en determinadas horas del día sobre el generador fotovoltaico, esto conduce a unas determinadas pérdidas energéticas causadas por la disminución de la captación de irradiación solar y por los posibles efectos de mismatch a las que puedan dar lugar.

2.1.3.4. Pérdidas por desajuste (mismatch)

Son pérdidas energéticas originadas por la conexión de módulos fotovoltaicos de potencias ligeramente diferentes para formar un generador fotovoltaico. Esto tiene su origen en que, si conectamos dos módulos en serie con diferentes corrientes, el módulo de menor corriente limitara la corriente de la serie. Resultando la potencia de un generador fotovoltaico menor a la suma de las potencias de cada uno de los módulos fotovoltaicos que la componen, estas pérdidas se reducirán mediante una instalación ordenada en potencia (o en corrientes en el punto de máxima potencia) de los módulos fotovoltaicos, así como la utilización de diodos de bypass.

2.1.4. Pérdidas por polvo y suciedad

Tiene su origen en la disminución de la potencia de un generador fotovoltaico por la deposición de polvo y suciedad en la superficie de los módulos. Cabría destacar dos aspectos, por un lado, la presencia de una suciedad uniforme da lugar a una disminución de la corriente y tensión entregada por el módulo, y por otro lado, la presencia de suciedades localizadas (como puede ser el caso de excrementos de aves) da lugar a un aumento de las pérdidas de mismatch y a las pérdidas por formación de puntos calientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.2. RESUMEN RESULTADOS

La energía total producida es de **2.386 MWh/año**. El Performance Ratio (P.R) del parque fotovoltaico es **85,35 %**. Éstos y otros datos relacionados con la producción del parque fotovoltaico se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Energía generada por el PFV

Energía generada PFV	
Estimación de la energía eléctrica producida anual (MWh/año)	2.386
Producción específica (kWh/kWp/año)	1.836
Performance ratio	85,35 %

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3. ENERGÍA PRODUCIDA PFV (ESTUDIO PVSYST)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: PFV Rallamblar

Variante: PFV Rallamblar 1 MW / 1,125 MVA / 1,3 MWp - 570 Wp - pitch 4,5 m - Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 1300 kWp

Santa Eulalia - Spain

Autor(a)
Atalaya Generación Eólica S.L. (Spain)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PVsyst V7.4.6
VC0, Fecha de simulación:
30/04/24 08:43
con V7.4.6

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Santa Eulalia
España

Situación

Latitud	40.57 °N
Longitud	-1.31 °W
Altitud	986 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Santa Eulalia
Meteonorm 8.1 (2007-2017), Sat=65% - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Sistema de rastreo, con retroceso

Orientación campo FV
Orientación
Plano de rastreo, eje inclinado

Inclin.media del eje	-0.1 °
Azimut del eje medio	0 °

Algoritmo de rastreo
Cálculo astronómico
Retroceso activado

Sombreados cercanos
Sombreados lineales : Rápido (tabla)
Sombreado difuso Automático

Información del sistema
Generador FV

Núm. de módulos	2280 unidades
Pnom total	1300 kWp

Inversores

Núm. de unidades	9 unidades
Pnom total	1125 kWca
Límite de potencia de red	1000 kWca
Proporción de red lim. Pnom	1.300

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Resumen de resultados

Energía producida	2385.87 MWh/año	Producción específica	1836 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	85.35 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema. 3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 5
Resultados principales 6
Diagrama de pérdida 7
Gráficos predefinidos 8
Evaluación P50 - P90 9

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PVsyst V7.4.6
VC0, Fecha de simulación:
30/04/24 08:43
con V7.4.6

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sistema de rastreo, con retroceso

Orientación campo FV

Orientación
Plano de rastreo, eje inclinado
Inclin.media del eje -0.1 °
Azimut del eje medio 0 °

Algoritmo de rastreo
Cálculo astronómico
Retroceso activado

Conjunto de retroceso
Núm. de rastreadores 55 unidades

Tamaños
Espaciado de rastreador 4.50 m
Ancho de colector 2.38 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 53.0 %
Phi mín/máx. -/+ 60.0 °

Estrategia de retroceso
Límites de phi para BT -/+ 57.8 °
Paso de retroceso 4.50 m
Ancho de retroceso 2.38 m

Modelos usados
Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Horizonte
Altura promedio 1.4 °

Sombreados cercanos
Sombreados lineales : Rápido (tabla)
Sombreado difuso Automático

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D
rastreadores ilimitados

Geometría del modelo bifacial

Espaciado de rastreador	4.50 m
Ancho de rastreador	2.38 m
GCR	53.0 %
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m

Definiciones del modelo bifacial

Promedio de albedo de tierra	0.18
Factor de bifacialidad	70 %
Fact. sombreado trasero	5.0 %
Fact. desajuste trasero	10.0 %
Fracción transparente de cobertizo	0.0 %

Valores mensuales de albedo de tierra

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
0.20	0.16	0.15	0.17	0.18	0.18	0.19	0.21	0.17	0.16	0.20	0.18	0.18

Limitación de potencia de red

Potencia activa 1000 kWca
Proporción Pnom 1.300

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-570DEG19RC.20
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	570 Wp
Número de módulos FV	2280 unidades
Nominal (STC)	1300 kWp
Módulos	76 cadena x 30 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	1193 kWp
U mpp	1032 V
I mpp	1156 A

Inversor

Fabricante	Sungrow
Modelo	SG125-HV
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	125 kWca
Número de inversores	9 unidades
Potencia total	1125 kWca
Voltaje de funcionamiento	860-1450 V
Proporción Pnom (CC:CA)	1.16

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PVsyst V7.4.6
VC0, Fecha de simulación:
30/04/24 08:43
con V7.4.6

Características del generador FV

Potencia FV total

Nominal (STC)	1300 kWp
Total	2280 módulos
Área del módulo	6164 m²
Área celular	5748 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	1125 kWca
Número de inversores	9 unidades
Proporción Pnom	1.16

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 3.0 %

Factor de pérdida térmica
Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC
Res. conjunto global 15 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdida diodos serie
Caída de tensión 0.7 V
Frac. de pérdida 0.1 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz
Frac. de pérdida 2.0 %

Pérdida de calidad módulo
Frac. de pérdida -0.8 %

Pérdidas de desajuste de módulo
Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas
Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.929	0.830	0.589	0.000

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV
Voltaje inversor 600 Vca tri
Frac. de pérdida 0.00 % en STC
Inversor: SG125-HV
Sección cables (9 Inv.) Alu 9 x 3 x 70 mm²
Longitud media de los cables 0 m

Línea MV hasta inyección
Voltaje MV 20 kV
Cables Alu 3 x 120 mm²
Longitud 5950 m
Frac. de pérdida 0.50 % en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV
Voltaje medio 20 kV
Parámetros del transformador
Potencia nominal en STC 1.29 MVA
Iron Loss (Conexión 24/24) 1.29 kVA
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC
Pérdida de cobre 12.85 kVA
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 2.80 mΩ

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

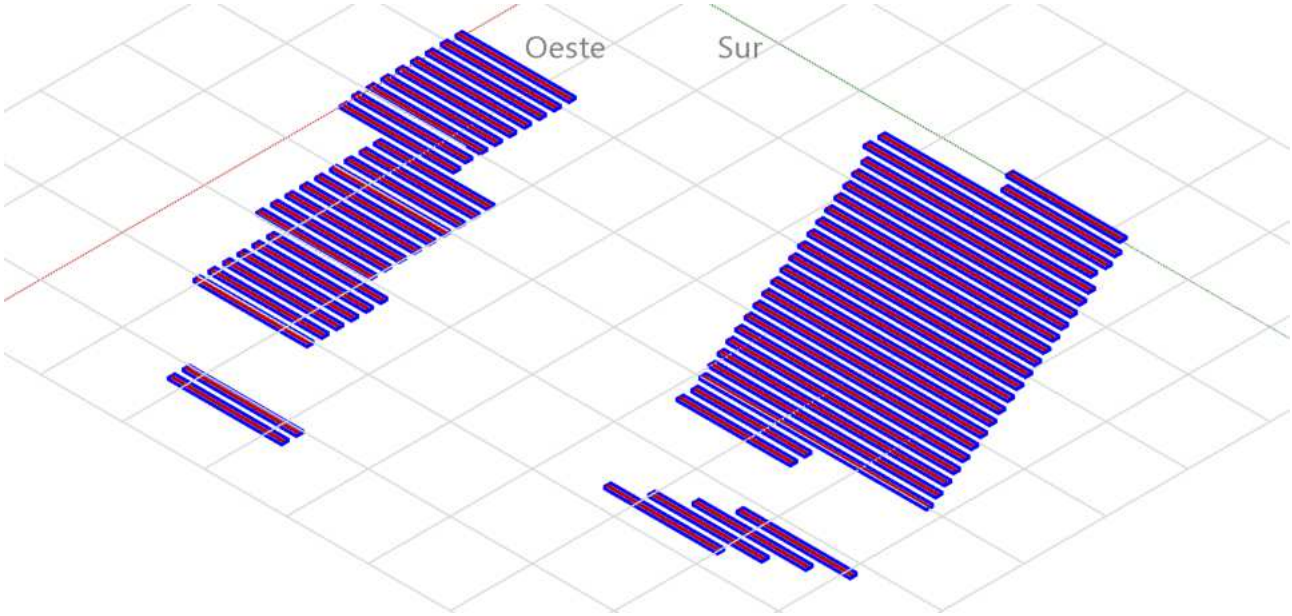
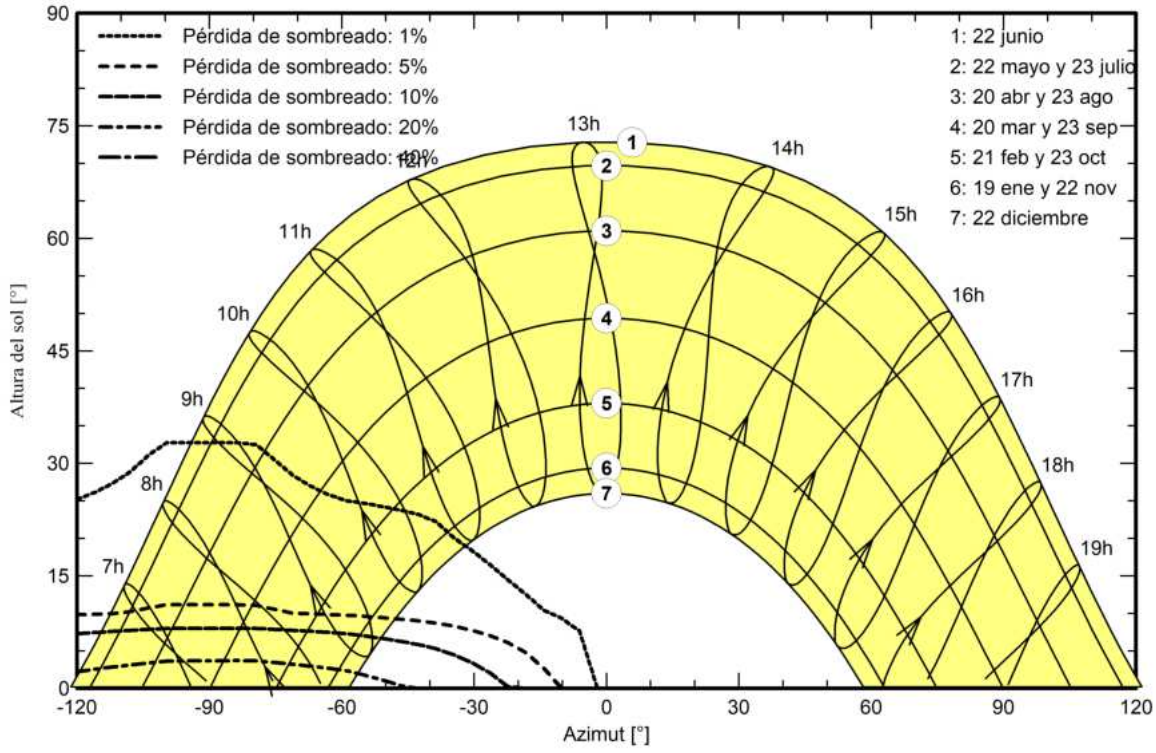


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

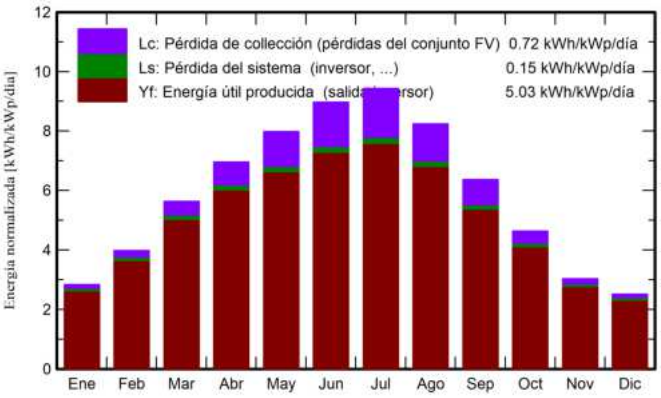
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Resultados principales

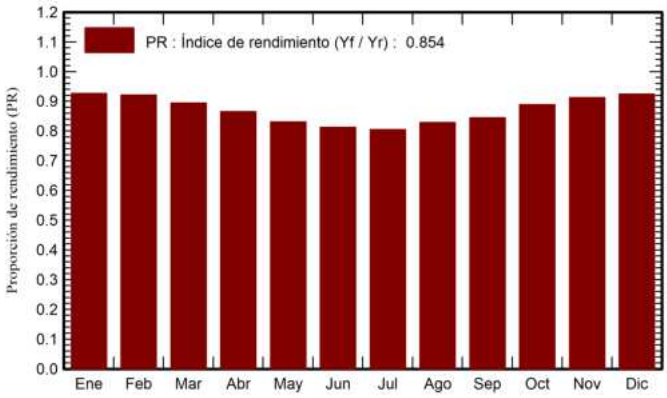
Producción del sistema

Energía producida	2385.87 MWh/año	Producción específica	1836 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	85.35 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	67.6	24.71	3.48	88.1	82.4	109.5	106.0	0.926
Febrero	86.6	31.80	4.80	111.3	104.9	137.2	133.2	0.921
Marzo	136.3	47.19	8.24	174.7	164.9	208.7	202.9	0.894
Abril	164.8	60.09	10.93	208.8	197.4	241.4	234.8	0.865
Mayo	196.4	76.82	15.79	247.6	233.6	274.7	267.2	0.831
Junio	213.4	70.07	21.99	269.2	255.0	292.0	284.2	0.812
Julio	229.0	64.24	25.81	292.4	277.4	314.3	305.9	0.805
Agosto	199.7	64.43	25.15	255.4	242.3	282.3	274.8	0.828
Septiembre	149.1	49.74	19.48	190.9	180.2	215.6	209.5	0.845
Octubre	112.2	42.14	13.65	143.6	135.4	170.7	165.9	0.889
Noviembre	71.3	29.12	7.24	91.0	85.2	111.5	107.9	0.912
Diciembre	60.3	22.41	4.17	77.9	73.0	96.9	93.6	0.924
Año	1686.7	582.77	13.45	2150.9	2031.7	2454.9	2385.9	0.854

Leyendas

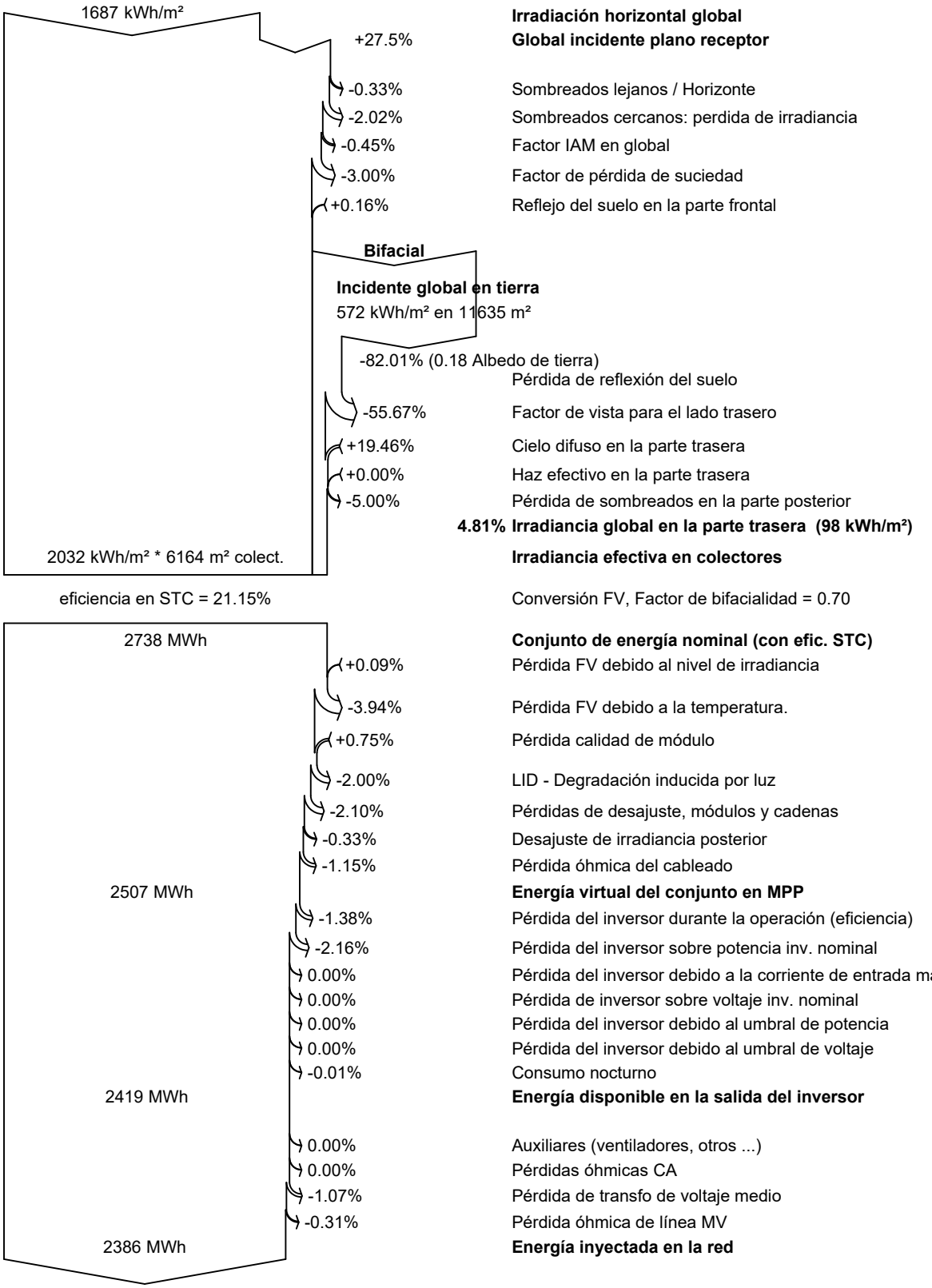
GlobHor	Irradiación horizontal global
DiffHor	Irradiación difusa horizontal
T_Amb	Temperatura ambiente
GlobInc	Global incidente plano receptor
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
E_Grid	Energía inyectada en la red
PR	Proporción de rendimiento

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PVsyst V7.4.6
VC0, Fecha de simulación:
30/04/24 08:43
con V7.4.6

Diagrama de pérdida

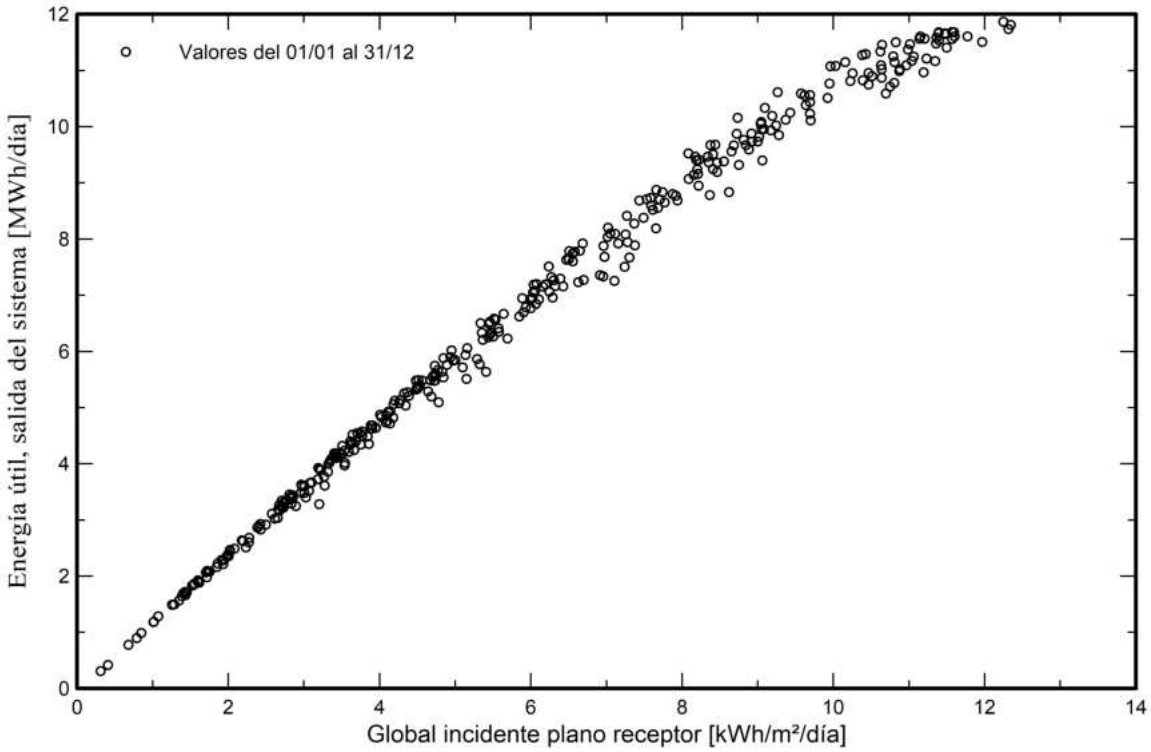


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

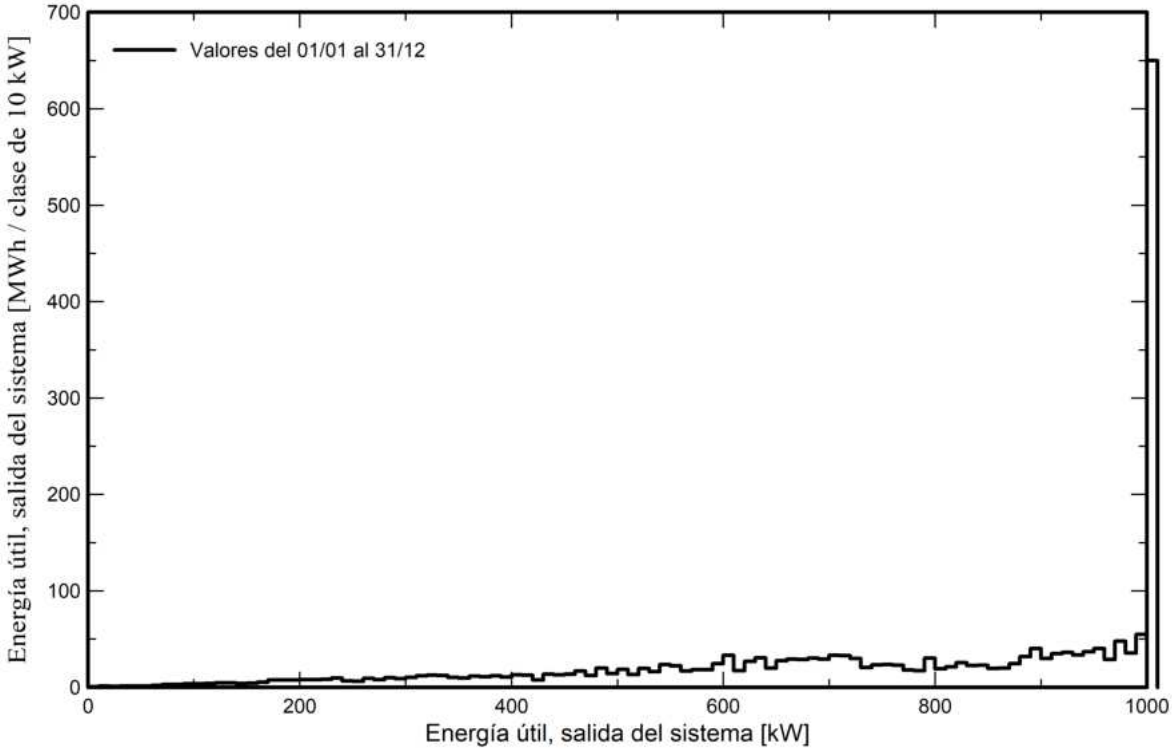
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente	Meteonorm 8.1 (2007-2017), Sat=65%
Tipo	Promedios mensuales
Sintético - Promedio multianual	
Variabilidad año a año(Varianza)	3.3 %

Desviación especificada

Cambio climático	0.0 %

Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV	1.0 %
Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %
Incertidumbres de suciedad y desajuste	1.0 %
Incertidumbre de degradación	1.0 %

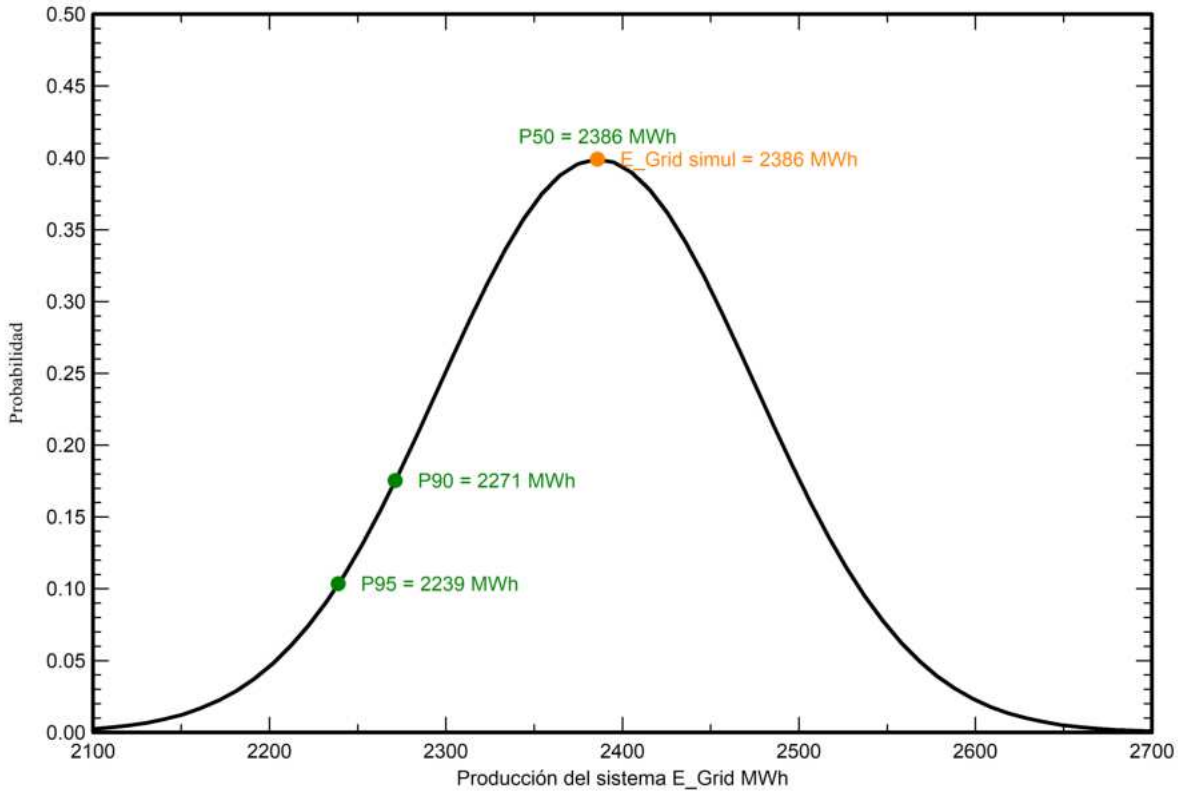
Variabilidad global (datos meteo + sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática)	3.7 %

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	89 MWh
P50	2386 MWh
P90	2271 MWh
P95	2239 MWh

Distribución de probabilidad



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 4

Cálculos eléctricos PFV y su infraestructura de evacuación

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. CARACTERISTICAS TÉCNICAS 3
2. CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y NÚMERO DE RAMAS 5
3. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN 8
3.1. CORRIENTE CONTINUA: TRAMO RAMAS - INVERSORES 8
3.1.1. Criterio de intensidad máxima admisible 8
3.1.2. Criterio de máxima caída de tensión 11
3.1.3. Criterio de corriente de cortocircuito 12
3.1.4. Cálculo de pérdidas eléctricas 12
3.1.5. Cálculo de las protecciones 12
3.1.6. Procedimiento de cálculo 13
3.1.7. Tabla de resultados tramo rama - inversor 16
3.1.8. Conductores y protecciones seleccionados 18
3.1.9. Resumen tramo ramas – inversor 18
3.2. CORRIENTE ALTERNA: TRAMO INVERSOR - CT 19
3.2.1. Criterio de intensidad máxima admisible 19
3.2.2. Criterio de máxima caída de tensión 22
3.2.3. Criterio de corriente de cortocircuito 22
3.2.4. Cálculo de pérdidas eléctricas 22
3.2.5. Cálculo de las protecciones 22
3.2.6. Procedimiento de cálculo 22
3.2.7. Tabla de resultados tramo inversor – CT 26
3.2.8. Conductores y protecciones seleccionados 27
3.2.9. Resumen PFV 27
3.3. CORRIENTE ALTERNA: TRAMO CUADRO BT – TRANSFORMADOR 28
3.3.1. Criterio de intensidad máxima admisible 28
3.3.2. Cálculo de las protecciones 31
3.3.3. Conductores y protecciones seleccionados 31
4. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN 32
4.1. TRAMO TRANSFORMADOR – CELDAS MT 32
4.2. TRAMO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN – CENTRO DE SECCIONAMIENTO 32
4.2.1. Conductor proyectado 32

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.2.2. Criterio de intensidad máxima admisible 33
4.2.3. Criterio de máxima caída de tensión 37
4.2.4. Criterio de pérdida máxima de potencia 37
4.2.5. Criterio de la intensidad de cortocircuito 37
4.2.6. Tabla de resultados conductores de media tensión 41
4.2.7. Conductores seleccionados 42
4.3. TRAMO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO HASTA APOYO LAMT 43
4.3.1. Conductor proyectado 43
4.3.2. Criterio de intensidad máxima admisible 43
5. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS 45
5.1. INTRODUCCIÓN 45
5.2. NORMATIVA 45
5.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 46
5.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE TIERRA 46
5.5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA 48
5.5.1. Resistencia PAT red baja tensión 49
5.5.2. Resistencia PAT inversores multistring 49
5.5.3. Resistencia PAT CT 49
5.5.4. Resistencia PAT red media tensión 50
5.5.5. Resistencia PAT centro de seccionamiento 50
5.5.6. Resistencia PAT PFV 50
5.5.7. Cálculo de la tensión de defecto (U_d) 50
5.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO Y PASO 51
5.6.1. Definiciones y formulación 51
5.6.2. Procedimiento de cálculo 53
5.6.3. Cálculo tensión paso y contacto del CT (Método UNESA) 54
5.6.4. Cálculo tensión paso y contacto del CS (Método UNESA) 59
5.7. CONCLUSIONES 64

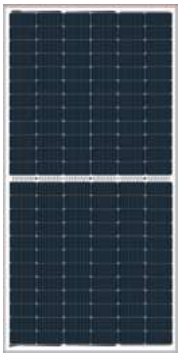
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Ilustración 1. Esquema general de conexión del parque fotovoltaico

Tabla 1: Características del módulo fotovoltaico. Fuente: Trina Solar

TSM-DEG19RC.20 570 Wp					
Pmax	570	W	Vmpp (0°C)	40,80	V
Vmpp	38,40	V	Vmpp (65 ºC)	34,56	V
Impp	14,84	A	Voc (0 ºC)	48,56	V
Voc	45,70	V	Voc (65°C)	41,13	V
Isc	15,93	A	Isc (65 ºC)	16,18	A
Eficiencia	21,1	%			
V max sistema	1500	V_{DC}			
Coeficiente de T para Pmpp	-0,340	%/°K			
Coeficiente de T para Voc	-0,250	%/°K			
Coeficiente de T para Isc	0,040	%/°K			
Largo	2.384	mm			
Ancho	1.134	mm			
Alto	30	mm			
Área	2,703	m^2			
Tamaño de conductor	12 / 4	AWG /mm^2			
Peso del módulo	33,4	kg			

Datos proporcionados para condiciones estándar (STC): 1000W/m^2, 25°C, AM1,5

Tabla 2: Especificaciones técnicas del inversor SG125HX. Fuente: Sungrow

Modelo		SG125HX
Salida	Potencia activa máxima a 25ºC (kW)[1]	125
	Potencia Nominal a 40ºC (kW)	125
	Potencia Nominal a 50ºC (kW)	113,6
	Máxima corriente de salida (A)	90,2
	Tensión (V_{ac})	800
	Frecuencia (Hz)	50
	Factor de potencia	1
Entrada	Mínima Tensión M_{pp} (V_{dc})	860
	Máxima Tensión M_{pp} (V_{dc})	1.300
	Máxima tensión (V_{dc})	1.500
	Máxima corriente por MPPT (A)	30
	Máxima corriente cortocircuito por MPPT (A)	50

[1] La norma UNE-EN 50524 indica en su apartado “4.5 Caracterización del rendimiento de operación” que la potencia nominal se da a la tensión de entrada nominal y a la temperatura ambiente de (25 ±3) ºC.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 3: características principales cuadro de baja tensión

				CBT Metálico de exterior salida trasera
Características eléctricas	Tensión asignada de empleo		Ue (V)	800
	Intensidad asignada de empleo		Ie (A)	1.250
	Corriente asignada de corta duración admisible 1 segundo		(kA)	20
	Entradas procedentes de inversores			12
	Sección de cables de acometida (entradas de inversores)			Máx. 300 mm^2
	Nº y sección de cables de salida al transformador		mm^2	Máx. 4 x 240 mm^2
	Tensión soportada a frecuencia industrial	Fase - Fase	kV	2,5
		Fase - Masa		10
	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Fase - Masa	kV	8
Grado de protección	IP			IP55
	IK			IK10

Tabla 4: Características técnicas transformador

Características técnicas transformador		
Características eléctricas		
Potencia asignada	kVA	1.250
Tensión asignada	Ur	
Primaria	kV	20
Secundaria	V	800
Grupo de conexión		Dyn11
Pérdidas en vacío ($P_{0)}$	W	1.800
Pérdidas en vacío ($P_{k)}$	W	11.000
Impedancia de cortocircuito a 120 ° C	%	6
Dimensiones		
Largo	mm	1.640
Ancho		1.000
Alto con ruedas		2.146
Pesos		
Peso núcleo magnético	kg	1.850
Peso conductores	kg	750
Peso total	kg	3.050

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2. CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y NÚMERO DE RAMAS

Para elegir el número de módulos fotovoltaicos en serie debe tenerse en cuenta que la tensión no supere en ningún caso el rango de tensión de entrada del inversor. Además, el número de ramas que entran al inversor debe elegirse de modo que la corriente máxima de entrada no se supere excesivamente, pues de lo contrario el inversor desperdiciaría energía en exceso.

Teniendo en cuenta el coeficiente de temperatura para la tensión de circuito abierto (α) y el coeficiente de temperatura para corriente de cortocircuito (β) de los módulos fotovoltaicos (ver Tabla 1) y las características técnicas del inversor (ver

Tabla 2) se calcula a continuación la configuración de ramas en serie y en paralelo para que se verifiquen las siguientes condiciones:

1. El máximo voltaje de los módulos conectados en serie debe de estar por debajo del límite superior de tensión MP del inversor

   El máximo voltaje MP de los módulos fotovoltaicos en serie se dará cuando éstos alcancen la mínima temperatura. Corresponde a la media de temperaturas mínimas durante los meses de invierno.

$$V_{MP\ máx.\ módulos\ (Tmin)} = Nº\ módulos\ rama * V_{mp_max\ (Tmin)} = V_{mp\ max\ rama} < V_{mp\ max.\ inversor}$$

Tabla 5: Condición de máximo voltaje

	SG125HX	
Vmp máxima inversor	1.300	V
Vmp máxima módulos fotovoltaicos a Tmin	40,80	V
Temperatura mínima	0	ºC
Número de módulos en la rama	30	
Vmp máx. rama	1.224,00	V
¿Se cumple la condición?	SÍ	

La condición de límite superior se cumple.

2. El mínimo voltaje de los módulos conectados en serie debe de ser superior al límite inferior de tensión MP del inversor

   El mínimo voltaje MP de los módulos en serie se dará cuando éstos alcancen la máxima temperatura, que se supone en verano con los módulos calientes.

$$V_{MP\ min.\ módulos\ (Tmax)} = Nº\ módulos\ rama * V_{mp_min\ (Tmax)} = V_{mp\ min\ rama} > V_{mp\ min.\ Inversor}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 6: condición de mínimo voltaje

	SG125HX	
Vmp mínima inversor	860	V
Vmp mínima módulos fotovoltaicos a Tmax	34,56	V
Temperatura máxima	65	ºC
Número de módulos en la rama	30	
Vmp mínima rama	1.036,80	V
¿Se cumple la condición?	SÍ	

La condición de límite inferior se cumple.

3. La tensión de circuito abierto (V_{OC}) en condiciones extremas de temperatura debe ser inferior a la máxima tensión admisible del inversor

La tensión de circuito abierto máxima (V_{OC}) se dará en invierno, cuando la temperatura es mínima.

$$V_{OC\ max.\ módulos\ (Tmin)} = Nº\ módulos\ rama * V_{OC_max.\ (Tmin)} = V_{OC\ max.\ rama} < V_{max\ DC\ Inversor}$$

Tabla 7: condición de tensión de circuito abierto

	SG125HX	
Voc máxima inversor	1.500	V
Voc máxima módulos fotovoltaicos a Tmin	48,56	V
Temperatura mínima	0	ºC
Número de módulos en la rama	30	
Voc máxima rama	1.456,69	V
¿Se cumple la condición?	SÍ	

La condición de tensión de circuito abierto se cumple.

4. La corriente máxima de funcionamiento y de cortocircuito entregada por los módulos deberá ser inferior a la corriente máxima de entrada del inversor

La máxima corriente de los módulos conectados en paralelo se dará en verano, cuando la temperatura sea máxima en la instalación.

$$Nº\ ramas\ en\ inversor * I_{SC_max.\ (Tmax)} < I_{DC\ Inversor}$$

$$Nº\ ramas\ en\ inversor * I_{_max.\ (Tmax)} < I_{DC\ Inversor}$$

La configuración de inversores del PFV es la siguiente:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 8: configuración bloques inversor

Características bloque inversor	Inv. A	Inv. B
Potencia a 25ºC (kW)	125,0	125,0
Módulos en serie	30	30
Ramas en paralelo	9	8

Se conectan las siguientes ramas de módulos en paralelo por inversor:

Tabla 9: condición de corriente de funcionamiento y de cortocircuito del inversor.

Características bloque inversor	Inv. A	Inv. B
Intensidad punto de máxima potencia módulo fotovoltaico a Tmax (A)	15,08	15,08
Intensidad cortocircuito módulo fotovoltaico a Tmax (A)	16,18	16,18
Intensidad máxima entrada inversor (A)	180,00	180,00
Intensidad máxima cortocircuito inversor (A)	300,00	300,00
Ramas en paralelo	9	8
Intensidad máxima funcionamiento (A)	135,70	120,62
Intensidad máxima cortocircuito (A)	145,66	129,48
¿Se cumple la condición de corriente máxima de entrada?	SÍ	SÍ
¿Se cumple la condición de corriente de cortocircuito?	SÍ	SÍ

La condición de límite inferior se cumple.

Tabla 10: condición de corriente de funcionamiento del CT.

Características bloque CT	Config. 1
Intensidad máxima entrada CT (A)	1.250
Intensidad máxima salida inversor (A)	90,2
Número Inv. A (9)	4
Número Inv. B (8)	5
Intensidad a punto de máxima potencia a Tmax (A)	811,80
¿Se cumple la condición de corriente máxima de entrada?	SÍ

La condición de corriente de funcionamiento se cumple.

Con los resultados anteriores, quedan comprobados los requerimientos de voltaje e intensidad para la configuración eléctrica de los módulos fotovoltaicos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

3.1. CORRIENTE CONTINUA: TRAMO RAMAS - INVERSORES

El circuito de corriente continua comprende el cableado entre los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor. Este tramo discurre parcialmente al aire, sujeto a lo largo de la estructura y parcialmente enterrado bajo tubo, desde la salida del seguidor fotovoltaico hasta la entrada al inversor. Se proyecta para este tramo conductor de cobre con aislamiento de XLPE.

La selección de la sección de mínima normalizada de un cable debe cumplir simultáneamente las condiciones de: criterio de intensidad máxima admisible, criterio de máxima caída de tensión y criterio de intensidad de cortocircuito.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. Se sellarán todos los tubos con espuma de poliuretano o similar, una vez introducidos los cables, para evitar la entrada de pequeños animales.

Existen diferentes configuraciones de ramas que se conectan a los inversores.

Tabla 11: configuraciones bloques inversor

Bloque Inversor Tipo	A	B
Nº módulos/rama	30	30
Nº ramas	9	8
Nº módulos/inversor	270	240

3.1.1. Criterio de intensidad máxima admisible

Mediante el criterio de intensidad máxima admisible se elige la sección de conductor adecuada para soportar, en las condiciones continuas de funcionamiento dadas, la intensidad máxima que va a circular por el conductor sin que éste se vea dañado.

Para el dimensionamiento de los cables de BT de este tramo, se han considerado las siguientes premisas:

- Se elegirá aquella sección del cableado que cumpla que: Idiseño< Imáx.admisible, donde la intensidad máxima admisible del cable se debe

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

modificar con los factores de corrección recogidos en la norma IEC 60364-5-52:2022.

- Las intensidades máximas admisibles sin corregir de las diferentes secciones vienen recogidas en la tabla B.52.3.

Tabla 12: Tabla B52.3 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 – Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502
Aluminio							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

NOTA En las columnas 3, 5, 6 ,7 y 8, se supone que los conductores son circulares para un tamaño de hasta 16 mm² inclusive. Los valores indicados para mayores tamaños se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a los conductores circulares.

- La intensidad de diseño se calculará aplicando un factor de seguridad del 25% extra a la intensidad de cortocircuito en condiciones estándar del módulo. Idiseño = 1,25 Isc. Ese coeficiente asegura el correcto dimensionamiento del cable considerando la bifacialidad del módulo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Los factores de corrección a considerar para de la intensidad máxima admisible son los siguientes:

- C1: Factor corrector para temperatura del terreno diferente a 20ºC (tabla B.52.15). Se considera una temperatura del terreno de 25ºC. (C1 = 0,96)

Tabla 13: Tabla B52.15 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

- C2: Factor corrector por agrupamiento de cables unipolares en conductos enterrados (tabla B.52.19). Se considera que el inversor está en el centro del bloque, por lo que la mitad de los cables comparten zanja (Ver Tabla de resultados tramo rama - inversor). Se interpolan los valores para distancias intermedias a las facilitadas en la tabla.

Tabla 14: Tabla B52.19 IEC 60364-5-52:2022

B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos				
Número de circuitos unipolares de dos o tres cables	Distancia entre conductos [b]			
	Nula (conductos en contacto)	0.25 m	0.5 m	1.0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,50	0,65	0,82
18	0,31	0,49	0,65	0,82
19	0,30	0,48	0,64	0,82
20	0,29	0,47	0,63	0,81

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- C3: Factor corrector para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W (tabla B.52.16). Se considera una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W. (C3 = 1,1)

Tabla 15: Tabla B52.16 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de ±5%.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

- C4: Factor corrector por profundidad de enterramiento. En la normativa IEC considerada no aparece una tabla específica para este factor corrector, por lo que se considera la tabla 9 de la instrucción técnica ITC-BT-07 del REBT. Se considera una profundidad de enterramiento de 0,7 m. (C4 = 1)

Tabla 16: Tabla 9 ITC-BT-07

Tabla 9. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

3.1.2. Criterio de máxima caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la conducción.

$$\frac{\Delta U}{U} = \left(\frac{I_{MPP} * L * R_T}{V_{MPP\ string}} \right)$$

Donde:
I_{MPP}: Corriente en el punto de máxima potencia (A).
V_{mpp}: Tensión nominal CC del string CC (V).
L: Longitud de las líneas cable pral. de CC (+/-) (km).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

R_T: Resistencia a la temperatura de funcionamiento del cable (Ω/Km).

En Tabla de resultados tramo rama - inversor se muestra la caída de tensión en el cableado de corriente continua entre cada rama y el inversor. Se han dimensionado los cables para que la caída de tensión total desde la rama hasta el CT sea inferior al 1,5 %.

3.1.3. Criterio de corriente de cortocircuito

Este criterio establece que 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 (como mínimo para tiempos de despeje de la falta) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Este criterio resulta determinante en instalaciones de media tensión, pero no lo es en instalaciones de baja tensión, ya que en los cables de CC la intensidad de cortocircuito es la que se ha considerado en el criterio de intensidad máxima admisible, por lo que resulta redundante.

3.1.4. Cálculo de pérdidas eléctricas

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable debido al efecto Joule.

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{R_T * L * I_{mpp}^2}{I_{mpp} * V_{mpp_string}}$$

En Tabla de resultados tramo rama - inversor se muestra las pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre cada rama y el inversor. Se han dimensionado los cables para que la pérdida de potencia sea inferior al 0,5 %.

3.1.5. Cálculo de las protecciones

La norma UNE-H D 60364-7-712:2017 indica que la corriente máxima del fusible de las ramas (I_n) debe estar comprendida entre:

$$1{,}5 \cdot I_{sc}(STC) \leq I_n \leq 2{,}4 \cdot I_{sc}(STC)$$

Se escoge un valor de 1,5 veces la I_{sc}.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.1.6. Procedimiento de cálculo

1) Con el valor de la intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico se selecciona el fusible de protección de la rama.

Escogiendo una ratio de 1,5, el fusible debe soportar por lo menos:

Tabla 17: Fusible seleccionado

$I_{sc(STC)}$ [A]	$I_{fusible\ rama}$ [A]	Fusible [A]
15,93	23,90	25

2) Obtención de la intensidad nominal del cable según tipo de instalación.

Tabla 18: intensidades nominales de los cables propuestos.

Sección mm²	Intensidad nominal A	Normativa
4	43	Tabla b52.1 UNE-HD 60364-5-52:2022
6	53	
10	71	

3) Aplicación de los factores de corrección para obtener la intensidad máxima admisible en condiciones continuas de operación (Iz).

Tabla 19: factores de corrección para esta instalación

CONDICIONES INSTALACIÓN	Valor	Coeficiente	Normativa
C1: factor de corrección por temperatura del terreno diferente a 20ºC	25	0,96	Tabla B.52.15 UNE-HD 60364-5-52:2022
C2: factor de agrupación de cables unipolares en bajo tubo*	6	0,60	Tabla B.52.19 b UNE-HD 60364-5-52:2022
Distancia entre cables (m)	0		
C3: factor de corrección de resistividad diferente a 2,5 (K m/W)	1,5	1,10	Tabla B.52.16 UNE-HD 60364-5-52:2022
C4: factor de corrección para diferentes profundidades de instalación	0,7	1,00	ITC-BT-07. Tabla 9.
C: factor corrección string - inversor		**0,63**	

* Se muestran las condiciones de agrupación de cables para un inversor tipo estándar. Las condiciones particulares de cada tramo quedan reflejadas en la Tabla de resultados tramo rama - inversor

4) La intensidad de diseño del cable debe ser menor que la intensidad nominal del cable y la intensidad circulante por la rama debe ser menor a la intensidad máxima permitida bajo las condiciones de funcionamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 20: comprobación intensidad de diseño e intensidad circulante

Sección mm²	Intensidad nominal A	Imax A	Impp a STC A	Isc a STC A	Intensidad diseño (1,25 * Isc) A	¿Idiseño < Inomi?	¿Impp < Imax?
4	43	27,24	14,84	15,93	19,91	SÍ	SÍ
6	53	33,58				SÍ	SÍ
10	71	44,99				SÍ	SÍ

5) Con el cociente entre la Immp y la Iz se obtiene la temperatura de funcionamiento del cable.

$$T = T_o + (T_{MAX} - T_{O)} \left(\frac{I_{mmp}}{I_{MAX}}\right)^2$$

Tabla 21: cálculo de la temperatura de funcionamiento del cable para la instalación

To ºC	Tmax ºC	Impp a STC A
25	90	14,94

Sección mm²	Intensidad nominal A	Imax A	Tª funcionamiento ºC
4	43	27,24	44,3
6	53	33,58	37,7
10	71	44,99	32,1

* Se muestran las condiciones de un bloque inversor tipo con más entradas. Las condiciones particulares de cada tramo quedan reflejadas en la Tabla de resultados tramo rama - inversor .

Donde:
T: Temperatura de funcionamiento del cable.
T_0: Temperatura ambiente.
T_{max}: Temperatura máxima de del cable.
I_{max}: Corriente máxima admisible del cable.

6) Con la temperatura de trabajo, se obtiene el valor de resistencia del cable a la temperatura de funcionamiento real.

$$R = R_{20ºC} * (1 + (\alpha_{cu} * (\mathrm{T} - 20))$$

Donde:
R_T: Resistencia a la temperatura de funcionamiento (Ω/Km).
R_{20}: Resistencia a 20°C para conductor de cobre.
$\alpha_{Cu} = 0{,}00393$. Coeficiente de temperatura del cobre a 20ºC

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 22: cálculo de la resistencia a la temperatura de funcionamiento

Sección mm²	Coeficiente de temperatura del Cu a 20ºC	Resistencia a 20ºC Ohm/km	Tª funcionamiento ºC	Resistencia a tª funcionamiento Ohm/km
4	0,00393	5,09	44,3	5,58
6		3,39	37,7	3,63
10		1,95	32,1	2,04

7) Con el valor de la resistencia a la temperatura de funcionamiento se calcula la caída de tensión y la pérdida de potencia.

Ver Tabla de resultados tramo rama - inversor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.1.7. Tabla de resultados tramo rama - inversor

De	Hasta	Longitud cable +	Longitud cable -	String			Fusible (> 1,5*Isc)	Nº circuitos en una misma zanja	Factores de corrección (IEC 60364-5-52:2022)				Sección conductor	Circuito	I máx admisible según Tabla B.52.3	I máx admisible en condiciones continuas de operación	Coeficiente de carga	Tª del conductor en condiciones continuas de operación	Resistencia modificada según Tª	Caída de tensión		Pérdida de potencia	
				Módulos por string	Vmpp string	Impp			C1 Tª Tabla B.52.15	C2 Agrupamiento Tabla B.52.19 B	C3 Resistividad Tabla B.52.16	C4 Profundidad ITC BT 07. Tabla 9											
		m	m		V	A	A						mm²		A	A		ºC	Ohm/km	V	%	W	%
Inverter TX1-INV 1	String TX1-INV1-STR1	14,4	15,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,47	0,21%	36,72	0,21%
	String TX1-INV1-STR2	9,9	11,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	1,73	0,15%	25,68	0,15%
	String TX1-INV1-STR3	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	0,21	0,02%	3,18	0,02%
	String TX1-INV1-STR4	9,9	11,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	1,73	0,15%	25,62	0,15%
	String TX1-INV1-STR5	14,4	15,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,47	0,21%	36,68	0,21%
	String TX1-INV1-STR6	18,9	20,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,22	0,28%	47,74	0,28%
	String TX1-INV1-STR7	23,4	24,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,96	0,34%	58,81	0,34%
	String TX1-INV1-STR8	23,5	24,7	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,99	0,35%	59,15	0,35%
	String TX1-INV1-STR9	18,9	20,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,22	0,28%	47,76	0,28%
Inverter TX1-INV 2	String TX1-INV2-STR1	23,4	24,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,97	0,34%	58,84	0,34%
	String TX1-INV2-STR2	18,9	20,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,22	0,28%	47,79	0,28%
	String TX1-INV2-STR3	14,4	15,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,48	0,21%	36,74	0,21%
	String TX1-INV2-STR4	9,9	11,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	1,73	0,15%	25,69	0,15%
	String TX1-INV2-STR5	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	0,21	0,02%	3,18	0,02%
	String TX1-INV2-STR6	9,9	11,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	1,73	0,15%	25,69	0,15%
	String TX1-INV2-STR7	14,4	15,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,48	0,21%	36,74	0,21%
	String TX1-INV2-STR8	18,9	20,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,22	0,28%	47,79	0,28%
	String TX1-INV2-STR9	23,4	24,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,97	0,34%	58,84	0,34%
Inverter TX1-INV 3	String TX1-INV3-STR1	9,9	11,0	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	1,71	0,15%	25,43	0,15%
	String TX1-INV3-STR2	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	0,21	0,02%	3,15	0,02%
	String TX1-INV3-STR3	9,9	11,0	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	1,71	0,15%	25,41	0,15%
	String TX1-INV3-STR4	14,4	15,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,45	0,21%	36,34	0,21%
	String TX1-INV3-STR5	18,9	20,0	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	3,19	0,28%	47,27	0,28%
	String TX1-INV3-STR6	23,4	24,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	3,92	0,34%	58,20	0,34%
	String TX1-INV3-STR7	49,4	50,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,34	0,46%	79,24	0,46%
	String TX1-INV3-STR8	45,1	46,2	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	4,88	0,42%	72,38	0,42%
Inverter TX1-INV 4	String TX1-INV4-STR1	45,9	47,1	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,00	0,43%	74,27	0,43%
	String TX1-INV4-STR2	47,4	48,6	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,17	0,45%	76,66	0,45%
	String TX1-INV4-STR3	1,2	2,3	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	0,29	0,03%	4,32	0,03%
	String TX1-INV4-STR4	36,2	37,3	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	3,96	0,34%	58,71	0,34%
	String TX1-INV4-STR5	10,4	11,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	1,81	0,16%	26,84	0,16%
	String TX1-INV4-STR6	45,4	46,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	4,94	0,43%	73,34	0,43%
	String TX1-INV4-STR7	12,6	13,8	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,18	0,19%	32,35	0,19%
	String TX1-INV4-STR8	47,6	48,8	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,18	0,45%	76,93	0,45%
	String TX1-INV4-STR9	17,9	19,0	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	3,05	0,26%	45,28	0,26%
Inverter TX1-INV 5	String TX1-INV5-STR1	35,7	36,9	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	3,91	0,34%	57,96	0,34%
	String TX1-INV5-STR2	45,9	47,1	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,01	0,43%	74,30	0,43%
	String TX1-INV5-STR3	50,7	51,8	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,52	0,48%	81,86	0,48%
	String TX1-INV5-STR4	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	0,21	0,02%	3,18	0,02%
	String TX1-INV5-STR5	10,9	12,1	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	1,91	0,17%	28,30	0,17%
	String TX1-INV5-STR6	11,5	12,7	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,00	0,17%	29,70	0,17%

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable +	Longitud cable -	String			Fusible (> 1,5*Isc)	Nº circuitos en una misma zanja	Factores de corrección (IEC 60364-5-52:2022)				Sección conductor	Circuito	I máx admisible según Tabla B.52.3	I máx admisible en condiciones continuas de operación	Coeficiente de carga	Tª del conductor en condiciones continuas de operación	Resistencia modificada según Tª	Caída de tensión		Pérdida de potencia	
				Módulos por string	Vmpp string	Impp			C1 Tª Tabla B.52.15	C2 Agrupamiento Tabla B.52.19 B	C3 Resistividad Tabla B.52.16	C4 Profundidad ITC BT 07. Tabla 9											
	String TX1-INV5-STR7	46,5	47,7	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,07	0,44%	75,21	0,44%
	String TX1-INV5-STR8	16,4	17,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	27,24	54,47%	44,28	5,58	2,81	0,24%	41,68	0,24%
	String TX1-INV5-STR9	51,4	52,5	30	1.152,0	14,8	25	5	0,96	0,60	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	33,58	44,19%	37,69	3,63	5,59	0,49%	83,00	0,49%
Inverter TX1-INV 6	String TX1-INV6-STR1	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	0,21	0,02%	3,15	0,02%
	String TX1-INV6-STR2	35,7	36,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	3,88	0,34%	57,56	0,34%
	String TX1-INV6-STR3	11,7	12,8	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,00	0,17%	29,73	0,17%
	String TX1-INV6-STR4	46,7	47,8	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,05	0,44%	74,90	0,44%
	String TX1-INV6-STR5	16,4	17,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,78	0,24%	41,23	0,24%
	String TX1-INV6-STR6	51,4	52,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,55	0,48%	82,41	0,48%
	String TX1-INV6-STR7	12,2	13,4	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,10	0,18%	31,10	0,18%
	String TX1-INV6-STR8	47,2	48,4	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,11	0,44%	75,80	0,44%
Inverter TX1-INV 7	String TX1-INV7-STR1	17,0	18,1	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,87	0,25%	42,62	0,25%
	String TX1-INV7-STR2	52,0	53,1	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,61	0,49%	83,31	0,49%
	String TX1-INV7-STR3	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	0,21	0,02%	3,15	0,02%
	String TX1-INV7-STR4	12,2	13,4	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,10	0,18%	31,11	0,18%
	String TX1-INV7-STR5	35,7	36,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	3,88	0,34%	57,56	0,34%
	String TX1-INV7-STR6	47,2	48,4	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,11	0,44%	75,81	0,44%
	String TX1-INV7-STR7	12,8	13,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,19	0,19%	32,50	0,19%
	String TX1-INV7-STR8	47,8	48,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,17	0,45%	76,72	0,45%
Inverter TX1-INV 8	String TX1-INV8-STR1	13,4	14,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,29	0,20%	33,91	0,20%
	String TX1-INV8-STR2	48,4	49,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,23	0,45%	77,63	0,45%
	String TX1-INV8-STR3	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	0,21	0,02%	3,15	0,02%
	String TX1-INV8-STR4	35,7	36,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	3,88	0,34%	57,56	0,34%
	String TX1-INV8-STR5	12,8	14,0	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,19	0,19%	32,52	0,19%
	String TX1-INV8-STR6	47,8	49,0	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,17	0,45%	76,73	0,45%
	String TX1-INV8-STR7	17,5	18,7	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,97	0,26%	44,03	0,26%
	String TX1-INV8-STR8	52,5	53,7	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	5,68	0,49%	84,23	0,49%
Inverter TX1-INV 9	String TX1-INV9-STR1	80,8	81,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	10	2 x (1 x 10)	71	48,73	30,45%	31,03	2,03	4,91	0,43%	72,89	0,43%
	String TX1-INV9-STR2	85,2	86,4	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	10	2 x (1 x 10)	71	48,73	30,45%	31,03	2,03	5,18	0,45%	76,91	0,45%
	String TX1-INV9-STR3	120,2	121,4	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	10	2 x (1 x 10)	71	48,73	30,45%	31,03	2,03	7,30	0,63%	108,27	0,63%
	String TX1-INV9-STR4	74,3	75,5	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	10	2 x (1 x 10)	71	48,73	30,45%	31,03	2,03	4,52	0,39%	67,13	0,39%
	String TX1-INV9-STR5	31,0	32,1	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	5,17	0,45%	76,66	0,45%
	String TX1-INV9-STR6	16,5	17,6	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	2,79	0,24%	41,43	0,24%
	String TX1-INV9-STR7	0,7	1,9	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	4	2 x (1 x 4)	43	29,52	50,28%	41,43	5,52	0,21	0,02%	3,15	0,02%
	String TX1-INV9-STR8	37,0	38,2	30	1.152,0	14,8	25	4	0,96	0,65	1,10	1,00	6	2 x (1 x 6)	53	36,38	40,79%	35,82	3,60	4,02	0,35%	59,66	0,35%

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.1.8. Conductores y protecciones seleccionados

Teniendo en cuenta los criterios anteriores se seleccionan los conductores y las protecciones siguientes:

ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 4 Cu

ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 6 Cu

ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 10 Cu

Fusible 25 A, 1500 V_{dc}

3.1.9. Resumen tramo ramas – inversor

Características bloque inversor	Inv. A	Inv. B
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	270	240
Módulos en serie	30	30
Ramas en paralelo	9	8
Cable String – Inversor	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 4 / 6 / 10 / Cu	
Fusible protección ramas	25A, 1.500 V	
Potencia máxima inversor (kW)	125	125
Potencia pico (kWp)	153,9	136,8
Número de bloques inversor en el PFV	4	5

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.2. CORRIENTE ALTERNA: TRAMO INVERSOR - CT

El tramo entre cada inversor y el centro de transformación - edificio que contiene el cuadro de baja tensión, el transformador y la aparamenta de MT- estará formado por conductores de aluminio con aislamiento XLPE, directamente enterrados.

El inversor se encuentra ubicado óptimamente en el centro de cada bloque de ramas para evitar caídas de tensión elevadas. Las zanjas que albergan el cableado que une los inversores con el centro de transformación pueden ser compartidas en algunos tramos por la conexión de varios inversores.

Existe una única configuración que se conecta al CT:

Tabla 23: configuración de bloque CT

Bloque CT	Conf. 1
Número de bloques en el PFV	1
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	2.280
Módulos en serie	30
Ramas en paralelo	76
Bloques CT	4 Inv. A + 5 Inv. B
Cable Inversor - CT	XZ1 0,6/1 kV 3 x 1 x 150/185/240/300 Al
Fusibles protección CT	200/250 A, 1.500 V
Potencia módulos fotovoltaicos (kWp)	1.299,6
Potencia inversores a 25 ºC (Kw)	1.125,0

3.2.1. Criterio de intensidad máxima admisible

El procedimiento de cálculo es análogo al descrito anteriormente, pero adaptando los factores de corrección a una terna de cables. Solamente se mostrarán las tablas que cambian con respecto al cálculo anterior.

Para el dimensionamiento de los cables de BT de este tramo, se han considerado las siguientes premisas:

- Se elegirá aquella sección del cableado que cumpla que: $I_{diseño} < I_{máx.admisible}$, donde la intensidad máxima admisible del cable se debe modificar con los factores de corrección recogidos en la norma IEC 60364-5-52:2022.
- Las intensidades máximas admisibles sin corregir de las diferentes secciones vienen recogidas en la tabla B.52.5.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 24: Tabla B.52.5 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.5 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 – Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419
Aluminio							
2,5	19	18	22	21	24	22	
4	25	24	29	28	32	28	
6	32	31	38	35	41	35	
10	44	41	52	48	57	46	
16	58	55	71	64	76	59	64
25	76	71	93	84	90	75	82
35	94	87	116	103	112	90	98
50	113	104	140	124	136	106	117
70	142	131	179	156	174	130	144
95	171	157	217	188	211	154	172
120	197	180	251	216	245	174	197
150	226	206	267	240	283	197	220
185	256	233	300	272	323	220	250
240	300	273	351	318	382	253	290
300	344	313	402	364	440	286	326

NOTA En las columnas 3, 5, 6 ,7 y 8, se supone que los conductores son circulares para un tamaño de hasta 16 mm² inclusive. Los valores indicados para mayores tamaños se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a los conductores circulares.

Para secciones superiores a 300 mm^2 se utilizarán los valores facilitados por el fabricante de cables.

Tabla 25: Cables Al Voltalene Flamex CPRO (S) Al XZ1 (S). 0,6 / 1Kv. Fuente: Prysmian.

SECCIÓN [mm]	DIAMETRO CONDUCTOR* [mm]	ESPESOR DE AISLAM. [mm]	Ø NOM. AISLAM. [mm]	DIÁMETRO EXTERIOR* [mm]	RADIO DE CURVATURA [mm]	PESO APROX. [kg/km]	INTENSIDAD DE CORRIENTE AL AIRE** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE DIRECTAMENTE ENTERRADO** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE BAJO TUBO Y ENTERRADO** (3)		RESIS-TENCIA DEL COND. [Ω/km]	MÁXIMA CAIDA DE TENSION cc MAS [V/(A.km)]
							2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1 x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- La intensidad de diseño se calculará aplicando un factor de seguridad del 25% extra a la intensidad de cortocircuito en condiciones estándar del módulo. Idiseño = 1,25 Isc. Ese coeficiente asegura el correcto dimensionamiento del cable considerando la bifacialidad del módulo.

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible son los siguientes:

- C1: Factor corrector para temperatura del terreno diferente a 20ºC (tabla B.52.15). Se considera una temperatura del terreno de 25ºC. (C1 = 0,96)
- C2: Factor corrector por agrupamiento de cables unipolares directamente enterrados (tabla B.52.18). Se considera una distancia entre cables de 0,2 m. Se considera que comparten zanja el máximo número de ternas del PFV (Ver Tabla de resultados tramo inversor –). Se interpolan los valores para distancias intermedias a las facilitadas en la tabla.

Tabla 26: Tabla B52.18 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.18 – Factores de reducción para más de un circuito, cables directamente enterrados – Método de instalación D2 de las tablas B.52.2 a B.52.5 – Cables unipolares o multipolares

Número de circuitos	Distancia entre cables [a]				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

- C3: Factor corrector para cables directamente enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W (tabla B.52.16). Se considera una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W (C3 = 1,28).
- C4: Factor corrector por profundidad de enterramiento. Se utiliza la tabla 9 de la instrucción técnica ITC-BT-07 del REBT. Se considera una profundidad de enterramiento de 1 m. (C4 = 0,97).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.2.2. Criterio de máxima caída de tensión

$$\frac{\Delta U}{U} = \left(\frac{\sqrt{3} * I_{MPP} * L * (R_T \cos\theta + (X_T \sin\theta)}{V_{MPP}}\right)$$

Donde:
I_{MPP}: Corriente en el punto de máxima potencia inversor (A)
L: Longitud de las líneas cable (km)
R_T: Resistencia a la temperatura de funcionamiento del cable (Ω/Km)
X_T = 0,08. Reactancia del cable (Ω/Km)
V_{mpp}: Tensión nominal inversor AC (V)
cos θ= 0,98

En Tabla de resultados tramo inversor – se muestra la caída de tensión en el cableado de corriente alterna entre el inversor y la CT. Se han dimensionado los cables para que la caída de tensión total desde la rama hasta la CT sea inferior al 1,5 %.

3.2.3. Criterio de corriente de cortocircuito

Este criterio resulta determinante en instalaciones de media tensión, pero no lo es en instalaciones de baja tensión, ya que en los cables de AC la intensidad de cortocircuito es la que se ha considerado en el criterio de intensidad máxima admisible, por lo que resulta redundante.

3.2.4. Cálculo de pérdidas eléctricas

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable debido al efecto Joule.

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{3 * R_T * L * I_{mpp}^2}{V_{mpp} * I_{mpp}}$$

3.2.5. Cálculo de las protecciones

Se escoge un valor de 1,5 veces la I_{sc} multiplicada por el número de ramas en paralelo que entran al inversor para el dimensionamiento de las protecciones.

3.2.6. Procedimiento de cálculo

1) Con el valor de la intensidad de cortocircuito del inversor se selecciona el fusible de protección.

Escogiendo una ratio de 1,5, el fusible debe soportar por lo menos:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 27: Fusible seleccionado

Bloque inversor Tipo	A	B
Isc (A)	15,93	15,93
Nº ramas	9	8
Isc inversor (A)	143,37	127,44
Ifusible (A)	215,06	191,16
Fusible	250	200

2) Obtención de la intensidad nominal del cable según tipo de instalación.

Tabla 28: Impp por bloque inversor

Bloque Inversor	A	B
Impp (A)	14,84	14,84
Nº ramas	9	8
Impp inversor (A)	133,56	118,72

Tabla 29: Intensidades nominales de los cables propuestos.

Sección mm²	Intensidad nominal A	Normativa
150	220	Tabla 52.5 UNE-HD 60364-5-52:2022
185	250	
240	290	
300	326	

3) Aplicación de los factores de corrección para obtener la intensidad máxima admisible en condiciones continuas de operación (Iz).

Tabla 30: Factores de corrección para esta instalación

CONDICIONES INSTALACIÓN	Valor	Coeficiente	Normativa
C1: factor de corrección por temperatura del terreno diferente a 20ºC	25	0,960	Tabla B.52.15 UNE-HD 60364-5-52:2022
C2: factor de agrupación de cables unipolares en bajo tubo*	8	0,618	Tabla B.52.19 UNE-HD 60364-5-52:2022
Distancia entre cables (m)	0,2		
C3: factor de corrección de resistividad diferente a 2,5 (K m/W)	1,5	1,280	Tabla B.52.16 UNE-HD 60364-5-52:2022
C4: factor de corrección para diferentes profundidades de instalación	1	0,970	ITC-BT-07. Tabla 9.
C: factor corrección inversor - CT		**0,737**	

* Se muestran las condiciones de un bloque CT tipo con más entradas. Las condiciones particulares de cada tramo quedan reflejadas en la Tabla de resultados tramo inversor – .

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4) La intensidad de diseño del cable debe ser menor que la intensidad nominal del cable y la intensidad circulante por la rama debe ser menor a la intensidad máxima permitida bajo las condiciones de funcionamiento.

Tabla 31: comprobación intensidad de diseño e intensidad circulante

Sección mm²	Intensidad nominal A	Imax A	Impp A	Isc a STC A	Intensidad diseño (1,25 * Isc) A	¿Idiseño < Inominal?	¿Impp < Imax?
150	220	162,06	133,56	143,37	179,21	SÍ	SÍ
185	250	184,15	133,56			SÍ	SÍ
240	290	213,62	133,56			SÍ	SÍ
300	326	240,14	133,56			SÍ	SÍ

5) Con el cociente entre la Immp y la Iz se obtiene la temperatura de funcionamiento del cable.

$$T = T_o + (T_{MAX} - T_{O)} \left(\frac{I_{mmp\ inversor}}{I_{MAX\ inversor}}\right)^2$$

Tabla 32: cálculo de la temperatura de funcionamiento del cable para la instalación

To ºC	Tmax ºC
25	90

Sección mm²	Intensidad nominal A	Imax A	Impp inversor A	Tª funcionamiento ºC
150	220	162,06	133,56	69,2
185	250	184,15	133,56	59,2
240	290	213,62	133,56	50,4
300	326	240,14	133,56	45,1

* Se muestran las condiciones de un bloque CT con más entradas. Las condiciones particulares de cada tramo quedan reflejadas en la Tabla de resultados tramo inversor – CT.

T: Temperatura de funcionamiento del cable inversor - CT
T_0: Temperatura ambiente
T_{max}: Temperatura máxima de del cable inversor - CT
$I_{mmp\ inversor}$: Corriente nominal que fluye a través del cable inversor - CT
$I_{max\ inversor}$: Corriente máxima admisible del cable inversor - CT

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6) Con la temperatura de trabajo, se obtiene el valor de resistencia del cable a la temperatura de funcionamiento real.

$$R = R_{20ºC} * (1 + (\alpha_{Al} * (\mathrm{T} - 20))$$

Donde:

R_T: Resistencia a la temperatura de funcionamiento (Ω/Km).

R_{20}: Resistencia a 20°C para conductor de aluminio.

T: Temperatura del cable (°C)

$\alpha_{Al} = 0{,}00407$. Coeficiente de temperatura del aluminio a 20ºC.

Tabla 33: cálculo de la resistencia a la temperatura de funcionamiento

Sección mm²	Coeficiente de temperatura del Al a 20ºC	Resistencia a 20ºC Ohm/km	Tª funcionamiento ºC	Resistencia a tª funcionamiento Ohm/km
150	0,00407	0,206	69,2	0,247
185		0,164	59,2	0,190
240		0,125	50,4	0,140
300		0,100	45,1	0,110

7) Con el valor de la resistencia a la temperatura de funcionamiento se calcula la caída de tensión y la pérdida de potencia.

Ver Tabla de resultados tramo inversor – .

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.2.7. Tabla de resultados tramo inversor – CT

De	Hasta	Longitud	String			Inversor			Fusible (>1,5* Isc*nºstrings)	Nº circuitos en una misma zanja	Factores de corrección (IEC 60364-5-52:2022)				Conductor			I máx. admisible según Tabla B.52.5	I máx. admisible instalación	Coeficiente de carga	Tª cable	Resistencia modificada según Tª	Caída de tensión inversor - CT		Pérd. Pot. inversor - CT		Caída de tensión total	Pérd. Pot. total
			Módulos por string	Vmpp string	Impp	Strings	Impp Inversor	Vac			C1 Tª Tabla B.52.15	C2 Agrup. Tabla B.52.18	C3 Resistividad Tabla B.52.16	C4 Profundidad ITC BT 07. Tabla 9	Sección conductor	Circuito												
		m		V	A		A	V	A						mm^2			A	A	%	ºC	Ohm/km	V	%	W	%	%	%
Transformer 1	Inverter TX1-INV1	133,92	30	1152,00	14,84	9	133,56	800	250	8	0,96	0,62	1,28	0,97	185	1	3 x 1 x 185	250	184,15	72,5%	59,2	0,190	6,27	0,78%	1.362,76	0,89%	1,13%	1,23%
	Inverter TX1-INV2	80,24	30	1152,00	14,84	9	133,56	800	250	8	0,96	0,62	1,28	0,97	185	1	3 x 1 x 185	250	184,15	72,5%	59,2	0,190	3,75	0,47%	816,58	0,53%	0,81%	0,87%
	Inverter TX1-INV3	33,68	30	1152,00	14,84	8	118,72	800	200	8	0,96	0,62	1,28	0,97	150	1	3 x 1 x 150	220	162,06	73,3%	59,9	0,239	1,74	0,22%	341,02	0,25%	0,68%	0,71%
	Inverter TX1-INV4	261,19	30	1152,00	14,84	9	133,56	800	250	8	0,96	0,62	1,28	0,97	300	1	3 x 1 x 300	326	240,14	55,6%	45,1	0,110	7,49	0,94%	1.540,55	1,00%	1,39%	1,45%
	Inverter TX1-INV5	240,22	30	1152,00	14,84	9	133,56	800	250	8	0,96	0,62	1,28	0,97	300	1	3 x 1 x 300	326	240,14	55,6%	45,1	0,110	6,89	0,86%	1.416,90	0,92%	1,35%	1,41%
	Inverter TX1-INV6	216,54	30	1152,00	14,84	8	118,72	800	200	8	0,96	0,62	1,28	0,97	240	1	3 x 1 x 240	290	213,62	55,6%	45,1	0,138	6,72	0,84%	1.261,31	0,92%	1,32%	1,40%
	Inverter TX1-INV7	197,61	30	1152,00	14,84	8	118,72	800	200	8	0,96	0,62	1,28	0,97	240	1	3 x 1 x 240	290	213,62	55,6%	45,1	0,138	6,13	0,77%	1.151,03	0,84%	1,25%	1,33%
	Inverter TX1-INV8	178,68	30	1152,00	14,84	8	118,72	800	200	8	0,96	0,62	1,28	0,97	185	1	3 x 1 x 185	250	184,15	64,5%	52,0	0,185	7,26	0,91%	1.400,47	1,02%	1,40%	1,52%
	Inverter TX1-INV9	153,73	30	1152,00	14,84	8	118,72	800	200	8	0,96	0,62	1,28	0,97	185	1	3 x 1 x 185	250	184,15	64,5%	52,0	0,185	6,25	0,78%	1.204,92	0,88%	1,41%	1,51%

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.2.8. Conductores y protecciones seleccionados

Como se puede observar, el cable propuesto por el criterio de intensidad máxima admisible también cumple con el criterio de máxima caída de tensión. Los cables y protecciones seleccionados se muestran en la Tabla de resultados tramo inversor – .

XZ1 0,6 / 1 kV 3 x 1 x 150 Al
XZ1 0,6 / 1 kV 3 x 1 x 185 Al
XZ1 0,6 / 1 kV 3 x 1 x 240 Al
XZ1 0,6 / 1 kV 3 x 1 x 300 Al

Fusible 3x200 A, 1500 V
Fusible 3x250 A, 1500 V

3.2.9. Resumen PFV

Tabla 34: Resumen conductores y protecciones del PFV

PFV RALLAMBLAR	
Descripción	**Cantidad**
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	2.280
Ramas en paralelo	76
Cable String – Inversor	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 4 / 6 / 10 / Cu
Fusible protección ramas	25A, 1.500 V
Bloques Inversor	4 Inv. A + 5 Inv. B
Cable Inversor - CT	XZ1 0,6/1 kV 3 x 1 x 150/185/240/300 Al
Fusibles protección CT	200/250 A, 1.500 V
Inversores SG125HX de 125 kW a 25ºC	9
Centro de transformación 1.250 kVA	1
Potencia total módulos fotovoltaicos (MWp)	1,299
Potencia en inversores a 25ºC (MW)	1,125
Capacidad de acceso (MW)	1,000

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.3. CORRIENTE ALTERNA: TRAMO CUADRO BT – TRANSFORMADOR

Dado que el cuadro de baja tensión de corriente alterna se encuentra contiguo al transformador, solamente se realizará el cálculo de intensidad máxima admisible para realizar el correcto dimensionamiento de los cables de conexión entre dichos elementos.

3.3.1. Criterio de intensidad máxima admisible

Para el dimensionamiento de los cables de BT de este tramo, se han considerado las siguientes premisas:

- Se elegirá aquella sección del cableado que cumpla que: Idiseño< Imáx.admisible, donde la intensidad máxima admisible del cable se debe modificar con los factores de corrección recogidos en la norma IEC 60364-5-52:2022.
- Las intensidades máximas admisibles sin corregir de las diferentes secciones vienen recogidas en la tabla B.52.12 (Método F).

Tabla 35: Tabla B52.12 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.12 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación E, F y G de la tabla B.52.1 – Aislamiento XLPE/EPR, conductores de cobre – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente de referencia: 30 °C

Sección nominal del conductor mm²	Métodos de instalación de la tabla B.52.1						
	Cables multipolares		Cables unipolares				
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados	Dos conductores cargados en contacto	Tres conductores cargados al tresbolillo	Tres conductores cargados en plano		
					En contacto	Separados	
						Horizontales	Verticales
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

NOTA 1 Los conductores se suponen circulares para tamaños hasta los 16 mm² inclusive. Los valores para tamaños mayores se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a conductores circulares.

NOTA 2 D_e es el diámetro externo del cable.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Los factores de corrección a considerar para de la intensidad máxima admisible son los siguientes:

- C1: Factor corrector para temperatura ambiente diferente a 30ºC (tabla B.52.14). Se considera una temperatura ambiente de 30ºC. (C1 = 1)

Tabla 36: Tabla B52.14 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.14 – Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

Temperatura ambiente [a] °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral [a]	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

a Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

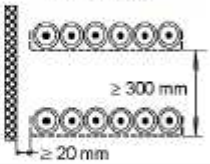
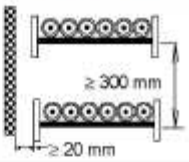
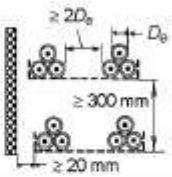
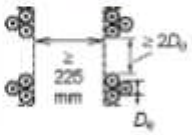
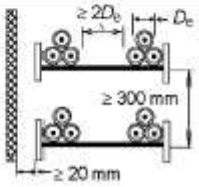
- C2: Factor corrector por agrupamiento de cables unipolares al aire libre (tabla B.52.21). Se consideran 3 ternas de cables en sistemas de bandejas perforadas (C2 = 0,87).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 37: Tabla B52.21 IEC 60364-5-52:2022

Tabla B.52.21 – Factores de reducción para grupos de uno o más circuitos de cables unipolares a aplicar a la corriente admisible de referencia para un circuito de cables unipolares al aire libre – Método de instalación F en las tablas B.52.8 a B.52.13

Método de instalación de la tabla A.52.3			Número de bandejas o bandejas de escalera	Número de circuitos trifásicos por bandeja o bandeja de escalera			Utilice como multiplicador de la corriente admisible
				1	2	3	
Sistemas de bandejas perforadas (nota 3)	31	En contacto 	1 2 3	0,98 0,96 0,95	0,91 0,87 0,85	0,87 0,81 0,78	Tres cables en formación horizontal
Sistemas de bandejas perforadas verticales (nota 4)	31	En contacto	1 2	0,96 0,95	0,86 0,84	– –	Tres cables en formación vertical
Sistemas de bandejas de escalera, bridas de amarre, etc. (nota 3)	32 33 34	En contacto 	1 2 3	1,00 0,98 0,97	0,97 0,93 0,90	0,96 0,89 0,86	Tres cables en formación horizontal
Sistemas de bandejas perforadas (nota 3)	31		1 2 3	1,00 0,97 0,96	0,98 0,93 0,92	0,96 0,89 0,86	Tres cables en disposición al tresbolillo
Sistemas de bandejas perforadas verticales (nota 4)	31	Separadas 	1 2	1,00 1,00	0,91 0,90	0,89 0,86	
Sistemas de bandejas de escalera, bridas de amarre, etc. (nota 3)	32 33 34		1 2 3	1,00 0,97 0,96	1,00 0,95 0,94	1,00 0,93 0,90	

Teniendo en cuenta la capacidad de acceso del PFV, la corriente máxima que se generará en la instalación será:

$$P = \sqrt{3}\, V * I * \cos\theta$$

$$1.000.000 = \sqrt{3} * 800 * I * 1$$

$$I = 721{,}69\ A$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

$$I_{diseño} = 1{,}25 * I = 902{,}11\ A$$

La intensidad máxima admisible para los cables RHZ1 en cobre, teniendo en cuenta los factores de corrección antes mencionados, viene dada por la expresión:

$$I_{max} = N \cdot I_{adm} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$$

Seleccionando 3 ternas de cables de 240 mm^2 de sección, se obtiene una intensidad máxima admisible por los conductores de:

$$I_{max} = 3 \cdot 634 \cdot 0{,}87 = 2.206{,}32\ A$$

Como se puede observar, la intensidad máxima admisible es superior a la intensidad de diseño.

3.3.2. Cálculo de las protecciones

La corriente nominal final que debe proteger el circuito en este tramo debe estar por debajo de I_{max} y ser superior a la $I_{diseño}$.

Se selecciona un interruptor automático termomagnético tetrapolar con intensidad nominal de 1.250 A para la protección del lado de baja tensión del transformador.

3.3.3. Conductores y protecciones seleccionados

Los cables y protecciones seleccionados para el tramo entre el cuadro de baja tensión y el transformador son:

XZ1 0,6 / 1 kV 3 x 3 x 1 x 240 Cu

Interruptor automático 3 x 1.250 A, 800 V

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN

4.1. TRAMO TRANSFORMADOR – CELDAS MT

Las celdas de MT se encuentran contiguas al transformador. En este tramo circulará la misma intensidad y deberá cumplir los mismos requisitos de cortocircuito que en el tramo Centro de Transformación – Centro de Seccionamiento.

El conductor seleccionado es:

RH5Z1 12/20 kV 3 x 1 x 240 Al mm²

En el siguiente apartado queda justificada la selección del conductor.

4.2. TRAMO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN – CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El PFV RALLAMBLAR está conectado en un único circuito eléctrico que une el centro de transformación con el Centro de Seccionamiento de la Línea Aérea de Media Tensión VILLARQUE 20 kV, punto de conexión.

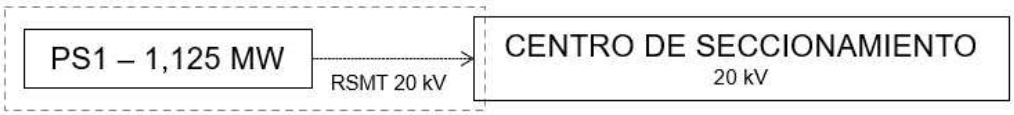


Ilustración: Esquema de conexión de la red de MT del PFV

4.2.1. Conductor proyectado

La línea de evacuación constará de un circuito, con cables cuyas características eléctricas son:

- Sección: ..... 240 mm²
- Designación UNE: ..... RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm² Al
- Tipo de cable: RHZ1
- Tensión: ..... 12/20 kV
- Conductor: ..... Aluminio
- Aislamiento: ..... Polietileno Reticulado (XLPE)
- Pantalla: ..... Cinta de Al termosoldada y adherida a la cubierta
- Intensidad máxima: ..... I = 367 A
- Resistencia eléctrica 90ºC (R): ..... 0,161 Ω/Km
- Reactancia eléctrica (X): ..... 0,102 Ω/Km

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

(*) El valor de intensidad máxima indicado se da en instalaciones directamente enterradas, con el cable a una profundidad de 1 m, terreno a temperatura de 20 ºC, temperatura del ambiente de 30 ºC, y resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W según IEC 60502-2.

La sección del cable ha sido dimensionada de tal manera que supera las necesidades de la red, de la cual forma parte el tendido en proyecto, en lo que se refiere a pérdidas de potencia, caídas de tensión, capacidad de transporte, sobrecargas admisibles y corrientes de cortocircuito.

4.2.2. Criterio de intensidad máxima admisible

Se calcula la corriente máxima permanente a transportar mediante la siguiente ecuación:

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

Donde

- P: potencia máxima en inversores por tramo (kW)
- V = tensión de línea de evacuación (kV)
- $cos\theta$ = factor de potencia

Tabla 38: Valores de diseño para los cálculos de MT

Tensión evacuación [kV]	Factor de potencia
20	0,95

La sección del cable se determina mediante la siguiente tabla; no obstante, deben de tenerse en cuenta unos factores de corrección para los cables de distribución de energía en media tensión, que quedan descritos en la ITC-LAT 06.

Tabla 39: Características eléctricas cables MT[2]

X-VOLT® RHZ1 12/20 kV

Sección (mm²)	Pantalla (mm²)	Diámetro Conductor (mm)	Diámetro Aislamiento (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	R20ºC (Ω/km)	X (Ω /km)	C (µF/km)	Aire libre (A) [1]	Enterrado (A) [2]
1 x 50	H16	8,0	20,0	24,9	660	0,641	0,130	0,174	184	152
1 x 70	H16	10,0	21,0	26,9	765	0,443	0,121	0,201	230	186
1 x 95	H16	11,2	22,2	28,3	870	0,320	0,170	0,217	280	221
1 x 120	H16	12,7	23,7	29,8	980	0,253	0,113	0,237	324	252
1 x 150	H16	13,9	24,9	31,2	1.085	0,206	0,110	0,254	368	281
1 x 185	H16	16,0	28,0	36,3	1.225	0,164	0,106	0,275	424	317
1 x 240	H16	18,0	29,0	35,5	1.455	0,125	0,102	0,308	502	367
1 x 300	H16	20,0	31,0	37,7	1.655	0,100	0,099	0,334	577	414
1 x 400	H16	22,8	34,0	41,0	2.010	0,0778	0,096	0,373	673	470
1 x 500	H16	26,3	37,8	45,3	2.390	0,0605	0,093	0,424	777	542
1 x 630	H16	29,8	41,0	48,7	2.870	0,0469	0,090	0,466	895	615
1 x 1000	H16	39,0	50,5	58,8	4.315	0,0291	0,085	0,591	1.188	795

[2] Fuente TOP CABLE: Cable X-VOLT AL RHZ1-OL/-20L

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

(*) El valor de intensidad máxima indicado se da en instalaciones directamente enterradas, con el cable a una profundidad de 1 m, terreno a temperatura de 20 ºC, temperatura del ambiente de 30 ºC, y resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W según IEC 60502-2.

En esta instalación se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Temperatura del terreno: 25 ºC
- Terna de cables unipolares agrupados y separados entre sí 20 cm.
- Terreno de resistividad térmica normal (1,5 K m/W)
- Profundidad de la instalación: 1,10 cm

La temperatura máxima de trabajo de los cables se calcula acorde a lo descrito en los apartados anteriores y la temperatura del ambiente ha sido supuesta en 25 ºC.

En el caso de que la temperatura del aire ambiente o del terreno sea distinta de los valores supuestos, las intensidades admisibles por los cables deben corregirse mediante los coeficientes que se indican en la Tabla 40:

Tabla 40: Factor de corrección C1, para temperatura del terreno distinta de 25 ºC[3]

Temperatura °C Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno θ_t, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

En el caso que la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K m/W, se emplean los coeficientes de corrección de la Tabla 41.

[3] Fuente: Tabla 7 RD 223/2008 ITC-LAT 06

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 41: Factor de corrección C2 para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K m/W[4]

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 directamente enterrados.	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	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

En el caso que la profundidad de la instalación difiera de 1 m, se aplican los coeficientes de corrección de la Tabla 42. Para valores de profundidad intermedios, se interpolará entre los valores de la tabla.

Tabla 42: Factores de corrección C3 para profundidades de instalación distintas de 1m[5]

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

En el caso de que se deba instalar más de un cable tripolar o más de una terna de cables unipolares a lo largo del recorrido, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en la Tabla 43.

[4] Fuente: Tabla 8 RD 223/2008 ITC-LAT 06
[5] Fuente: Tabla 11 RD 223/2008 ITC-LAT 06

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 43: Factor de corrección C4 por distancia entre ternos o cables tripolares[6]

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
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	-	-	-	-

La intensidad máxima admisible para los cables RHZ1 en Aluminio, teniendo en cuenta todos los factores de corrección antes mencionados, viene dada por la expresión:

$$I_{max} = N \cdot I_{adm} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4$$

Siendo:

- N: número de conductores en paralelo.
- I_{adm}: Intensidad máxima admisible del cable.
- C_1: Coeficiente de corrección según la temperatura del terreno (Tabla 40)
- C_2: Coeficiente de corrección según la resistividad térmica del terreno (Tabla 41)
- C_3: Coeficiente de corrección según profundidad de instalación (Tabla 42)
- C_4: Coeficiente de corrección para agrupamiento de cables (Tabla 43)

En este caso, los cables están directamente enterrados a una profundidad de 1,1 m y con una única terna. La temperatura del terreno ha sido supuesta en 25 ºC y la resistividad térmica normal (1,5 K m/W). Así, los coeficientes tienen el valor:

$$C_1 = 1\,;\; C_2 = 1\; y\; C_3 = 0{,}992$$

En algunos tramos los conductores pueden compartir zanja, por lo que la expresión quedará reducida a:

$$I_{max} = N \cdot I_{cond} \cdot 0{,}992 * C_4$$

[6] Fuente: Tabla 10 RD 223/2008 ITC-LAT 06

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Esta intensidad varía en función del tramo y la selección de conductores atiende también a los criterios de máxima caída de tensión, corriente de cortocircuito y pérdidas de potencia, tal y como se muestra en la Tabla de resultados conductores de media tensión.

4.2.3. Criterio de máxima caída de tensión

Para estos tramos en corriente alterna los conductores se calculan mediante el criterio de caída de tensión, evitando sobrepasar el 2% de caída de tensión. La caída de tensión se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\Delta U(V) = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot cos\theta + X \cdot sen\theta) \cdot L \qquad \Delta V(\%) = \frac{\Delta U(V)}{V_{linea}} . 100$$

Donde:

- ΔU: Caída de la tensión compuesta (V).
- I : Intensidad de la línea (A).
- X : Reactancia por fase y por kilómetro (Ω/km).
- R : Resistencia a la temperatura de funcionamiento (Ω/km).
- θ: Ángulo de desfase (°).
- L : Longitud de la línea (km).
- V_{linea} : Tensión de la línea de evacuación (V).

Se puede observar en la Tabla de resultados conductores de media tensión que la caída de tensión es inferior al límite establecido.

4.2.4. Criterio de pérdida máxima de potencia

Se establece como criterio de diseño que las pérdidas de potencia deberán ser inferiores al 0,5% de la potencia instalada.

$$\Delta P = 3 * R_K * L * I_L^2$$

$$\Delta P\% = \frac{\Delta P}{U_L * I_L}$$

Se puede observar en la Tabla de resultados conductores de media tensión que las pérdidas de potencia son inferiores al límite establecido.

4.2.5. Criterio de la intensidad de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se toman los valores dados por E-Distribución en el documento de acceso y conexión:

Scc máxima = 692,82 MVA; V = 20 kV; Icc = 20 kA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Esta intensidad debe ser inferior a la máxima soportada por el cable seleccionado en situación de cortocircuito, lo cual se comprueba a continuación.

De acuerdo con lo establecido en el ITC-LAT 06, "las intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores se calcularán en base a la Norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente de acuerdo con las temperaturas especificadas en la Tabla 44". Para verificar si la sección escogida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, debe cumplirse la condición:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Donde:

- I_{cc} (A): intensidad de cortocircuito
- t_{cc} (s): duración de cortocircuito. t_{cc} = 1 s
- K (A/mm^2): densidad de corriente. Este coeficiente depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al inicio y al final del cortocircuito. K = 94 A/mm^2
- S (mm^2): sección del conductor.

Se toma el valor de t_{cc} = 1 s, considerando un margen razonable para los tiempos de actuación de las protecciones instaladas.

Se tendrá en cuenta que el conductor es de Aluminio con aislamiento XLPE, para el cual se tienen las siguientes temperaturas en cortocircuitos de duración inferior a 3 s:

- T_s (90 ºC): temperatura final de cortocircuito en régimen permanente
- T_{cc} (250 ºC): temperatura máxima de cortocircuito admisible

En cuanto al valor de K, coincide con valor de densidad de corriente de cortocircuito para aislamiento XLPE, ΔT(ºC) = T_{cc} – T_s = 160, y un valor de t_{cc} = 1 s, tal y como se puede ver en la Tabla 44. Así, se tiene K = 94 A/mm^2.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 44: Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de Al. [7]

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U < 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

"Por otro lado, si interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial Ti; diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente es Ts, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección" mostrado a continuación:

$$\text{Factor corrección cc} = \sqrt{\frac{ln\left(\frac{T_{cc}+\beta}{T_i+\beta}\right)}{ln\left(\frac{T_{cc}+\beta}{T_s+\beta}\right)}}$$

Donde:

- $\beta = 228$ para el aluminio.
- T_i (ºC): temperatura inicial de cortocircuito del conductor en régimen permanente. (Cálculo análogo al descrito en los apartados anteriores).
- T_{amb} (ºC): temperatura ambiente de la instalación (se toma como 25 ºC).
- T_s, T_{cc} (ºC): descritas en párrafo anterior (90 y 250 ºC, respectivamente).
- I (A): intensidad acumulada que recorre el conductor en las condiciones de la instalación.
- I_{max} (A): intensidad máxima que puede recorrer el conductor, función de la sección del cable y de la configuración de la línea.

Una vez se tienen todos los parámetros descritos, se procede a calcular la máxima intensidad de cortocircuito soportada por el cable seleccionado mediante la siguiente expresión, obteniéndose los resultados de la Tabla de resultados conductores de media tensión.

[7] Fuente: Tabla 26 del RD 223/2008

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

$$I_{cc} = \frac{KS}{\sqrt{t_{cc}}} \cdot \sqrt{\frac{ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_i + \beta}\right)}{ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_s + \beta}\right)}}$$

Se puede observar en la Tabla de resultados conductores de media tensión que los valores de intensidad de cortocircuito obtenidos son en todos los tramos superiores a la corriente que puede soportar la red.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.2.6. Tabla de resultados conductores de media tensión

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada MW	Intensidad acumulada A	Long. km	Nº de Ternas del tramo	Nº máx. de ternas que comparten zanja	Sección mm²	Factor corrector instalación	Imax func. A	Tª func. ºC	R modificada según Tª Ω/km	X Ω/km	Caída tensión V	Caída tensión %	Pérdida potencia %	Pérdida potencia kW	Factor corrector cc	Icc kA
1	CT - CS	1,125	34,2	0,053	1	1	240	0,992	364,1	25,6	0,128	0,102	0,48	0,002%	0,002%	0,02	1,25	28,14
TOTAL Circuito1		**1,125**												**0,002%**	**0,002%**	**0,02**		

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.2.7. Conductores seleccionados

Teniendo en cuenta los criterios anteriores (criterio de intensidad máxima admisible, de máxima caída de tensión, de pérdidas de potencia y de intensidad de cortocircuito), se seleccionan los siguientes conductores, de tipo aislado y subterráneo directamente enterrado, salvo en los cruces que irá entubado, ver detalle en *Documento Planos*.

RHZ1 12/20 kV 3 x 1 x 240 Al mm^2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.3. TRAMO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO HASTA APOYO LAMT

Los cables a utilizar en la red subterránea de media tensión serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio:

Es de señalar que, para el tramo de entrada y salida de la línea VILLARQUE al centro de seccionamiento, no se realizará cálculo de pérdidas de potencia ni de caída de tensión, por no conocer la intensidad real circulante por estos circuitos. Se proyectará la sección de cable recogida en las condiciones de conexión emitidas por EDistribución.

RH5Z1 12/20 kV 3 x 1 x 240 Al mm²

4.3.1. Conductor proyectado

El tramo de entrada y salida constará de dos circuitos, con cables cuyas características eléctricas son:

- Sección: ..... 240 mm²
- Designación UNE: ..... RH5Z1 12/20 kV 3x1x240 mm² Al
- Tipo de cable: RH5Z1
- Tensión: ..... 12/20 kV
- Conductor: ..... Aluminio
- Aislamiento: ..... Polietileno Reticulado (XLPE)
- Pantalla: ..... Cinta de Al termosoldada y adherida a la cubierta
- Intensidad máxima: ..... I = 367 A
- Resistencia eléctrica 90ºC (R): ..... 0,161 Ω/Km
- Reactancia eléctrica (X): ..... 0,102 Ω/Km

(*) El valor de intensidad máxima indicado se da en instalaciones directamente enterradas, con el cable a una profundidad de 1 m, terreno a temperatura de 20 ºC, temperatura del ambiente de 30 ºC, y resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W según IEC 60502-2.

4.3.2. Criterio de intensidad máxima admisible

Se utiliza la formulación y los coeficientes de intensidad máxima descritos en apartados anteriores. Para nuestro caso, se trata de una zanja a profundidad de 1,12 metros, con 2 ternas de cable canalizado bajo tubo y la temperatura del terreno ha sido supuesta en 25 ºC.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 45: Intensidad máxima admisible bajo tubo[8]

Tabla 12. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV bajo tubo

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

La intensidad máxima admisible para los cables RH5Z1 en Aluminio, teniendo en cuenta todos los factores de corrección antes mencionados, viene dada por la expresión:

$$I_{max} = N \cdot I_{adm} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4$$

Siendo:

- N: número de conductores en paralelo.
- I_{adm}: Intensidad máxima admisible del cable
- C_1: Coeficiente de corrección según la temperatura del terreno (Tabla 40)
- C_2: Coeficiente de corrección según la resistividad térmica del terreno (Tabla 41)
- C_3: Coeficiente de corrección según profundidad de instalación (Tabla 42)
- C_4: Coeficiente de corrección para agrupamiento de cables (Tabla 43)

Así, los coeficientes tienen el valor:

$$C_1 = 1\,;\; C_2 = 1;\; C_3 = 0{,}992;\; C_4 = 0{,}83$$

Por lo que la intensidad máxima admisible por este tramo es de:

$$I_{max} = N \cdot I_{adm} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 = 1 \cdot 320 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}992 \cdot 0{,}83 = 263{,}47\ \text{A}$$

[8] Fuente: Tabla 12 RD 223/2008 ITC-LAT 06

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

5.1. INTRODUCCIÓN

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 mayor detalle en el proyecto constructivo.

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.

5.2. NORMATIVA

Se realizará de acuerdo con los siguientes documentos:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, en concreto la ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra.
- 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, en concreto la ITC-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra.
- IEEE 80-2013, IEEE Guide for safety in AC substation Grounding.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, 1989, UNESA.

5.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se conectarán a tierra todas las masas metálicas de la planta fotovoltaica (estructuras de módulos, cajas de conexión, inversores, centros de transformación, estaciones meteorológicas, vallado, etc).

Las propias estructuras de los seguidores fotovoltaicos al estar hincadas en el terreno actúan como una malla de tierra reduciendo enormemente las tensiones de paso/contacto de la instalación.

Las características principales de la red de tierra se resumen a continuación:

- Cable de cobre desnudo:
  - 35 mm² bajo zanjas de Baja Tensión (BT).
  - 50 mm² bajo zanjas de Media Tensión (MT).
  - 50 mm² alrededor de las estaciones de potencia.
  - 50 mm² para los neutros de los transformadores de servicios auxiliares.
- Picas de acero recubierto de cobre, de 2 m de longitud y diámetro 14 mm:
  - En el mallazo de puesta a tierra de las estaciones de potencia.
  - En cada inversor multistring.
  - A lo largo del vallado perimetral, ubicadas en los puntos donde se hallan los báculos del sistema CCTV.
  - En la puesta a tierra de neutros de los transformadores de servicios auxiliares.

En caso de obtener valores superiores a los establecidos en la IEEE 80:2013 se complementará el cable desnudo con más electrodos de puesta a tierra que aseguren el valor de resistencia indicado.

Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

5.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE TIERRA

Según la ITC-BT-19, la sección del conductor de tierra debe ser, como mínimo, la determinada por la siguiente fórmula:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

$$S_p \geq \frac{\sqrt{I^2 * t}}{k}$$

Siendo:

S_p: Sección del conductor de protección, en mm².

I: Valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, en amperios.

t: tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos.

k: factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección y de la temperatura.

	Naturaleza del aislante		
	PVC	PR/EPR	CAUCHO BUTILO
Tª inicial – final	30 – 160 ºC	30 – 250 ºC	30 – 220 ºC
Cobre	143	**176**	166
Aluminio	95	116	110
Acero	52	64	60

Se considera el caso de los conductores de cobre del parque fotovoltaico y una intensidad igual a la intensidad de cortocircuito máxima a la de entrada al CT.

Elemento		Valor	Unidad
I	valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable	2.250	A
t	tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte	1	s
k	factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección y de la temperatura.	176	
S_p	**Sección del conductor de protección**	**12,8**	mm^2

En nuestro caso, se han utilizado secciones de 35 mm² y 50 mm² para el conductor de puesta a tierra, por lo que se supera la sección mínima necesaria calculada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

La resistencia de puesta a tierra se calcula en base a las siguientes fórmulas para las picas verticales y para los conductores enterrados:

Electrodo	Resistencia de tierra (Ω)
Pica vertical	$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_c = \frac{2\rho}{L}$

Donde:

- ρ = Resistividad del terreno (Ω·m)
- L = Longitud de la pica o conductor, y en la malla la longitud total de los conductores enterrados (m)
- S = Superficie cubierta por la malla (m^2)

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de los edificios se utilizarán electrodos normalizados de UNESA.

La resistividad del terreno es un dato que se determinará en detalle a partir de su propio estudio en la unidad geológica de la zona de implantación. No obstante, como primera aproximación y tomando como referencia los valores orientativos de las tablas que se muestran a continuación, se ha estimado un valor de resistividad del terreno para el presente estudio de ρ = 200 Ω·m.

Tabla 46: Valores orientativos de la resistividad en función del terreno [9]

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.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 arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

[9] ITC-BT-18

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 47: Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno[9]

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Teniendo en cuenta lo anterior, para este PFV se obtiene:

5.5.1. Resistencia PAT red baja tensión

Tabla 48: resistencia PAT de la red de baja tensión

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
ρ	Resistividad estimada del terreno	200	Ω m	$R_c = \frac{2\rho}{L}$
L_rsbt	Longitud total de los cables de la RSMT	618,00	m	
R_rsbt	**Resistencia PAT de la red de BT**	**0,65**	**Ω**	

5.5.2. Resistencia PAT inversores multistring

Tabla 49: resistencia PAT picas Inversor

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
ρ	Resistividad estimada del terreno	200	Ω m	$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$
L_p_inv	Longitud de las picas enterradas	2	m	
n_p_inv	Número picas CB PFV	8	m	
R_p_inv	**Resistencia PAT de las picas de los inversores**	**11,11**	**Ω**	

5.5.3. Resistencia PAT CT

Tabla 50: resistencia PAT CT

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
ρ	Resistividad estimada del terreno	200	Ω m	R't_ct = Kr_ct * ρ
L (m)	Largo edificio	2,38	m	
W (m)	Ancho edificio	4,46	m	
Electrodo		50-30/8/42		
Kr_ct	Parámetro característico de la resistencia del electrodo	0,089		
R't_ct	**Resistencia real PAT CT**	**17,80**	**Ω**	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.5.4. Resistencia PAT red media tensión

Tabla 51: resistencia PAT RSMT

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
ρ	Resistividad estimada del terreno	200	Ω m	$R_{conductor\ horizontal} = \frac{2\rho}{L}$
L_rsmt	Longitud total de los cables de la RSMT	53,00	m	
R_rsmt	**Resistencia a tierra de la red de MT**	**7,55**	**Ω**	

5.5.5. Resistencia PAT centro de seccionamiento

Tabla 52: resistencia PAT CS

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
ρ	Resistividad estimada del terreno	200	Ω m	R't_cs = Kr_cs * ρ
L (m)	Largo edificio	8,08	m	
W (m)	Ancho edificio	2,38	m	
Electrodo		80-40/8/42		
Kr_cs	Parámetro característico de la resistencia del electrodo	0,07		
R't_cs	**Resistencia real PAT CS**	**13,80**	**Ω**	

5.5.6. Resistencia PAT PFV

Tabla 53: resistencia PAT PFV

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
R_PAT PFV	**Resistencia PAT del PFV**	**0,53**	**Ω**	$R_{Total\ PFV} = \frac{1}{\frac{1}{R_{RSBT}} + \frac{1}{R_{INV}} + \frac{1}{R_{CT}} + \frac{1}{R_{RSMT}} + \frac{1}{R_{CS}}}$

5.5.7. Cálculo de la tensión de defecto (U_d)

Asimismo, se comprueba el valor de la resistencia de puesta a tierra de los módulos fotovoltaicos, acorde a la ITC-BT-18. Dicha instrucción expone que el valor de la resistencia de puesta a tierra deberá ser suficiente para que no se superen los 24V en corriente continua.

Tomando como intensidad de defecto el valor máximo de intensidad de cortocircuito que se espera a la entrada del inversor (2 ramas por entrada mppt), se tiene:

Tabla 54: tensión de contacto de BT del PFV

Elemento		Valor	Unidad	Fórmula
Isc	Intensidad de cortocircuito módulo fotovoltaico	15,93	A	$V_D = I_D \cdot R_{PAT_BT} \leq 24\ V$
Nº strings	Nº strings por mppt	2		
Id	intensidad máx. cc que se espera a la entrada del inversor	31,86	A	
RPAT_PFV	Resistencia PAT del PFV	0,53	Ω	
Vd	Tensión de defecto	16,80	V	
¿Vd < 24 V?		SÍ		

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO Y PASO

5.6.1. Definiciones y formulación

5.6.1.1. Tensión de contacto aplicada (U_{ca})

La tensión de contacto aplicada, U_{ca}, se define como la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies. Sus valores se muestran en la Figura 1 de la ITC-RAT 13 (Ilustración 2).

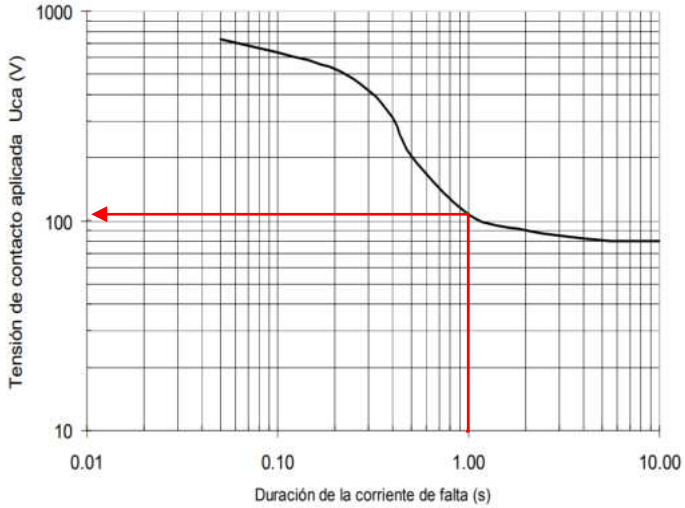


Ilustración 2: Tensión de contacto aplicada Uca en función de la duración de la corriente de falta[10]

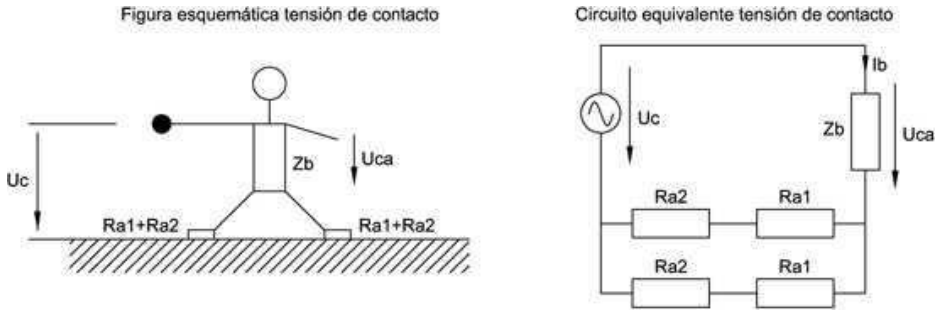


Ilustración 3:esquema de la tensión de contacto Uca

Se tendrá en cuenta una duración de la corriente de falta de t_F = 1 s, por ser este tiempo el determinado por la empresa distribuidora como máximo para la actuación de las protecciones. En caso de instalación particular, igualmente se tomará este tiempo, de forma que las protecciones se adaptarán para actuar como máximo en el tiempo indicado. Por lo tanto, se obtiene: U_{ca} = 107 V.

[10] ITC-RAT-13

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.6.1.2. Tensión de paso aplicada (U_{pa})

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, U_{pa}, 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 (Uca).

$$U_{pa}\,[V] = 10\,U_{ca}$$

Para la corriente de falta I_F = 1 s, se obtiene U_{pa} = 1.070 V.

5.6.1.3. Tensión de contacto (U_c)

La ITC-RAT 13 define la tensión U_c como la tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

$$U_c\,[V] = U_{ca} * \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5\rho_s}{1000}\right)$$

Donde:

- R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2.000 Ω (ITC-RAT-13). Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas.
- ρ_s = Resistividad superficial del terreno (Ω·m), estimada en 200 Ω·m

5.6.1.4. Tensión de paso (U_p)

De igual manera, define la tensión U_p como la tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando también las resistencias adicionales anteriores.

$$U_p\,[V] = 10\,U_{ca} \times \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000}\right)$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

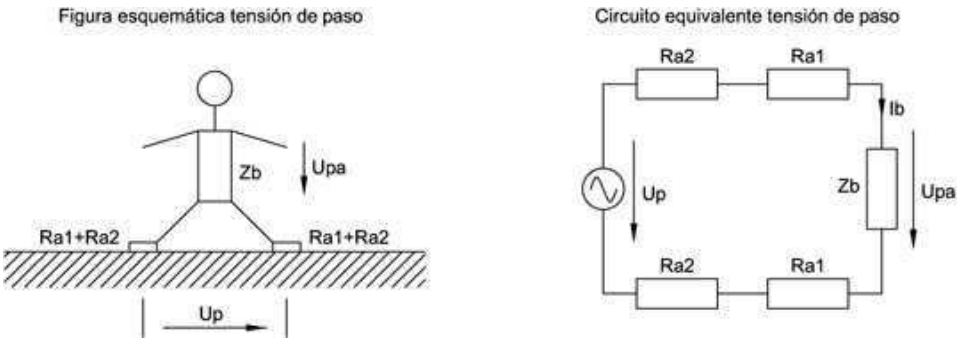


Ilustración 4: esquema de la tensión de paso Up

5.6.1.5. Tensión de paso en el acceso (U_{p_acc})

La tensión de paso en el acceso (U_{p_acc}) representa la tensión que recibe el cuerpo humano cuando un pie está colocado en el terreno y otro en la solera de hormigón de los centros de transformación/entrega/seccionamiento.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$U_{p(acceso)}\,[V] = 10\,U_{ca} \times \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho_{hormigón}}{1000}\right)$$

Donde:

- ρ_s = Resistividad superficial del terreno, estimada en 200 Ω·m
- $\rho_{hormigón}$ = Resistividad del hormigón, que toma un valor de 3.000 Ω·m

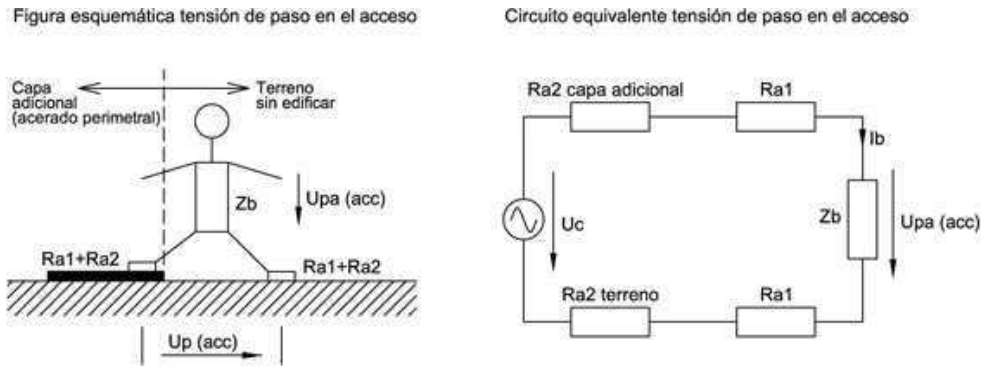


Ilustración 5: esquema de la tensión de paso en el acceso Up_acc

5.6.2. Procedimiento de cálculo

1. Seleccionar una configuración tipo de electrodo de la que se conocen sus parámetros característicos (Kr, Kp y Kp acc).
2. Calcular la tensión de paso en el exterior.
3. Calcular la tensión de contacto y de paso en el interior.
4. Los valores calculados deben ser inferiores a los máximos indicados en las ecuaciones (1) y (2) de la ITC-RAT 13.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.6.3. Cálculo tensión paso y contacto del CT (Método UNESA)

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 1 de 5

0. REFERENCIA DEL CT				
* Código				
* Población	CT PFV RALLAMBLAR			
1. DATOS DE PARTIDA				
1.1. Características iniciales				
* Tensión de servicio		U=	20000	V
* Red aérea				
- Longitud total		La=	175	km
- Capacidad		Ca=	0,006	µF/km
* Red subterránea				
- Longitud total		Lc=	1	km
- Capacidad		Cc=	0,25	µF/km
* Duración de la falta				
Desconexión inicial				
Relé a tiempo independiente			Sí	
Tiempo de actuación			0,5	s
Relé a tiempo dependiente			No	
Constantes del relé				
K'				
n'				
Intensidad de arranque I'a				A
Reenganche en menos de 0,5 segundos				
Relé a tiempo independiente			Sí	
Tiempo de actuación			0,5	s
Relé a tiempo dependiente			No	
Constantes del relé				
		K'		
		n'		
Intensidad de arranque I'a				A
* Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T. del CT		Vbt=	8000	V
* Red subterránea de suficiente conductibilidad			No	
Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla		Sm=		m^2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 2 de 5

Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora — L= [ ] m

Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla — L'= [ ] m

1.2 Características del CT

En edificio [ ]

Aislado [ ]

Destinado a otros usos [Sí]

Dimensiones del local

a= [8] m

b= [4] m

Sobre apoyo [ ]

Sobre 1 apoyo [ ]

Sobre 2 apoyos [ ]

2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno — ρ= [200] Ω · m

3. OBSERVACIONES

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO PREFABRICADO SUPERFICIE AISLADO (PFU-7)
- C.T. CONECTADO A RED RADIAL CON NEUTRO AISLADO.
- CON r INFERIORES O IGUALES A LA INDICADA SE ASEGURA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES.
- CON r MAYORES A LA INDICADA, PARA EL MISMO ELECTRODO SELECCIONADO, SE VERIFICA IGUALMENTE QUE LOS VALORES CALCULADOS SON INFERIORES A LOS ADMISIBLES.

4. CÁLCULO

4.1. Selección del electrodo tipo

Electrodo seleccionado: [60-40/8/42]

Kr= [0,08] Ω/Ω • m

Kp= [0,01] V/Ω • m

Kc= [0,04] V/Ω • m

Anillo Rectangular 6.0x4.0 m

4 picas de 2 m

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 3 de 5

4.2. Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

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

4.2.1. CT Interior

a [X] Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías

b [X] En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra del CT

c [ ] Empleo de pavimentos aislantes

d [ ] Otros

4.2.2. CT sobre apoyo

a [ ] Se colocará un mallazo que sobresalga 1 m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10 cm de espesor

b [ ] Empleo de pavimentos aislantes

c [ ] Otros

4.3. Valores de resistencia de puesta a tierra (R't), intensidad de defecto (I'd) y tensiones de paso (V'p y V'p(acc) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra R't

R't= Kr*ρ → R't= 15,60 Ω

* Intensidad de defecto I'd

$$I'd = \frac{\sqrt{3}U(\omega CaLa + \omega CcLc)}{\sqrt{1+(\omega CaLa + \omega CcLc)^2(3R't)^2}}$$

I'd= 14,15 A

* Tensión de paso en el exterior

V'p=Kp*r*I'd → V'p= 34,52 V

* Tensión de paso en el acceso al CT

V'p(acc)=V'c=Kc*ρ*I'd → V'p acc= 107,24 V

* Tensión de defecto

V'd = R't*I'd → V'd= 220,70 V

4.4. Duración total de la falta

* Tiempo de actuación del relé a tiempo dependiente (si aplica)

$$t = \frac{K}{\left(I_d/I_a\right)^n - 1}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 4 de 5

Tiempo de falta inicial	0,50	s
Tiempo de reenganche	0,50	s
Tiempo total de falta	1,00	s

4.6. Separación entre los sistemas de puesta a tierra de masas y de neutro de b.t.

[ ] Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1000 V)

[X] Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

Distancia mínima de separación: D= 0,45 m

5. VALORES ADMISIBLES

* Tensión de paso en el exterior Vp= 1727,00 V

$$Vp = \frac{10*K}{t^n}\left(1 + \frac{6*\rho}{1000}\right)$$

* Tensión de paso en el acceso al CT Vp (acc)= 8321,00 V

$$Vp(acc) = \frac{10*K}{t^n}\left(1 + \frac{3*\rho+3*\rho'}{1000}\right)$$

Donde K y n se extraen de la siguiente tabla, en función del tiempo de defecto

0,9 >= t > 0,1	K = 72	n = 1
3 >= t > 0,9	K = 78,5	n = 0,18
5 >= t > 3	$\frac{K}{t^n} = \frac{64\ V}{\ }$	———
t > 5	$\frac{K}{t^n} = \frac{50\ V}{\ }$	———

6. COMPROBACIÓN DE LOS VALORES CALCULADOS

6.1. Tensiones de paso y contacto en el interior

a [X] Se han adoptado las medidas de seguridad "b" ó "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2, por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que serán prácticamente cero.

b [ ] Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2. Tensiones de contacto en el exterior

a [X] Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1, por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.

b [ ] Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de y contacto en el exterior

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 5 de 5

6.3. Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior Vp	34,52	≤	1727,00
Tensión de paso en el acceso Vp (acc)	107,24	≤	8321,00

6.4. Tensión de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	220,70	≤	8000,00

7. JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA RED DE CABLES SUBTERRÁNEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{Sm}{\Pi}} =$$

r= [ ] m

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante.

Rm= [ ] Ω

* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{U}{\sqrt{3}\sqrt{(Rn + R'm)^2 + Xn^2}}$$

I'd= [ ] A

* Tensión de defecto

V'd= [ ] V

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.6.4. Cálculo tensión paso y contacto del CS (Método UNESA)

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 1 de 5

0. REFERENCIA DEL CT				
* Código				
* Población	CS PFV RALLAMBLAR			
1. DATOS DE PARTIDA				
1.1. Características iniciales				
* Tensión de servicio		U=	20000	V
* Red aérea				
- Longitud total		La=	175	km
- Capacidad		Ca=	0,006	µF/km
* Red subterránea				
- Longitud total		Lc=	1	km
- Capacidad		Cc=	0,25	µF/km
* Duración de la falta				
Desconexión inicial				
Relé a tiempo independiente			Sí	
Tiempo de actuación			0,5	s
Relé a tiempo dependiente			No	
Constantes del relé				
K'				
n'				
Intensidad de arranque I'a				A
Reenganche en menos de 0,5 segundos				
Relé a tiempo independiente			Sí	
Tiempo de actuación			0,5	s
Relé a tiempo dependiente			No	
Constantes del relé				
		K'		
		n'		
Intensidad de arranque I'a				A
* Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T. del CT		Vbt=	8000	V
* Red subterránea de suficiente conductibilidad			No	
Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla		Sm=		m^2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 2 de 5

Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora	L=		m
Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla	L'=		m

1.2 Características del CT

En edificio		
Aislado		
Destinado a otros usos	Sí	
Dimensiones del local		
	a=	8 m
	b=	4 m
Sobre apoyo		
Sobre 1 apoyo		
Sobre 2 apoyos		

2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno	ρ=	200 Ω · m

3. OBSERVACIONES

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO PREFABRICADO SUPERFICIE AISLADO (PFU-7)
- C.T. CONECTADO A RED RADIAL CON NEUTRO AISLADO.
- CON r INFERIORES O IGUALES A LA INDICADA SE ASEGURA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES.
- CON r MAYORES A LA INDICADA, PARA EL MISMO ELECTRODO SELECCIONADO, SE VERIFICA IGUALMENTE QUE LOS VALORES CALCULADOS SON INFERIORES A LOS ADMISIBLES.

4. CÁLCULO

4.1. Selección del electrodo tipo

Electrodo seleccionado		80-40/8/42
	Kr=	0,07 Ω/Ω • m
	Kp=	0,01 V/Ω • m
	Kc=	0,03 V/Ω • m

Anillo Rectangular 8.0x4.0 m

4 picas de 2 m

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 3 de 5

4.2. Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

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

4.2.1. CT Interior

a [X] Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías

b [X] En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra del CT

c [ ] Empleo de pavimentos aislantes

d [ ] Otros

4.2.2. CT sobre apoyo

a [ ] Se colocará un mallazo que sobresalga 1 m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10 cm de espesor

b [ ] Empleo de pavimentos aislantes

c [ ] Otros

4.3. Valores de resistencia de puesta a tierra (R't), intensidad de defecto (I'd) y tensiones de paso (V'p y V'p(acc) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra R't

R't= Kr*ρ → R't= 13,80 Ω

* Intensidad de defecto I'd

$$I'd = \frac{\sqrt{3}U(\omega CaLa + \omega CcLc)}{\sqrt{1+(\omega CaLa + \omega CcLc)^2(3R't)^2}}$$

I'd= 14,15 A

* Tensión de paso en el exterior

V'p=Kp*r*I'd → V'p= 29,71 V

* Tensión de paso en el acceso al CT

V'p(acc)=V'c=Kc*ρ*I'd → V'p acc= 93,09 V

* Tensión de defecto

V'd = R't*I'd → V'd= 195,24 V

4.4. Duración total de la falta

* Tiempo de actuación del relé a tiempo dependiente (si aplica)

$$t = \frac{K}{\left(I_d/I_a\right)^n - 1}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 4 de 5

Tiempo de falta inicial	0,50	s
Tiempo de reenganche	0,50	s
Tiempo total de falta	1,00	s

4.6. Separación entre los sistemas de puesta a tierra de masas y de neutro de b.t.

[ ] Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1000 V)

[X] Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

Distancia mínima de separación: D= 0,45 m

5. VALORES ADMISIBLES

* Tensión de paso en el exterior Vp= 1727,00 V

$$Vp = \frac{10*K}{t^n}\left(1 + \frac{6*\rho}{1000}\right)$$

* Tensión de paso en el acceso al CT Vp (acc)= 8321,00 V

$$Vp(acc) = \frac{10*K}{t^n}\left(1 + \frac{3*\rho+3*\rho'}{1000}\right)$$

Donde K y n se extraen de la siguiente tabla, en función del tiempo de defecto

0,9 >= t > 0,1	K = 72	n = 1
3 >= t > 0,9	K = 78,5	n = 0,18
5 >= t > 3	$\frac{K}{t^n} = 64$ V	———
t > 5	$\frac{K}{t^n} = 50$ V	———

6. COMPROBACIÓN DE LOS VALORES CALCULADOS

6.1. Tensiones de paso y contacto en el interior

a [X] Se han adoptado las medidas de seguridad "b" ó "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2, por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que serán prácticamente cero.

b [ ] Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2. Tensiones de contacto en el exterior

a [X] Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1, por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.

b [ ] Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de y contacto en el exterior

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE A.T. DE TERCERA CATEGORÍA CON EL NEUTRO AISLADO	Hoja 5 de 5

6.3. Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior Vp	29,71	≤	1727,00
Tensión de paso en el acceso Vp (acc)	93,09	≤	8321,00

6.4. Tensión de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	195,24	≤	8000,00

7. JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA RED DE CABLES SUBTERRÁNEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{Sm}{\Pi}} =$$

r= [ ] m

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante.

Rm= [ ] Ω

* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{U}{\sqrt{3}\sqrt{(Rn + R'm)^2 + Xn^2}}$$

I'd= [ ] A

* Tensión de defecto

V'd= [ ] V

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.7. CONCLUSIONES

Como se ha podido observar en los apartados anteriores:

- La tensión de defecto en baja tensión es inferior a 24 V
- Las tensiones de paso y contacto tanto en el CT como en el CS son inferiores a los límites normativos.

Por lo tanto, se puede concluir que la red de tierras de este PFV cumple con la normativa vigente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 5

Gestión de residuos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN DECISIÓN 2014/955/UE) 4

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO 7

4. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN DE RESIDUOS 8

5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS 8

6. GESTIÓN DE RESIDUOS 9

6.1. REUTILIZACIÓN 9

6.2. VALORIZACIÓN 9

6.3. ELIMINACIÓN 10

7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS 11

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, se establecen unas directrices y se elaboran una serie de recomendaciones y obligaciones, que se deberán tener en cuenta y cumplir durante el transcurso de la obra en cuanto al tratamiento de los residuos que se produzcan en la misma propios de las diferentes actuaciones que existan, y en cumplimiento del Real Decreto 105/2008 de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, fomentando por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

De acuerdo con el mencionado R.D. se realizará una separación de los distintos residuos que se vayan a generar en obra y se trasladaran los mismos a un lugar conveniente para su tratamiento. Consiguiendo principalmente, con la aplicación de este Real Decreto, que todos aquellos residuos que se generan de las obras de construcción sean tratados de manera que se aprovechen al máximo desde el punto de vista de reciclado y reutilización de los materiales obtenidos en dichas demoliciones y evitar de esta manera el depósito directo de todos estos materiales en un vertedero público cualquiera sin ningún tipo de tratamiento previo.

La elaboración del presente anejo de gestión de residuos se realiza en base a la siguiente normativa:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y escombro.
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón, modificado por el Decreto 117/2009, de 23 de junio.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Decisión 2014/955/UE de la Comisión de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos.
- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley reguladora de los residuos.
- Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición (PNRCD) 2008-2015.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN DECISIÓN 2014/955/UE)

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	17	***Residuos de la construcción y demolición.***
	17 01	**Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos**
X	17 01 01	Hormigón
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06
	17 02	**Madera, vidrio y plástico**
X	17 02 01	Madera
	17 02 02	Vidrio
X	17 02 03	Plástico
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
	17 03	**Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados**
	17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01
	17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04	**Metales (incluidas sus aleaciones)**
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 07	Metales mezclados
	17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	17 05	**Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje**
X	17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
X	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	17 05 07*	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	17 06	**Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto**
	17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
	17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto (6)
	17 08	**Materiales de construcción a partir de yeso**
	17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
	17 09	**Otros residuos de construcción y demolición**
	17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)
	17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas
	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03
	15	***Residuos de envases ; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría***
	15 01	**Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)**
	15 01 01	Envases de papel y cartón
	15 01 02	Envases de plástico
	15 01 03	Envases de madera
	15 01 04	Envases metálicos
	15 01 05	Envases compuestos
	15 01 06	Envases mezclados
	15 01 07	Envases de vidrio
	15 01 09	Envases textiles
	15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
	15 01 11*	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (por ejemplo, amianto)
	15 02	**Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras**
X	15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas
	15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02
	13	***Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)***
	13 01	**Residuos de aceites hidráulicos**
	13 01 09*	Aceites hidráulicos minerales clorados
	13 01 10*	Aceites hidráulicos minerales no clorados
	13 01 11*	Aceites hidráulicos sintéticos
	13 01 12*	Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables
	13 02	**Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes**
	13 02 04*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
X	13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 06*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 07*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 08*	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	13 07	**Residuos de combustibles líquidos**
X	13 07 01*	Fuel oil y gasóleo
	13 07 02*	Gasolina
	13 07 03*	Otros combustibles (incluidas mezclas)
	20	***Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente***
	20 01	**Fracciones recogidas selectivamente (excepto las especificadas en el subcapítulo 15 01)**
X	20 01 01	Papel y cartón
	20 01 02	Vidrio
	20 01 08	Residuos biodegradables
	20 01 13*	Disolventes
	20 01 39	Plásticos
	20 01 40	Metales
	20 03	**Otros residuos municipales**
X	20 03 01	Mezclas de residuos municipales

Los residuos que aparecen en la lista señalados con un asterisco (*) se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 2008/98/CE a cuyas disposiciones están sujetos a menos que se aplique el artículo 20 de esa Directiva.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO

Dadas las características de la obra, se ha realizado una estimación, tanto en peso como en volumen, en función de la tipología del residuo generado, y que se especifica en la siguiente tabla:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TONELADAS	METROS CÚBICOS
17 01 01	Hormigón	0,377	0,252
17 02 01	Madera	0,006	0,011
17 02 03	Plástico	0,025	0,010
17 04 05	Hierro y acero	0,020	0,002
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	0,002	0,009
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,004	0,002
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	181,472	113,420
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	0,0002	0,0003
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	0,005	0,005
13 07 01*	Fuel oil y gasóleo	0,00005	0,00005
20 01 01	Papel y cartón	0,012	0,014
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	0,021	0,007

El total, en peso, de los residuos generados será el siguiente:

- Residuos inertes: 181,47 T
- Resto de residuos: 0,47 T

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN DE RESIDUOS

Para prevenir la generación de residuos de la construcción y demolición durante la fase de obra o de reducir la generación de los mismos se han tenido en cuenta las siguientes acciones:

NO	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen (en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados…)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al artículo 5 del R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
HORMIGÓN	0,38 T	80,00 T
METAL	0,02 T	2,00 T
MADERA	0,01 T	1,00 T
VIDRIO	0,00 T	1,00 T
PLÁSTICO	0,02 T	0,50 T
PAPEL Y CARTÓN	0,01 T	0,50 T

Según la estimación de volumen de residuos realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos. La cantidad de residuos de hormigón, metales, madera, plástico y papel y cartón son inferiores a las cantidades establecidas en el Real Decreto, por lo que se dispondrá en la obra un único contenedor en el que se depositen dichos residuos hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada por el Gobierno de Aragón.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Además, será necesario contar con una zona en la que ubicar distintos bidones para almacenar los distintos residuos peligrosos generados en la obra, hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada por el Gobierno de Aragón.

NO	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m³ para separación de RCD's
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

6. GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

6.1. REUTILIZACIÓN

Se ha estimado que una parte de las tierras procedentes de la excavación será reutilizada en la propia obra, para relleno y explanación. El excedente será transportado a vertedero o será utilizado para llevar a cabo una mejora de finca.

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras
X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
X		Reutilización de materiales metálicos en otras obras

6.2. VALORIZACIÓN

La valorización de los residuos evita la necesidad de enviarlos a un vertedero controlado. Una gestión responsable de los residuos persigue la máxima valorización para reducir tanto como sea posible el impacto medioambiental.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Valorización en la misma obra
	X	Entrega a gestor de RCD's autorizado
X		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
X		Recuperación o regeneración de disolventes
	X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	X	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	X	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos…
	X	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
X		Regeneración de ácidos o bases
X		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

6.3. ELIMINACIÓN

Para el resto de residuos que no se contempla reutilización o valorización, serán almacenados en los contenedores y recogidos por una empresa gestora de residuos autorizada por el Gobierno de Aragón.

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de eliminación
	X	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	X	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
X		Eliminación de RCD's en incinerador

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

La valoración del coste previsto de la gestión de residuos de construcción y demolición, será el siguiente:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TONELADAS	VOLUMEN ESTIMADO RESIDUOS (m^3)*	TOTAL ESTIMADO (€)
17 01 01	Hormigón	0,38	0,25	200,00
17 02 01	Madera	0,01	0,01	
17 04 05	Hierro y acero	0,02	0,00	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	0,00	0,01	
20 01 01	Papel y cartón	0,01	0,01	
17 02 03	Plástico	0,02	0,01	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,00	0,00	60,00
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	181,47	113,42	28,36
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	0,0002	0,0003	60,00
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	0,005	0,005	60,00
13 07 01*	Fuel oil y gasóleo	0,00005	0,00005	60,00
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	0,02	0,01	60,00
TOTAL COSTE ESTIMADO				528,36

Con lo expuesto en el presente anejo, se consideran identificados y estimados los residuos generados durante la construcción del parque fotovoltaico RALLAMBLAR y su infraestructura de evacuación, así como la valorización del coste previsto en la gestión de dichos residuos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 6

Hojas de características

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO 2
2. SEGUIDOR SOLAR 3
3. INVERSOR 4
4. ENVOLVENTE DE HORMIGÓN 5
5. CUADRO DE BT 6
6. TRANSFORMADOR 7
7. CELDAS MT 8
7.1. CELDAS DE LÍNEA 8
7.2. CELDAS DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 9
7.3. CELDAS DE MEDIDA 10
7.4. CELDAS DE REMONTE 11
7.5. CELDAS DE SERVICIOS AUXILIARES 12

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

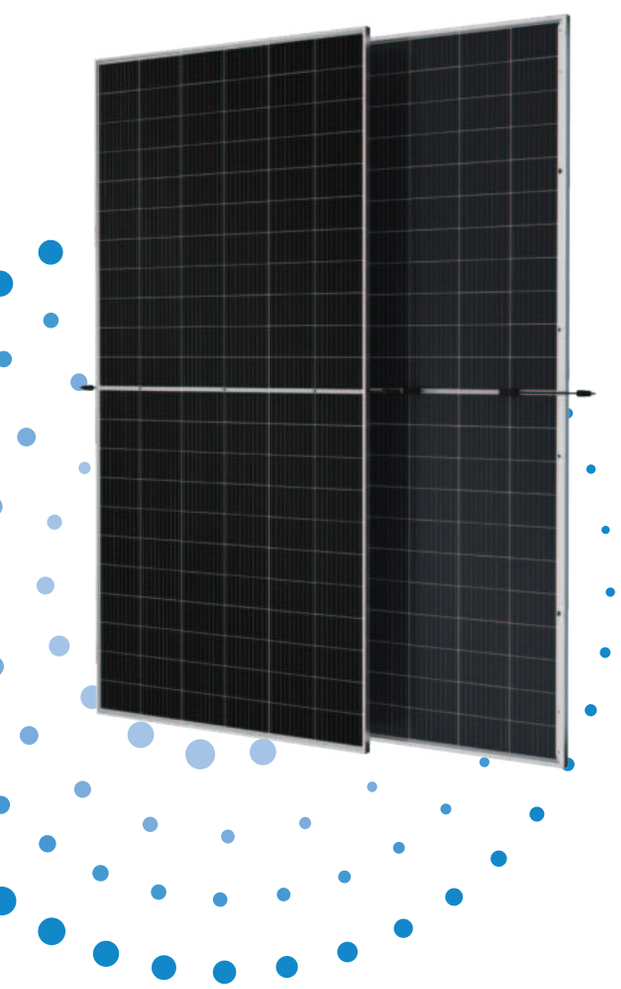
Vertex

BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG19RC.20

PRODUCT RANGE: 555-575W

575W	0~+5W	21.3%
MAXIMUM POWER OUTPUT	POSITIVE POWER TOLERANCE	MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment

High power up to 575W

- Up to 21.3% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection

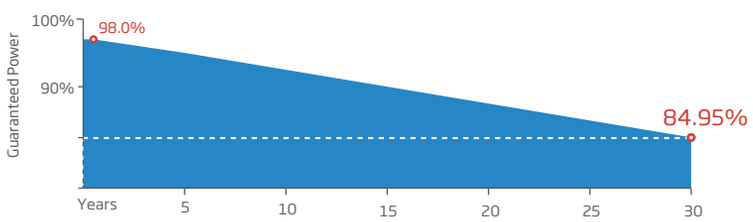
High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



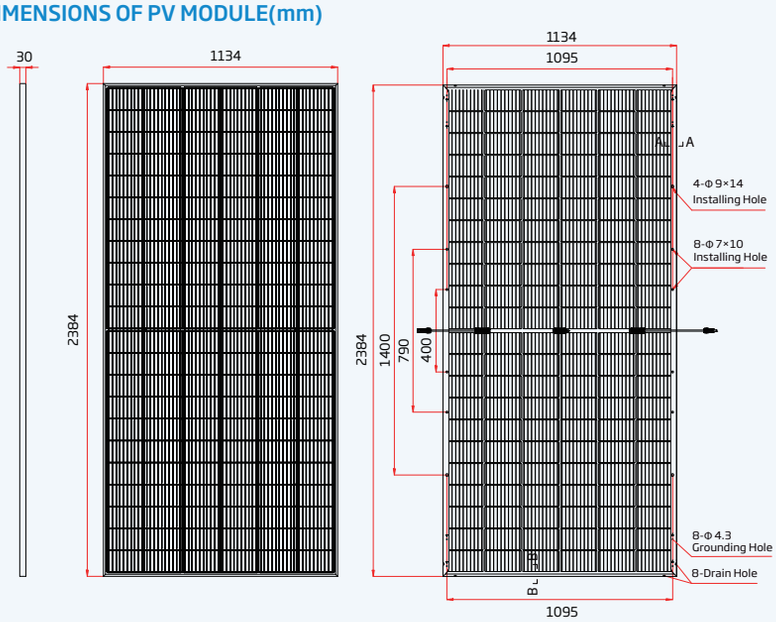
Comprehensive Products and System Certificates

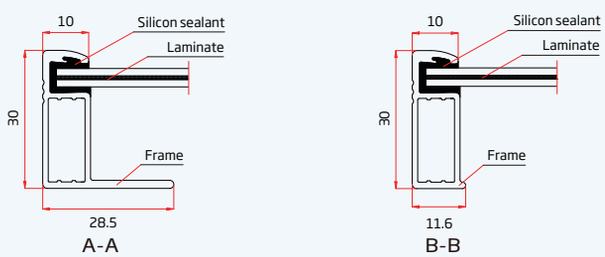
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

Trinasolar

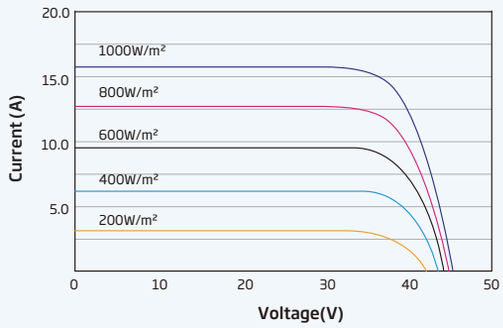
Vertex BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

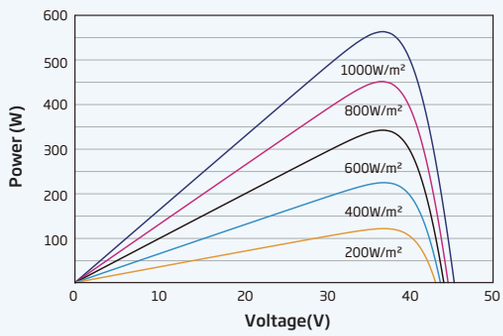




I-V CURVES OF PV MODULE(565 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(565 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-PMAX (Wp)*	555	560	565	570	575
Power Tolerance-PMAX (W)			0 ~ +5		
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	37.7	37.9	38.2	38.4	38.7
Maximum Power Current-IMPP (A)	14.72	14.76	14.80	14.84	14.87
Open Circuit Voltage-VOC (V)	45.0	45.2	45.5	45.7	46.0
Short Circuit Current-ISC (A)	15.80	15.86	15.90	15.93	15.97
Module Efficiency η m (%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3

STC: Irrdiance 1000W/m2, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power -PMAX (Wp)	594	599	605	610	615
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	37.7	37.9	38.2	38.4	38.7
Maximum Power Current-IMPP (A)	15.75	15.81	15.83	15.88	15.90
Open Circuit Voltage-VOC (V)	45.0	45.2	45.5	45.7	46.0
Short Circuit Current-ISC (A)	16.91	16.97	17.01	17.05	17.09
Irradiance ratio (rear/front)			10%		

Power Bifaciality:70±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-PMAX (Wp)	420	424	428	431	436
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	34.8	34.9	35.2	35.4	35.7
Maximum Power Current-IMPP (A)	12.07	12.12	12.15	12.18	12.22
Open Circuit Voltage-VOC (V)	42.4	42.6	42.8	43.0	43.3
Short Circuit Current-ISC (A)	12.73	12.78	12.81	12.84	12.87

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1134×30 mm (93.86×44.65×1.18 inches)
Weight	33.7 kg (74.3 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	30mm(1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT(Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of PMAX	- 0.34%/°C
Temperature Coefficient of VOC	- 0.25%/°C
Temperature Coefficient of ISC	0.04%/°C

MAXIMUMRATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty

30 year Power Warranty

2% first year degradation

0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box: 36 pieces

Modules per 40' container: 720 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2023 Trina Solar Co.,Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2023_A

www.trinasolar.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2. SEGUIDOR SOLAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

DATASHEET

MONOLine+

1P

ADAPTED TO **XXL MODULES**

IN-HOUSE **MANUFACTURING**

* providing local content if required

BIFACIAL OPTIMIZED

TERRAIN RESPONSE

PV CLEANER TESTED

Certified by module manufacturer

MADE WITH **MAGNELIS®**

* Optional

PVH

cpp CERMAK PETERKA PETERSEN

General specifications

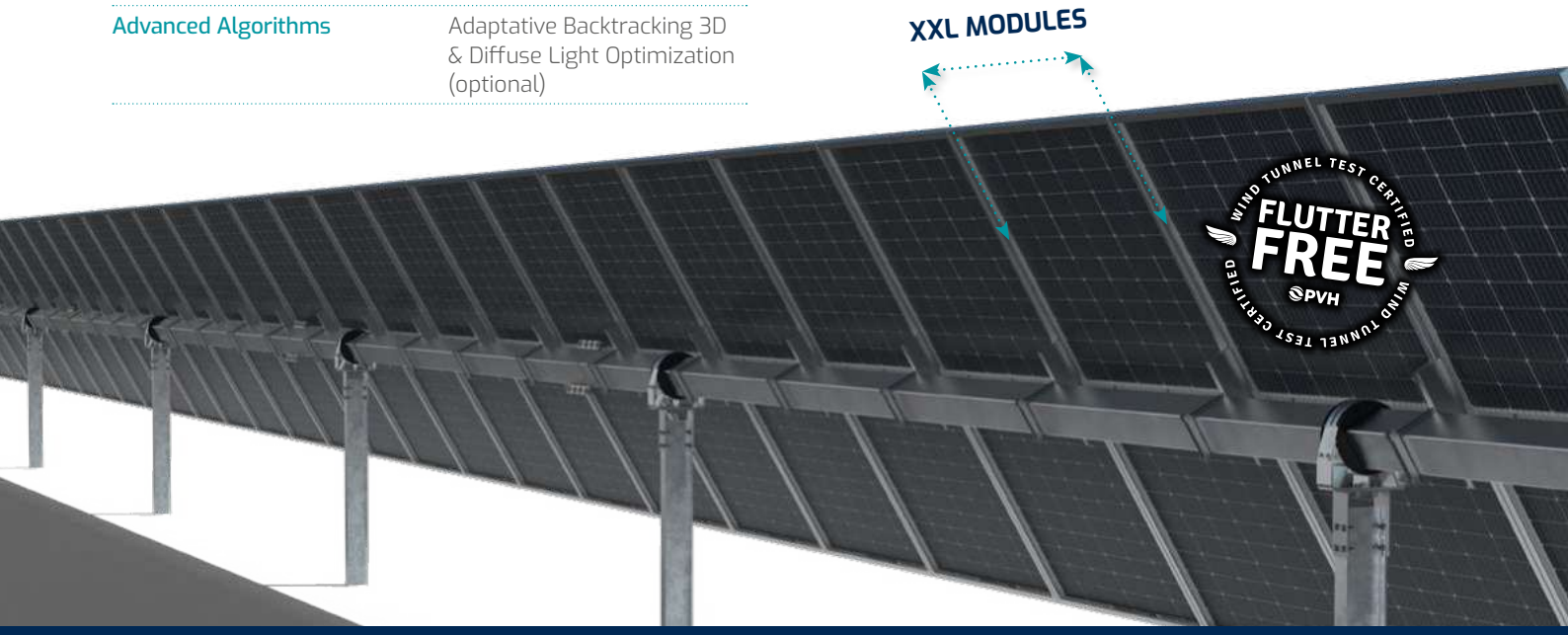
Tracker	Independent-row. horizontal single-axis
Maximum length	100 m.
Maximum width	2.5 m.
Module configuration	1 module in portrait
Rotational range	E-O: +/- 60º
Motor per MWp	Depending on the size, the type of the module and the number of modules per string. 1 motor per row. (Maximum 100 meters lenght)
Ground cover ratio	30-50%
Modules supported	All market available modules
Slope tolerance	N-S: up to 23.5%
	E-W: unlimited
Module attachment	By bolts and nuts, rivet or clamps for frameless modules
Allowable wind load	Tailored to site specific conditions
Wind alarm	Controlled by ultrasonic anemometer
Prepared for XXL modules	

Communications & Control

Solar tracking method	Astronomical algorithm
Control System	Central control unit connected to plant SCADA
	Redundant wireless gateways to guarantee communication
	Self-powered DC Motor Drive Box with auxiliary panel
SCADA interface	Modbus TCP or OPC-UA
Communication	Wireless (LoRa)
Nigthttime stow	Configurable
Advanced Algorithms	Adaptative Backtracking 3D & Diffuse Light Optimization (optional)

Installation & Services

On-site training and commissioning	
Warranty	Structure: 10 years
	Electromechanical components: 5 years
PV Cleaner	Optional
Certifications	UL 3703, IEC 62817 on going



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3. INVERSOR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

SG125HX

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System

NEW

HIGH YIELD

- 6 MPPTs with max. efficiency 99%
- Compatible with bifacial module
- Built-in anti-PID and PID recovery function

SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Smart IV curve diagnosis*
- Fuse free design with smart string current monitoring

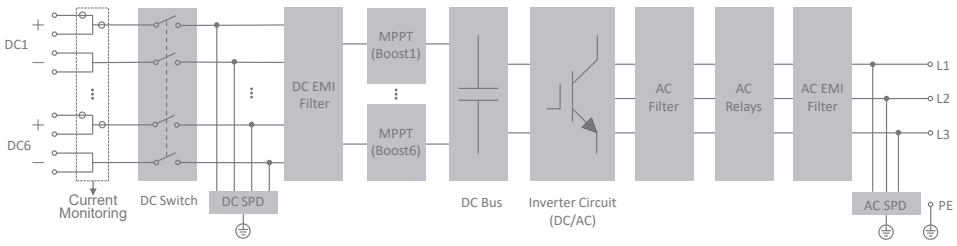
SAVED INVESTMENT

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC)
- Q at night function

PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- DC type II SPD and AC type I + II SPD
- Compliant with global safety and grid code

CIRCUIT DIAGRAM



© 2022 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 13

SUNGROW
Clean power for all

Type designation	SG125HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Start-up input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	6
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current per MPPT	30 A
Max. DC short-circuit current per MPPT	50 A
Output (AC)	
AC output power	125kVA @ 40 ℃ / 113.6kVA @ 50 ℃
Max. AC output current	90.2 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880 V
Nominal grid f requency / Grid f requency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99.0 % / 98.7 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night	Yes
PID protection	Anti-PID and PID recovery
Surge protection	DC Type II / AC Type I + II
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Optional
General Data	
Dimensions (W*H*D)	916*690*340 mm
Weight	75 kg
Isolation method	Transformerless
Degree of protection	IP66
Power consumption at night	< 7 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 ℃
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	H4 PLUS (Max. 6 mm², optional 10 mm²)
AC connection type	Support OT/DT terminal (Max. 150 mm²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, EN 50549-2, P.O.12.2, G99, VDE 0126-1-1/A1:VFR2019
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT,active & reactive power control and power ramp rate control

*: Only compatible with Sungrow Logger, EyeM4 and iSolarCloud

© 2022 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4. ENVOLVENTE DE HORMIGÓN

PFU5: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PFU7: CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

ORMAZABAL
velatia

Centros de Transformación MT/BT
para Soluciones de Redes de Distribución

pfu

Envolvente de hormigón para Centros de Transformación

Hasta 40.5 kV, 1000 kVA

Normas IEC

Reliable innovation. Personal solutions.

CA-446-ES -1410

www.ormazabal.com

Prólogo

Tras décadas de producción de diferentes tipos de centros de transformación, en 1991 **Ormazabal** desarrolló el **pfu**, su primera envolvente monobloque de hormigón para centros de transformación.

Desde entonces el **pfu** ha evolucionado hacia una gama más amplia con configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de MT y con una gran variedad de acabados superficiales

Los edificios **pfu** consisten en una envolvente monobloque industrializada para **Centros de Transformación Ormazabal** de superficie y maniobra interior hasta 40,5 kV.

El **pfu** se usa en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (generación convencional, distribución pública, Smart grids….), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos y plantas solares fotovoltaicas). En la actualidad más de 22.000 **pfu**s han sido instalados en más de 15 países.

Seguridad

» Misma superficie equipotencial en toda la estructura: pared, suelo y cubierta.
» Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad
» Fosos de recogida de dieléctrico líquido
» Puerta frontal individual para cada transformador
» Separación física opcional entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente
» Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros
» Opcional: Ensayos de arco interno y sísmicos

Fiabilidad

» Calidad uniforme industrializada
» Totalmente montado y ensayado en fábrica, bajo procesos controlados
» Instalación sencilla y rápida, optimizando tiempos y costes
» Protección contra fuertes impactos externos

Eficiencia

» Aparamenta instalable desde fábrica
» Ventilación: circulación natural de aire (clase 10)
» Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base (frontal-lateral)
» Entrada auxiliar de acometida de BT en fachada

Sostenibilidad

» Larga vida útil frente a condiciones ambientales agresivas
» Reducción en consumo de energía y emisiones durante la fabricación
» Investigación en las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón

Innovación continua

» Ensayos y modelización de ventilación optimizada con transformadores Ormazabal.
» Gran capacidad de integración estética en el entorno
» Soluciones prefabricadas disponibles según EN 62271-202
» Compatible con el resto de la amplia gama de centros **Ormazabal**

Datos técnicos

Centros de transformación Ormazabal en envolventes pfu:

» Envolvente monobloque **pfu** (base y paredes) más cubierta amovible
» Aparamenta de MT con aislamiento integral en gas: Sistema **cgmcosmos** (hasta 24 kV) y sistema **cgm**.3 (hasta 40,5 kV)
» Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 40,5 kV y 1000 kVA(1) de potencia unitaria
» Aparamenta de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro
» Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**
» Interconexiones directas por cable MT y BT
» Circuito de puesta a tierra
» Circuito de alumbrado y servicios auxiliares

(1) Para otros valores, por favor, consultar a **Ormazabal**

Configuraciones eléctricas tipo

pfu.3	2l+ 1p + 1 transformador + 1cbt
pfu.4	3l + 1v + 1 transformador + 1cbt
pfu.5	2l + 1S + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	2l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 1r + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	1l + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2cbt
pfu.7	6l + 2p + 2 tr + 2 cbt (24 kv)
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2 cbt
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 1 tr + 1cbt

Nota: Para otras configuraciones, consultar Ormazabal

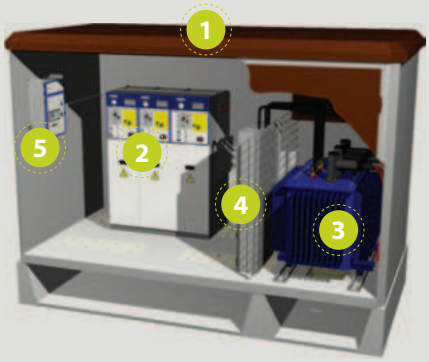
Donde:
l = Función de Línea
p = Función de Protección con Fusibles
v = Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío
s = Función de Interruptor Pasante
r = Función de remonte
m = Función de Medida
cbt = Cuadro de Baja Tensión
tr = Transformador

Dimensiones exteriores y pesos

		pfu.3	**pfu**.4	**pfu**.5	**pfu**.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA
Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV (Altura estándar +195 mm), no aplicable a **pfu**.7
Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm
Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

Diseño



1 *Envolvente* **pfu**
2 *Aparamenta de MT:*
2a **cgmcosmos** *hasta 24 kV*
2b **cgm**.3 *hasta 40.5 kV*
3 *Transformador(es): Hasta 2 x1000 kVA*
4 *Cuadro de baja tensión*
5 *Unidades de protección, control y medida*

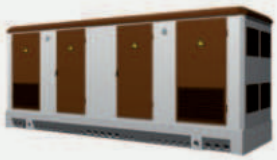
Familia

pfu.3

pfu.4

pfu.5

pfu.7



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

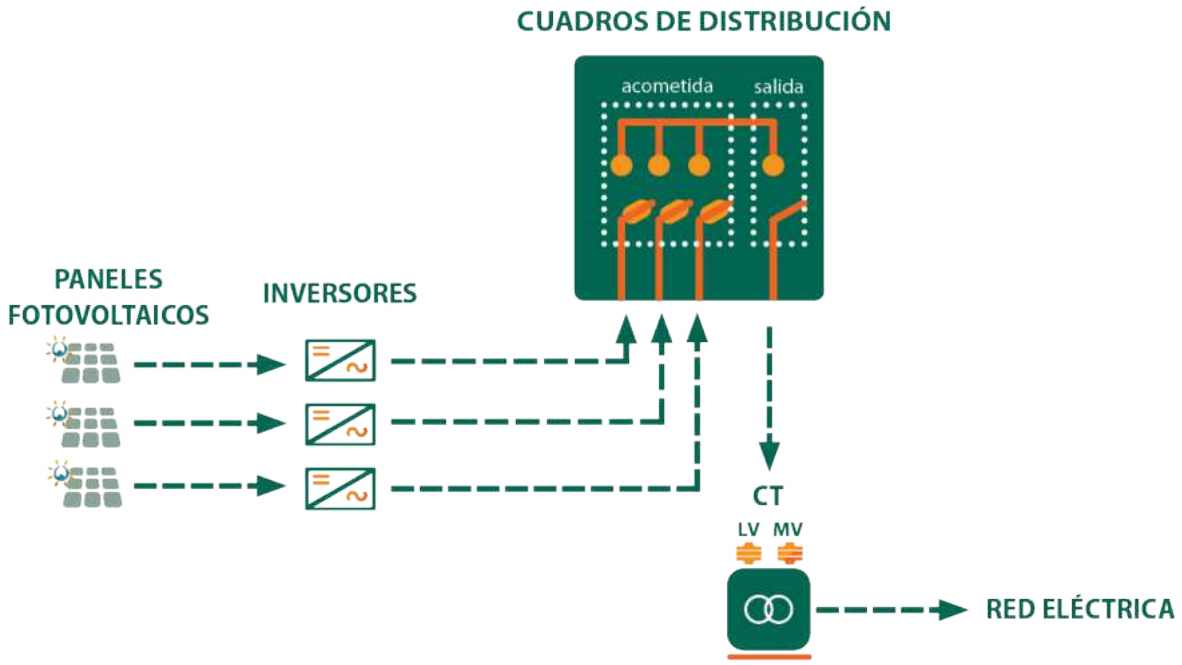
5. CUADRO DE BT

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

3 Cuadros de agrupación de fotovoltaica

Con el desarrollo y lanzamiento de los nuevos inversores de string, las plantas e instalaciones fotovoltaicas distribuyen la energía en redes de alterna, frente a las tradicionales de continua.

Pronutec ha desarrollado producto y soluciones para dichas redes de fotovoltaica en alterna.



Pronutec presenta sus nuevos cuadros para la agrupación de inversores de string en alterna, con tensiones desde 400 V hasta los 800 V en AC, tanto en instalaciones de interior como de exterior y con una amplia gama en amperajes, número de entradas, diferentes dispositivos de corte, protección contra sobretensiones y servicios auxiliares.

Estos cuadros son los que se conectan al transformador situado en el CT. Los CBT reciben los cables de entrada de los inversores, a través de las BTVC NH 00/1/3. Dichas BTVC están ensayadas y son capaces de trabajar en tensiones hasta 800 Vac.

INTERIOR

Cuadro de 6/12 entradas inferiores - Salida Superior

- Cuadro de agrupación de inversores para interior.
- Envolvente metálica.
- Entrada inferior | 6 con bases BTVC NH 1/3.
  12 con bases BTVC NH 00.
- Salida superior mediante interruptor de corte en carga Telergon:
  Hasta 1250 A para 800 V en AC.
  Hasta 1600 A para 400/500/690 V.
- IP20.
- Fabricado según la norma IEC-61439.

Cuadro con 10/20 entradas inferiores - Salida Superior

- Cuadro de agrupación de inversores para interior.
- Envolvente metálica.
- Entrada inferior | 20 con bases BTVC NH 00
  10 con bases BTVC NH 1/3.
- Salida superior mediante interruptor automático / interruptor de corte en carga:
  Hasta 2500 A para 800 V en AC.
  Hasta 3150 A para 400/500/690 V.
- IP20.
- Fabricado según la norma IEC-61439.

Los modelos con amperajes superiores o iguaes a 2000 A son ampliables.

EXTERIOR

Armario 6/12 entradas inferiores - Salida superior/trasera

- Cuadro de agrupación de inversores para exterior.
- Envolvente poliéster.
- Entrada inferior | 6 con bases BTVC NH 1/3.
  12 con bases BTVC NH 00.
- Salida superior/trasera mediante interruptor de corte en carga Telergon:
  Hasta 1000 A para 800 V en AC.
  Hasta 1250 A para 400/500/690 V.
- IP55.
- Fabricado según la norma UNE-EN-61439-5.

Armario 5 entradas inferiores - Salida inferior

- Cuadro de agrupación de inversores para exterior.
- Envolvente poliéster.
- Entrada inferior | 5 con bases BTVC NH 1/3.
  10 con bases BTVC NH 00.
- Salida superior mediante interruptor de corte en carga Telergon:
  Hasta 1000 A para 800 V en AC.
  Hasta 1250 A para 400/500/690 V.
- IP54.
- Fabricado según la norma IEC-61439-5.

CBT Metálico 6/12 entradas inferiores - Salida superior/trasera

- Cuadro de agrupación de inversores para exterior.
- Envolvente metálica.
- Entrada inferior | 6 con bases BTVC NH 1/3.
  12 con bases BTVC NH 00.
- Salida superior/trasera mediante interruptor de corte en carga Telergon:
  Hasta 1250 A para 800 V en AC.
  Hasta 1600 A para 400/500/690 V.
- IP55.
- Fabricado según la norma UNE-EN 61439.

Los modelos con amperajes superiores o iguaes a 2000 A son ampliables.

DATOS TÉCNICOS

				INTERIOR		EXTERIOR		
				Modelo 1. 6 entradas Salida Superior	**Modelo 2.** 20 entradas Salida Superior	**Modelo 3.** Armario Salida Trasera	**Modelo 4.** Armario Salida Inferior	**Modelo 5.** CBT Metálico Salida Trasera
Características eléctricas	Tensión asignada de empleo		U_e (V)	400/500/ 690/800 Vac	400/500/ 690/800 Vac	400/500/ 690/800 Vac	400/500/ 690/800 Vac	400/500/ 690/800 Vac
	Intensidad asignada de empleo		I_e (A)	1600/1600/ 1600/1250 A	3150/3150/ 3150/2500 A	1250/1250/ 1250/1000 A	1250/1250/ 1250/1000 A	1600/1600/ 1600/1250 A
	Corriente asignada de corta duración admisible 1 segundo		(kA)	20	80	20	20	20
	Entradas procedentes de Inversores		NH 1/3 ancho 100 mm	6	8 y 10 ampliable(*)	6	5	6
			NH 00 ancho 50 mm	12	16 y 20 ampliable(*)	12	10	12
	Sección de Cables de Acometida (entradas de inversores)		NH 00	Máx. 185 m^2	Máx. 185 m^2	Máx. 185 m^2	Máx. 185 m^2	Máx. 185 m^2
			NH 1/3	Máx. 300 m^2	Máx. 300 m^2	Máx. 300 m^2	Máx. 300 m^2	Máx. 300 m^2
	Nº y Sección de Cables de Salida al transformador		mm^2	Máximo 4x240 mm^2	Máximo 8x240 mm^2	Máximo 4x240 mm^2	Máximo 4x240 mm^2	Máximo 4x240 mm^2
	Tensión soportada a frecuencia industrial	Fase-Fase	kV	2,5 kV	2,5 kV	2,5 kV	2,5 kV	2,5 kV
		Fase-Masa		10 kV	10 kV	10 kV	10 kV	10 kV
	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Fase-Masa	kV	8 kV	8 kV	8 kV	8 kV	8 kV
Grado de protección	IP			IP2X	IP2X	IP55	IP54	IP55
	IK			IK08	IK08	IK10	IK10	IK10

* Ampliación con cuadro de 6/8 BTVC NH 1/3 o 12/16 BTVC NH 00.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6. TRANSFORMADOR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

Transformadores de distribución secos

Características técnicas

Características eléctricas										
Potencia Asignada [kVA]	250	400	400	630	630	630	630	1000	1250	1600
Tensión asignada (U_r)										
Primaria [kV]	20	20	20-15	20	20-15	20-15,4	25	15	20	20
Secundaria en vacío [V]	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
Grupo de Conexión	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11	Dyn11
Pérdidas en Vacío - P_o [W]	520	750	862,5	1100	1265	1265	1265	1550	1800	2200
Pérdidas en Carga - P_k [W]	3800	5500	6050	7600	8360	8360	8360	9000	11000	13000
Impedancia de Cortocircuito (%) a 120ºC	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Dimensiones [mm]										
Potencia Asignada [kVA]	250	400	400	630	630	630	630	1000	1250	1600
Largo [mm]	1315	1360	1480	1410	1630	1630	1710	1620	1640	1745
Ancho [mm]	800	800	800	800	800	800	840	800	1000	1000
Alto con ruedas [mm]	1440	1552	1485	1750	1735	1735	2100	1805	2146	2095

Pesos [kg]										
Arrollamientos de Aluminio										
Núcleo ferromagnético de material acero magnético de grano orientado										
Peso núcleo magnético [kg]	740	930	950	1200	1750	1750	1950	1750	1850	2450
Peso conductores [kg]	150	180	190	270	290	290	250	450	750	815
Peso total [kg]	1200	1500	1450	1850	2550	2500	2700	2600	3050	3700

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7. CELDAS MT

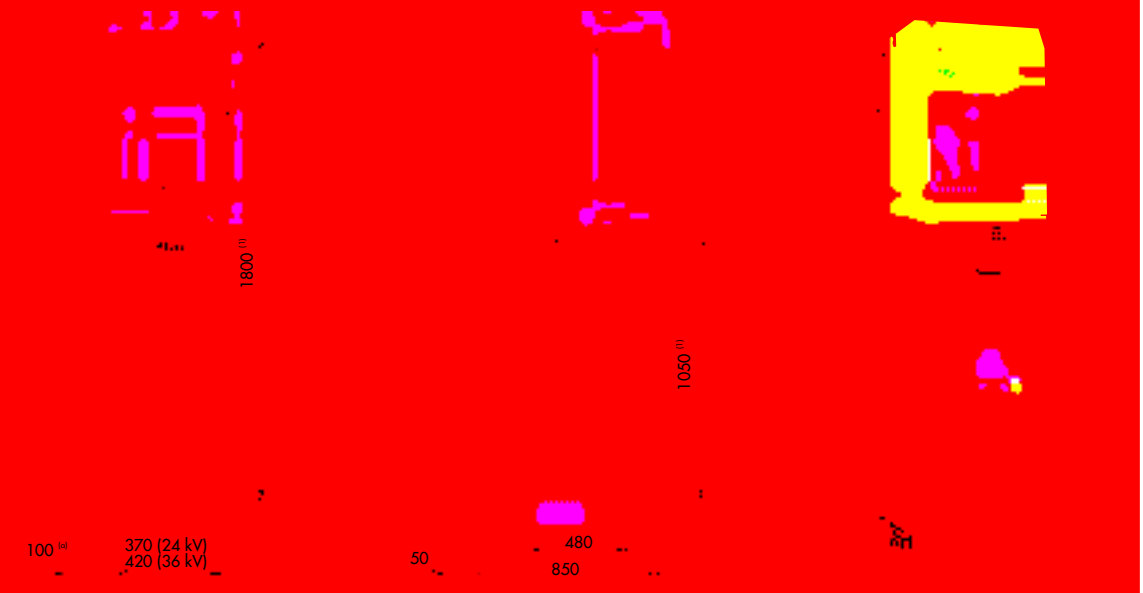
7.1. CELDAS DE LÍNEA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

FUNCIÓN DE LÍNEA	CML-12	CML-24	CML-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV]$_{CRESTA}$	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV]$_{CRESTA}$	85	145	195
Capacidad de cierre [kA]$_{CRESTA}$	40/50	40/50	40/50
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra I_{CE} [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3}\ I_{CL}$ [A]	31,5	31,5	31,5
Características físicas			
Ancho [mm]	370	370	420
Alto [mm]	1800[1]	1800[1]	1800[1]
Fondo [mm]	850	850	850
Peso [kg]	135[2]	135[2]	140[2]

CML



(a) Distancia recomendada.
La disposición de un Módulo de Acometida Lateral (cubre-pasatapas) requiere de 360 mm adicionales.

(1) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables. Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.
(2) Para mando motorizado añadir 5 Kg.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

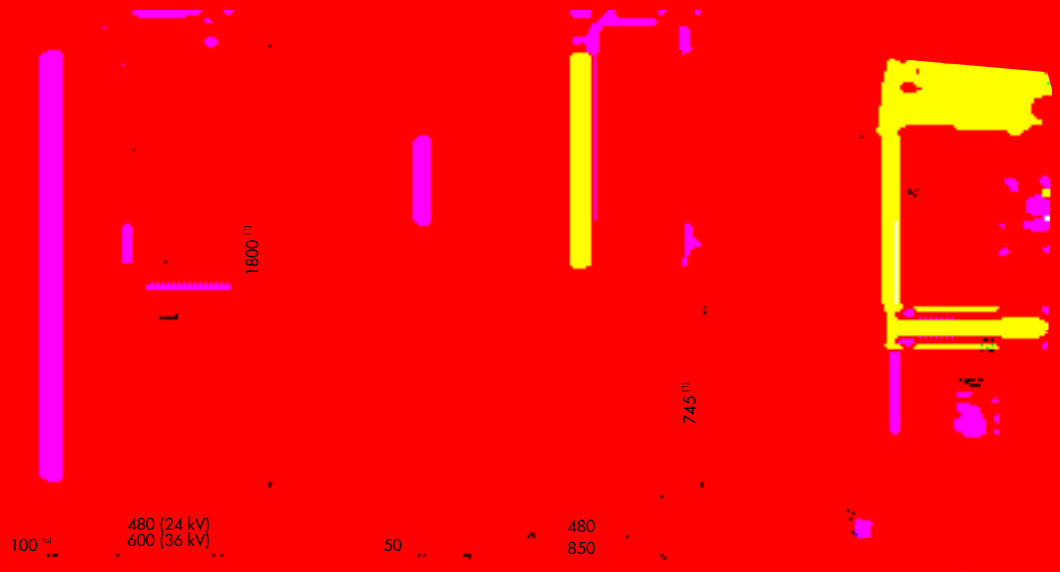
7.2. CELDAS DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

FUNCIÓN DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	CMP-V-12	CMP-V-24	CMP-V-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (3 s) [kA]	12,5/16/20	12,5/16/20	12,5/16/20
Capacidad de cierre [kA]$_{CRESTA}$	31/40/50	31/40/50	31/40/50
Capacidad de ruptura [kA]	12,5/16/20	12,5/16/20	12,5/16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV]$_{CRESTA}$	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV]$_{CRESTA}$	85	145	195
Características físicas			
Ancho [mm]	480	480	600
Alto [mm]	1800[1]	1800[1]	1800[1]
Fondo [mm]	850	850	850
Peso [kg]	218[2]	218[2]	238[2]

CMP-V



(a) Distancia recomendada.
La disposición de un Módulo de Acometida Lateral (cubre-pasatapas) requiere de 360 mm adicionales.

(1) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables. Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.
(2) Para mando motorizado añadir 10 Kg. Para celdas con **RPGM** añadir 10 Kg.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.3. CELDAS DE MEDIDA

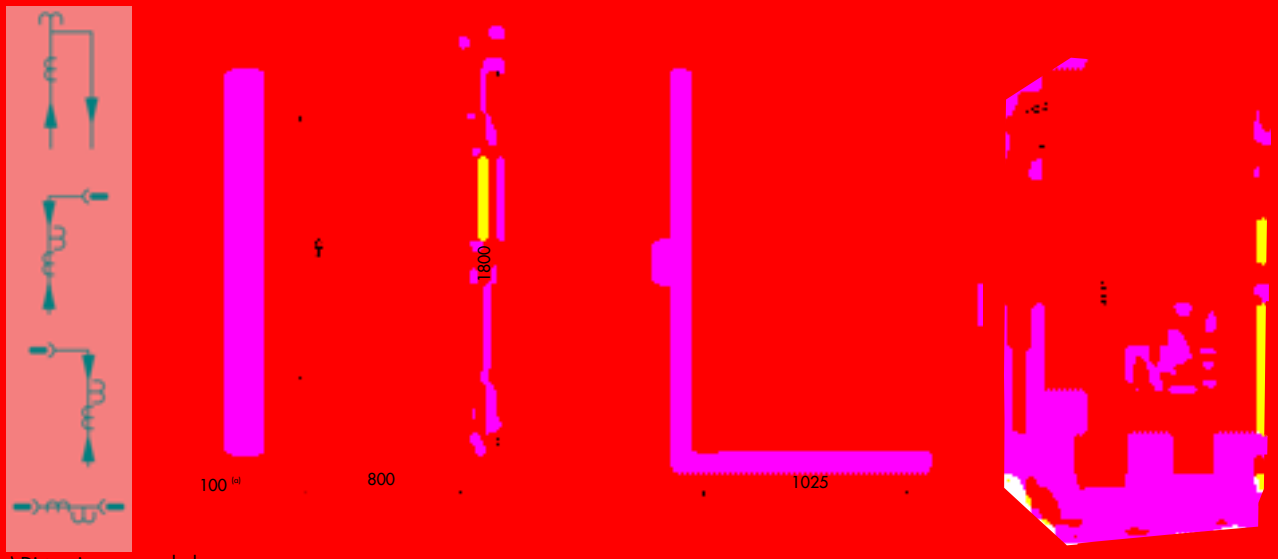
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

FUNCIÓN DE MEDIDA

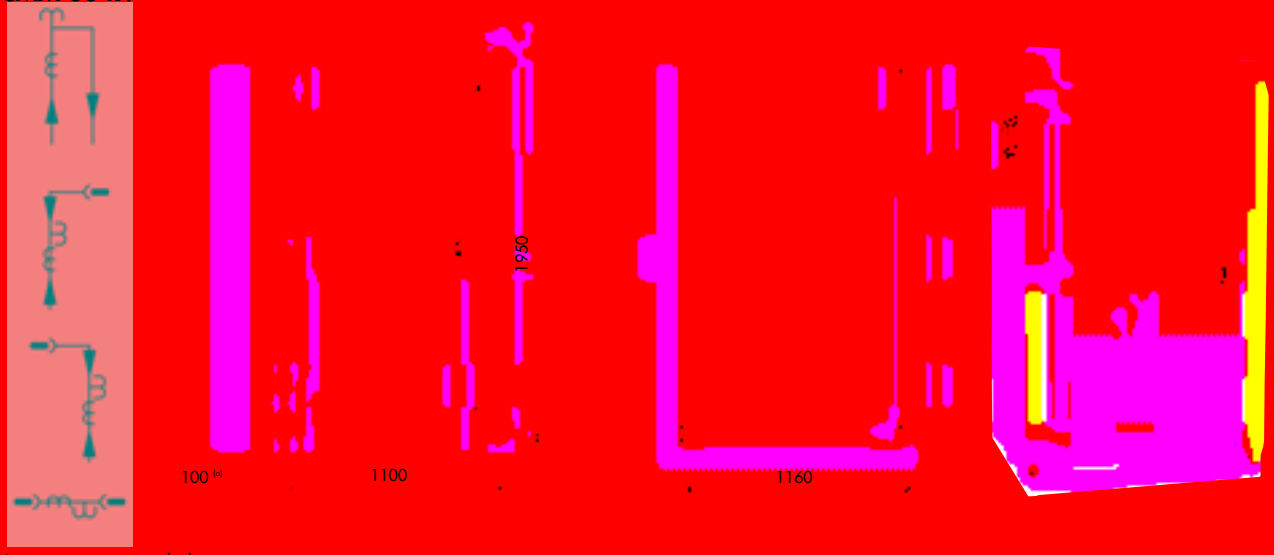
	CMM-12	CMM-24	CMM-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Características físicas			
Ancho [mm]	800	800	1100
Alto [mm]	1800	1800	1950
Fondo [mm]	1025	1025	1160
Peso [kg]	180(1)	180(1)	290(1)

CMM 12/24 kV



(a) Distancia recomendada.

CMM 36 kV



(a) Distancia recomendada.

(1) Sin incluir los transformadores.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

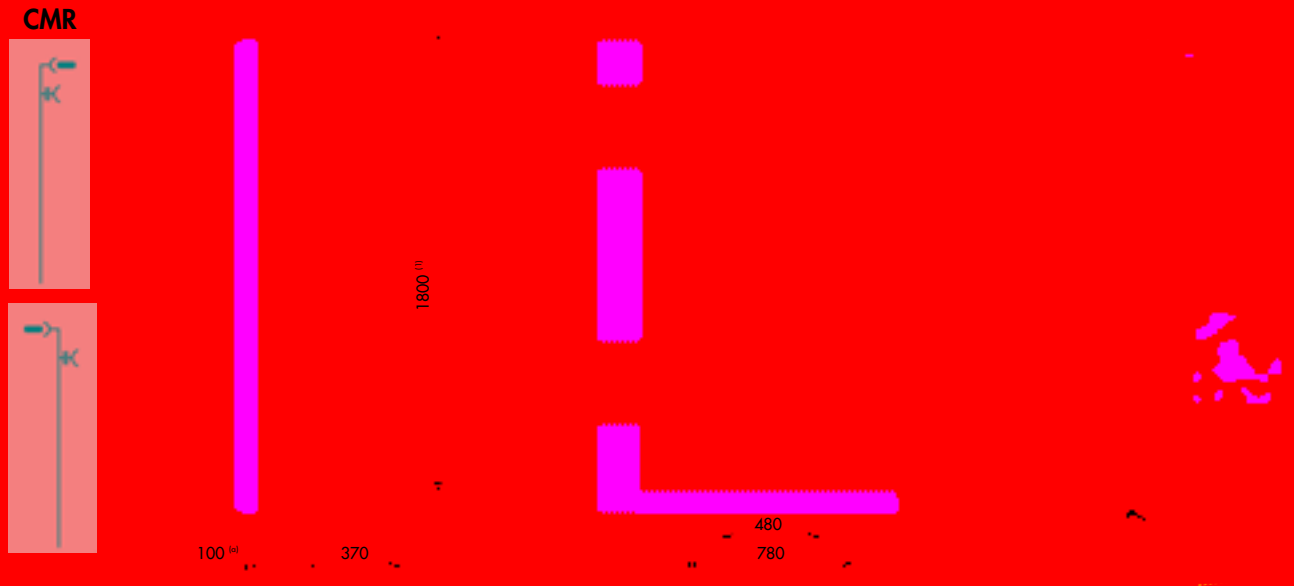
7.4. CELDAS DE REMONTE

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

FUNCIÓN DE REMONTE DE CABLES

	CMR-12	CMR-24	CMR-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Características físicas			
Ancho [mm]	370	370	370
Alto [mm]	1800(1)	1800(1)	1800(1)
Fondo [mm]	780	780	780
Peso [kg]	42	42	42

CMR



(a) Distancia recomendada.

(1) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables.
Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.

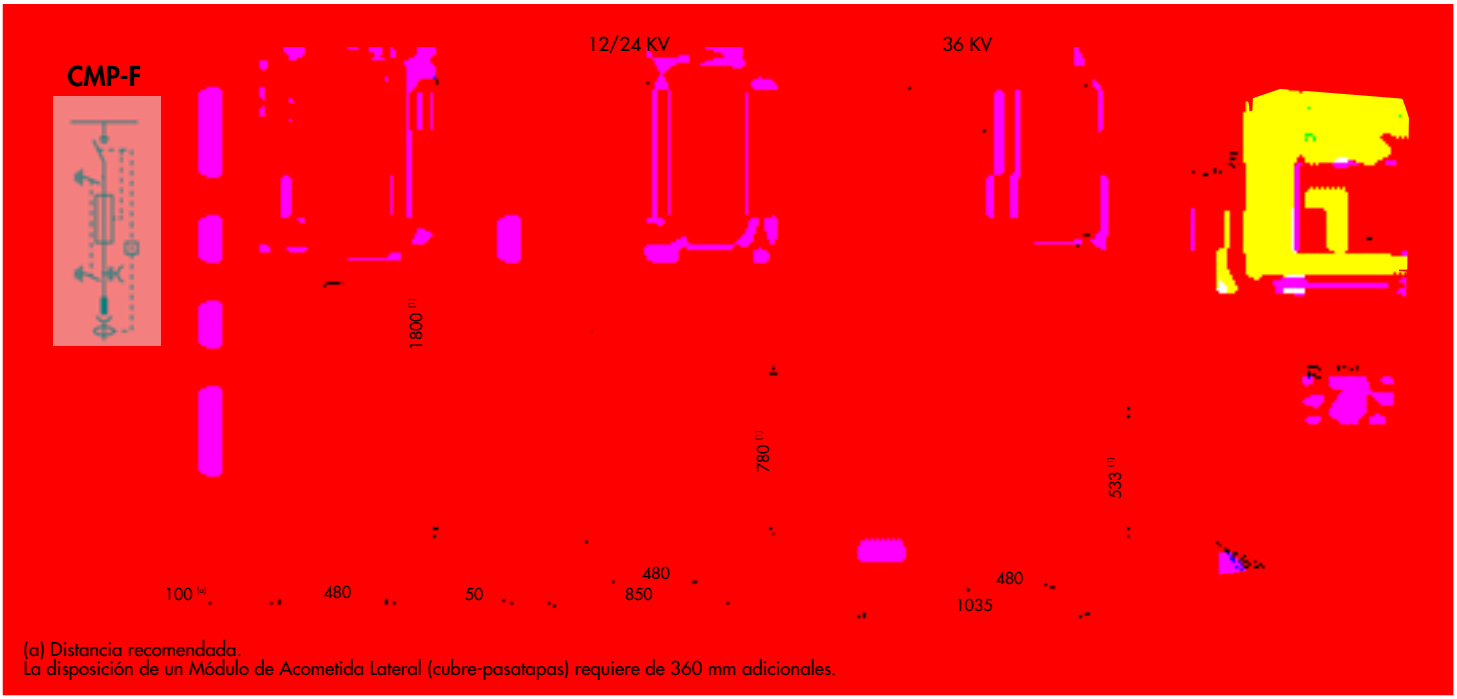
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.5. CELDAS DE SERVICIOS AUXILIARES

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES

	CMP-F-12	CMP-F-24	CMP-F-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada embarrado [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad asignada en la derivación [A]	200	200	200
Intensidad de corta duración embarrado superior (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV]$_{CRESTA}$	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV]$_{CRESTA}$	85	145	195
Capacidad de cierre [kA]$_{CRESTA}$ (antes-después de fusibles)	2,5	2,5	2,5
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra I_{CE} [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3}\ I_{CL}$ [A]	31,5	31,5	31,5
Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles [kA]	20	20	20
Corriente de transferencia (UNE-EN 60420) [A]	1500	600	320
Características físicas			
Ancho [mm]	480	480	480
Alto [mm]	1800(1)	1800(1)	1800(1)
Fondo [mm]	850	850	1035
Peso [kg]	200(2)	200(2)	255(2)



(a) Distancia recomendada.
La disposición de un Módulo de Acometida Lateral (cubre-pasatapas) requiere de 360 mm adicionales.

(1) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables.
Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.
(2) Para celdas **RPTA** añadir 15 Kg.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 7

CÁLCULOS LAMT

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE ANEJO 7

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS 2
1.1 RESISTENCIA ELÉCTRICA 2
1.2 REACTANCIA 2
1.3 DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 3
1.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 3
1.5 POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE 3
1.6 EFECTO CORONA 3
1.7 RESUMEN DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS 4
2 TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (To) 5
3 VANO DE REGULACIÓN 5
4 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES 5
5 FLECHA MÁXIMA 6
6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD 8
6.1 Distancia de los conductores al terreno 8
6.2 Distancia entre conductores 8
6.3 Distancia entre conductores y a partes puestas a tierra 9
6.4 Desviación de la cadena de aisladores 9
6.5 Resumen y comprobación de distancias 10
7 APOYOS 12
7.1 Criterios de cálculo 12
7.2 Acciones consideradas 12
7.3 Resumen de hipótesis 16
7.4 Resumen de esfuerzos aplicados 19
7.5 Coeficientes de seguridad 21
8 CIMENTACIONES 22
8.1 Cimentaciones monobloque 22
9 AISLAMIENTO Y HERRAJES 22
9.1 Aisladores 22
9.2 Herrajes y Accesorios 23

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se incluyen a continuación los cálculos eléctricos correspondientes al tramo aéreo de la línea 20 kV VILLARQUE, a modificar como parte de las infraestructuras de evacuación del PFV "RALLAMBLAR".

La longitud total de la línea a reinstalar es de 0,181 km.

Es de señalar que no se indica la caída de tensión ni la pérdida de potencia del tramo objeto de la reinstalación, por tratarse de parte de una línea que formará parte de una infraestructura existente.

1.1 RESISTENCIA ELÉCTRICA

La resistencia de la línea será:

$$R_L = \left[L(Km) \times R(\Omega / Km)\right] / n^{o}$$

donde:

- *L:* Longitud de la línea en kilómetros
- *R:* Resistencia eléctrica del conductor a 20ºC de temperatura (Ω/Km)
- R_L: Resistencia total de la línea (Ω)
- *nº:* Número de conductores por fase

1.2 REACTANCIA

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \times \pi \times f \times \left(\frac{\mu}{2 \times n} + 4{,}605 \times \log(D/r)\right) \times 10^{-4} \ \Omega/Km$$

donde:

- *X:* Reactancia aparente en ohmios por kilómetro
- *f:* Frecuencia de la red en Hz (50)
- *r:* Radio equivalente del conductor en milímetros
- *D:* Separación media geométrica entre conductores en milímetros
- μ: Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1
- *nº:* Número de conductores por fase
- *D:* La separación media geométrica se calcula como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \times d_{23} \times d_{13}}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.3 DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-56 (42-AL1/8-ST1A), de 54,6 mm^2 de sección y configuración 6+1, la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{máx.\ adm.} = 3{,}651\ A/mm^2$$

1.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-56 (42-AL1/8-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 54,6 mm^2, es de:

$$I_{máx} = D_{máx\ adm.} \cdot S \cdot n°_{conductores/fase}$$

donde:

- $I_{máx}$: Intensidad de corriente máxima en A
- S: Sección del conductor (mm^2)
- $D_{máx\ adm.}$: Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm^2)

1.5 POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{máx} = \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi \cdot I_{máx}$$

donde:

- P: Potencia en kW
- V: Tensión en kV
- $\cos\varphi$: Factor de potencia

1.6 EFECTO CORONA

El apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. establece lo siguiente:

"*Será preceptiva la comprobación del comportamiento de los conductores al efecto corona en las líneas de tensión nominal superior a 66 kV. Asimismo, en aquellas líneas de tensión nominal entre 30 kV y 66 kV, ambas inclusive, que puedan quedar próximas al límite inferior de dicho efecto, deberá realizarse la citada comprobación.*"

Atendiendo a este apartado y dado que la línea objeto de este proyecto tiene una tensión nominal de 15 kV (< 30 kV), no se realiza la comprobación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.7 RESUMEN DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Tensión (kV):.....20
- Resistencia de la Línea (Ω/Km):.....0,6129
- Reactancia Inductiva Media (Ω/Km):.....0,4035
- Densidad máxima admisible (A/mm^2):.....3,651
- Intensidad máxima por conductor – hilo (A): 199,35
- Potencia Máxima a Transportar (MW):.....6,21

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2 TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (To)

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (T_o), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC-LAT 07 del R.L.A.T.

b) Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la Zona (15 ºC para Zona A y 10 ºC para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda de un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

3 VANO DE REGULACIÓN

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- a_r: Longitud proyectada del vano de regulación (m)
- b_i: Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i (m)
- a_i: Proyección horizontal de b_i (m)

4 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La "ecuación de cambio de condiciones" permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^{\,2}}{24} * \frac{P_0^{\,2}}{T_0^{\,2}} * S * E \quad ; \qquad B = \frac{a_r^{\,2} * P^2}{24} * S * E$$

- a_r: Longitud proyectada del vano de regulación (m)
- T_o: Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg)
- θ_0: Temperatura en las condiciones iniciales (°C)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- P_o: Sobrecarga en las condiciones iniciales según Zona (kg/m)
- T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg)
- θ: Temperatura en las condiciones finales (°C)
- P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m)
- S: Sección del conductor (mm²)
- E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²)
- α: Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C)

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{cond} + Sobrecarga_{\ (hielo\ o\ viento)}$$

5 FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * (1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2})$$

- a: Longitud proyectada del vano (m)
- h: Desnivel (m)
- b: Longitud real del vano (m) $\rightarrow$ $b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- T: Componente horizontal de la tensión (kg)
- p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

TABLA DE TENDIDO PARA EL CONDUCTOR DE FASE																									
VANO	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano de Reg. (m)	-5ºC		-0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
				Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
19-20	78	0,27	78	253	0,57	226	0,64	203	0,71	183	0,79	166	0,87	152	0,95	140	1,03	130	1,1	122	1,18	115	1,25	108	1,33	103	1,4
20-21	103	-0,75	103	195	1,28	182	1,37	170	1,47	159	1,56	151	1,66	143	1,75	136	1,84	130	1,92	124	2,01	119	2,09	115	2,17	111	2,24

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS – CONDUCTOR DE FASE																
VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano de Reg. (m)	Tensión máx. (Kg)	EDS (10ºC) (%)	CHS (%)	Tensión (kg) (-10ºC+1/2V)	Tensión (kg) (-10ºC+V)	Tensión (kg) (50ºC)	Flecha (m) (50ºC)	Tensión (kg) (15ºC+V)	Flecha (m) (15ºC+V)	Tensión (kg) (0ºC+h)	Flecha (m) (0ºC+h)	Flecha (m) (Mín.)	Flecha (m) (Max.)
19-20	B	78	0,27	78	515	10,95	15,12	345	444	103	1,4	354	1,31	455	1,26	0,46	1,4
20-21	B	103	-0,75	103	515	9,55	11,69	306	436	111	2,24	371	2,17	471	2,12	1,09	2,24

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

6.1 Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5{,}3 + D_{el}$$

con un mínimo de 6 m.

Para una tensión de 20 kV, corresponde un valor de D_{el} de 0,22 m.

Por tanto, se obtiene una distancia mínima de: $D_{add} + D_{el}$ = 5,52 m. → 6 m.

Dado que el trazado de la línea atraviesa una explotación agraria, el tendido del cable se proyecta de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de 7 metros.

6.2 Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

- *D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.*
- *K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.*
- *F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. (m).*
- *L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L = 0.*
- *D_{pp}: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.*

En el apartado 6.5 “Resumen y comprobación de distancias” pueden consultarse estas distancias para cada uno de los apoyos.

8

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.3 Distancia entre conductores y a partes puestas a tierra

Según el artículo 5.4.2 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a D_{el}.

- D_{el}: *Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T.*

Para una tensión de 20 kV, le corresponde un valor de D_{el} de 0,22 m.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el}, con un mínimo de 0,2 m.

6.4 Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * (\frac{a_1 + a_2}{2}) + \frac{E_c}{2}}{P(\frac{a_1 + a_2}{2}) + T_{-t+\frac{v}{2}} * (\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}) + \frac{P_c}{2}}$$

- γ: Ángulo de desviación
- Ec: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg)
- Pc: Peso de cada cadena (kg)
- a_1 y a_2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m)
- h_1 y h_2: Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $T_{t+v/2}$ Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga $^1/_2$ de viento a 120 km/h
- d: Diámetro del conductor (m)
- P: Peso unitario del conductor (kg/m)
- K_v: Presión mitad del viento (kg/m^2)

Se calculará en el apartado 6.5 “Resumen y comprobación de distancias”.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

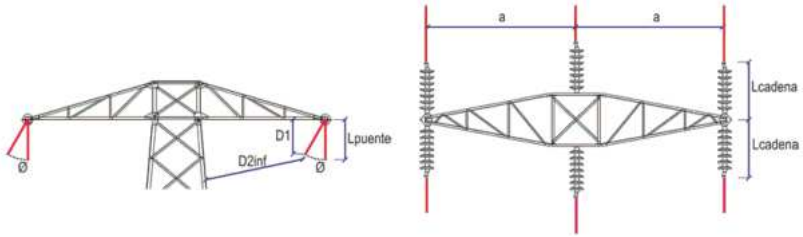
6.5 Resumen y comprobación de distancias

Ver tabla "APOYOS DE AMARRE Y ALINEACIÓN – ARMADO T".

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

APOYOS DE ALINEACIÓN – ARMADO T																			
Nº APOYO	FUNCIÓN	TIPO	ARMADO	ALTURA ÚTIL (m)	ALTURA ÚTIL conductor seleccionado (m)	Datos armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)			
						Armado (T)	a	b	h	Dist. f-f mín. exigida	Dist. f-f exist.	Dist. f-t exist.	Dist. vano ant. exigida	Dist f-p vano ant. exist.	Dist. vano pos. exigida	Dist f-p vano pos. exist.	L	D1	D2	D3
20	AL-ANC	C-2000-12	TR	9,44	9,44	TR	1,75	0,6	---	1,15	2,12	---	0,93	---	1,15	---	1,27	1,19	1,04	---



AMARRE Y ALINEACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7 APOYOS

7.1 Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la Zona en la que se encuentra (en este caso Zona B).

7.2 Acciones consideradas

7.2.1 Cargas verticales

Carga vertical permanente (P_{vp}):

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

- a_1 y a_2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- P_{cond}: Peso propio del conductor.
- P_{cadl}: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n: Número de conductores.
- h_1 y h_2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

Sobrecarga por hielo (S_h):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- P_h: Sobrecarga de hielo. En Zona B = 0,18·√d (Kg/m); en Zona C = 0,36·√d (kg/m). Siendo d el diámetro del conductor (mm).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.2.2 Cargas horizontales

Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (Kg)}$$

q: Presión del viento sobre el conductor (Kg/m^2). Siendo q = 60·($^{Vv}/_{120}$)^2 Kg/m^2 cuando d ≤ 16 mm y 50·($^{Vv}/_{120}$)^2 kg/m^2 cuando d ≥ 16mm.

d: diámetro del conductor en mm.

Resultante de ángulo (R_a):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2} \right) \text{ (Kg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí.

Desequilibrio de tracciones (D_t):

Se denomina desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{máxima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión:

U_n > 66 kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

U_n ≤ 66 kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

U_n > 66 kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

U_n ≤ 66 kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

U_n > 66 kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

U_n ≤ 66 kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

  100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

  Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

  Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

Rotura de conductores (R_c):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{máxima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

  Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

  Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

  El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

  El 75% en líneas de 3 conductores.

  No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

  Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

  Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

  El 100% para líneas con un conductor por fase.

  El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

  Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

  Se considerará el esfuerzo que produzca la solicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.3 Resumen de hipótesis

Zona A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea.	V	CARGAS PERMANENTES	No aplica	CARGAS PERMANENTES
	T	VIENTO		No aplica
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES		ROTURA DE CONDUCTORES
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ºC.				
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal		T = Esfuerzo transversal

*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Zona B y C

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Fin de línea	V	CARGAS PERMANENTES	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	No aplica.	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL
	T	VIENTO	No aplica.	VIENTO A 60 km/h Y HIELO		No aplica.
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES			ROTURA DE CONDUCTORES
V = Esfuerzo vertical			L = Esfuerzo longitudinal		T = Esfuerzo transversal	

*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS
**1ª Hipótesis: VIENTO A 120 ó 140 km/h Y TEMPERATURA DE -10ºC en Zona B y –15ºC en Zona C.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.4 Resumen de esfuerzos aplicados

Ver tabla “Esfuerzos aplicados 1ª HIPOTESIS”.

Ver tabla “Esfuerzos aplicados 2ª HIPOTESIS”.

Ver tabla “Esfuerzos aplicados 3ª HIPOTESIS”.

Ver tabla “Esfuerzos aplicados 4ª HIPOTESIS ROT. FASE”.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ESFUERZOS. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 km/h)

Apoyo	Función Apoyo	Tipo cruceta	Apoyo seleccionado	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase	Protección	Total	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo	Momento
				(Kg)	(Kg)	(Kg)	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	equivalente (Kg)	torsor (Kg x m)
20	AL-ANC	TR	C-2000	23	---	68	76	8	---	---	227	24	251	---

ESFUERZOS. 2ª HIPÓTESIS (Hielo)

Apoyo	Función Apoyo	Tipo cruceta	Apoyo seleccionado	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase	Protección	Total	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo	Momento
				(Kg)	(Kg)	(Kg)	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	equivalente (Kg)	torsor (Kg x m)
20	AL-ANC	TR	C-2000	78	---	233	0	0	---	---	0	0	0	---

ESFUERZOS. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Apoyo	Función Apoyo	Tipo cruceta	Apoyo seleccionado	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase	Protección	Total	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo	Momento
				(Kg)	(Kg)	(Kg)	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	equivalente (Kg)	torsor (Kg x m)
20	AL-ANC	TR	C-2000	78	---	233	0	258	---	---	0	772	772	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Apoyo	Func. Apoyo	Tipo cruceta	Apoyo seleccionado	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase	Protección	Total	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple	Torsión compuesta (AN y FL) (Kg)		
				(Kg)	(Kg)	(Kg)	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	(Kg)	Esf. Útil	Esf. Equiv.	M. Torsor (Kg x m)
20	AL-ANC	TR	C-2000	78	---	233	0	515	0	0	0	0	0	515	515	---	---	---

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.5 Coeficientes de seguridad

				HIPÓTESIS 1ª (Viento 120 Km/h)			
Número apoyo	Func. Apoyo	Tipo de apoyo	Tipo de seguridad	Esfuerzo equivalente incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	Coef. Seg.
20	AL-ANC	C-2000	NORMAL	251	---	2100	12,54

				HIPÓTESIS 2ª (Hielo)			
Número apoyo	Func. Apoyo	Tipo de apoyo	Tipo de seguridad	Esfuerzo equivalente incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	Coef. Seg.
20	AL-ANC	C-2000	NORMAL	0	---	---	---

				HIPÓTESIS 3ª (Desequilibrio)			
Número apoyo	Func. Apoyo	Tipo de apoyo	Tipo de seguridad	Esfuerzo equivalente incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	Coef. Seg.
20	AL-ANC	C-2000	NORMAL	772	---	3015	4,68

				HIPÓTESIS 4ª (Rotura Fase)					
				Torsión simple			Torsión compuesta (AN y FL)		
Número apoyo	Func. Apoyo	Tipo de apoyo	Tipo de seguridad	Esfuerzo equivalente incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	Coef. Seg.	Esfuerzo equivalente incidente (Kg)	M. torsor incidente (Kg)	Coef. Seg.
20	AL-ANC	C-2000	NORMAL	515	1240	2,89	---	---	---

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

8 CIMENTACIONES

8.1 Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de los apoyos con este tipo de cimentaciones estarán constituidas por un monobloque prismático de sección cuadrada de hormigón en masa, de una dosificación de 200 Kg/m^3 y una resistencia mecánica de 200 kg/cm^2, calculados según todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y de seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (R.D. 223/2008, 15 Febrero), por la fórmula de Sulzberger, internacionalmente aceptada.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta de diamante para facilitar, así mismo, la evacuación del agua de lluvia.

Las dimensiones serán aquellas que marca la Norma UNE correspondiente, ó en su defecto, los facilitados por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad.

9 AISLAMIENTO Y HERRAJES

9.1 Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$Cs = \frac{C\ rotura\ aislador}{T_{máx}} \geq 3$$

En este caso se tienen aisladores tipo CS 70 AB, con lo que coeficiente de seguridad mecánico será:

$$Cs = \frac{7000}{515} = 13{,}59 \geq 3$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El aislamiento se realizará mediante aisladores poliméricos de un solo cuerpo, fabricado en silicona. Para la tensión más elevada de 24 kV, la composición de las cadenas es la siguiente:

- Cadenas de amarre: Estarán formadas por grapa de amarre, rótula larga R16P, cuatro (1) aislador CS 70 AB 170/1150 y un grillete normal recto GN. El peso estimado del conjunto es de 15 Kg. Las características del aislador y la composición de las cadenas pueden verse en los planos que se acompañan.

  El nivel de aislamiento para la cadena será:

$$1 \times \frac{1150}{24} = 47{,}91\ mm/kV$$

  Valor aceptable para la zona que atraviesa la línea, para la que se recomienda un nivel de aislamiento entre 16 y 20 mm/kV.

La medida de los vástagos y caperuzas permitirán el montaje de aisladores y herrajes que provengan diferentes fabricantes. Las características y medidas, así como el montaje, se ajustarán a las Normas UNE y CEI de aplicación.

9.2 Herrajes y Accesorios

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra (en caso necesario), o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

- Herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.
- Grapas de amarre del tipo compresión compuestas por un manguito que se comprime contra el cable, de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- Grapas de suspensión del tipo armadas, compuestas por un manguito de neopreno en contacto con el cable y varillas preformadas que suavizan el ángulo de salida del cable.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Antivibradores: En los cables de fase se instalarán uno por conductor y vano hasta 500 metros y dos por conductor y vano en los mayores de 500 metros. Para el cable de tierra (OPGW), en caso de instalarse, se instalarán dos por vano.
- Separadores (sólo en caso de configuraciones (Dx, Tx o Cx): El objetivo del separador es mantener una determinada geometría y distancia entre los conductores de un mismo haz en condiciones de trabajo, sin provocar el deterioro del conductor en las zonas de engrapamiento. Los separadores deben cumplir la Norma IEC 61854.
- Salvapájaros (no aplica en este proyecto): Se instalarán dispositivos salvapájaros de tipo tiras de neopreno en X, de acuerdo con lo establecido en la DIA de la línea. Estos dispositivos se instalarán con la cadencia establecida en la citada DIA, y con ellos se pretende reducir la mortalidad de aves en la línea por colisión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEJO 8

Prescripciones técnicas de protección de la avifauna

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO 2
2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN 2
3. PRESCRIPCIONES GENÉRICAS 2
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TENDIDO ELÉCTRICO PARA EVITAR ELECTROCUCIONES 3
4.1. AISLAMIENTO 3
4.2. DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES 3
4.3. CRUCETAS Y ARMADOS 3
5. MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN 3
6. MEDIDAS ADOPTADAS PARA REDUCIR EL IMPACTO PAISAJÍSTICO 4
7. PLANOS 4

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto describir las actuaciones que se adoptan sobre las instalaciones eléctricas aéreas de media tensión, -con tensión nominal asignada inferior a 30 kV e igual o superior a 1 kV-, en cumplimiento del Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna, y del 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.

2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN

Para conseguir el objeto definido en el primer punto del presente documento, a continuación, se describen las acciones adoptadas en el proyecto y realización de las instalaciones eléctricas aéreas, -planteamiento del trazado, características constructivas y definición de las características técnicas de los equipos-, con el fin de reducir los riesgos de electrocución o colisión que las mismas suponen para la avifauna, así como para la reducción del impacto paisajístico.

Estas acciones se han estructurado en los puntos siguientes.

3. PRESCRIPCIONES GENÉRICAS

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

- No se instalarán aisladores rígidos.
- No se instalarán puentes flojos no aislados por encima de travesaños o cabecera de los apoyos.
- No se instalarán autoválvulas y seccionadores en posición dominante, por encima de travesaños o cabecera de apoyos.
- En los apoyos especiales (seccionadores, conversiones subterráneas, derivaciones, etc.) se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.
- En los transformadores de intemperie, los puentes de unión entre conductores y transformadores se realizarán mediante cable aislado ó aislando dichos puentes de unión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TENDIDO ELÉCTRICO PARA EVITAR ELECTROCUCIONES

Para evitar la electrocución de la avifauna se han adoptado las siguientes prescripciones técnicas:

4.1. AISLAMIENTO

Los apoyos se proyectan con cadenas de aisladores suspendidos o de amarre, pero nunca rígidos.

4.2. DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,50 m.

4.3. CRUCETAS Y ARMADOS

Apoyos de alineación (suspensión): La fijación de las cadenas de aisladores en las crucetas se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m entre el punto de posada y el conductor en tensión.

Apoyos de ángulo y anclaje (amarre): La fijación de los conductores a la cruceta se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m, (1.00 m en espacios protegidos), entre zona de posada y punto en tensión.

Apoyos con armado tipo bóveda: La distancia entre el conductor central y la base de la bóveda no será inferior a 0,88 m. En su defecto se aislará 1 m de conductor a cada lado de la grapa de suspensión.

Apoyos con armado tipo tresbolillo: La distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,50 m.

Apoyos con armado en hexágono (doble circuito): La distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,50 m.

5. MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN

La prescripción técnica prevista para este objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación, mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en “X”, dispuestas en los conductores, de diámetro aparente inferior a 20

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo.

6. MEDIDAS ADOPTADAS PARA REDUCIR EL IMPACTO PAISAJÍSTICO

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas para reducir el impacto paisajístico:

- En la reforma de líneas existentes se mantendrá el mismo trazado de la línea a reformar.
- El trazado de la línea discurrirá próximo a vías de comunicación (carreteras, vías férreas, caminos, etc.).
- Se evitará el trazado por cumbres o lomas en zonas de relieve accidentado.
- Se evitarán los desmontes y la roturación de la cubierta vegetal en la construcción de los caminos de acceso a la línea, utilizando accesos existentes.
- Se retirarán los elementos sobrantes en la construcción
- Se evitará el arrastre de materiales sueltos a cursos de aguas superficiales durante los movimientos de tierras.
- Se adecuará la ubicación del apoyo al terreno, utilizando patas de longitud variable.

7. PLANOS

- Emplazamiento.
- Red Natura 2000.
- Apoyos tipo. Geometría y cimentaciones.
- Cadenas de aislamiento conductor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

Poligonal PFV

Ruta de acceso

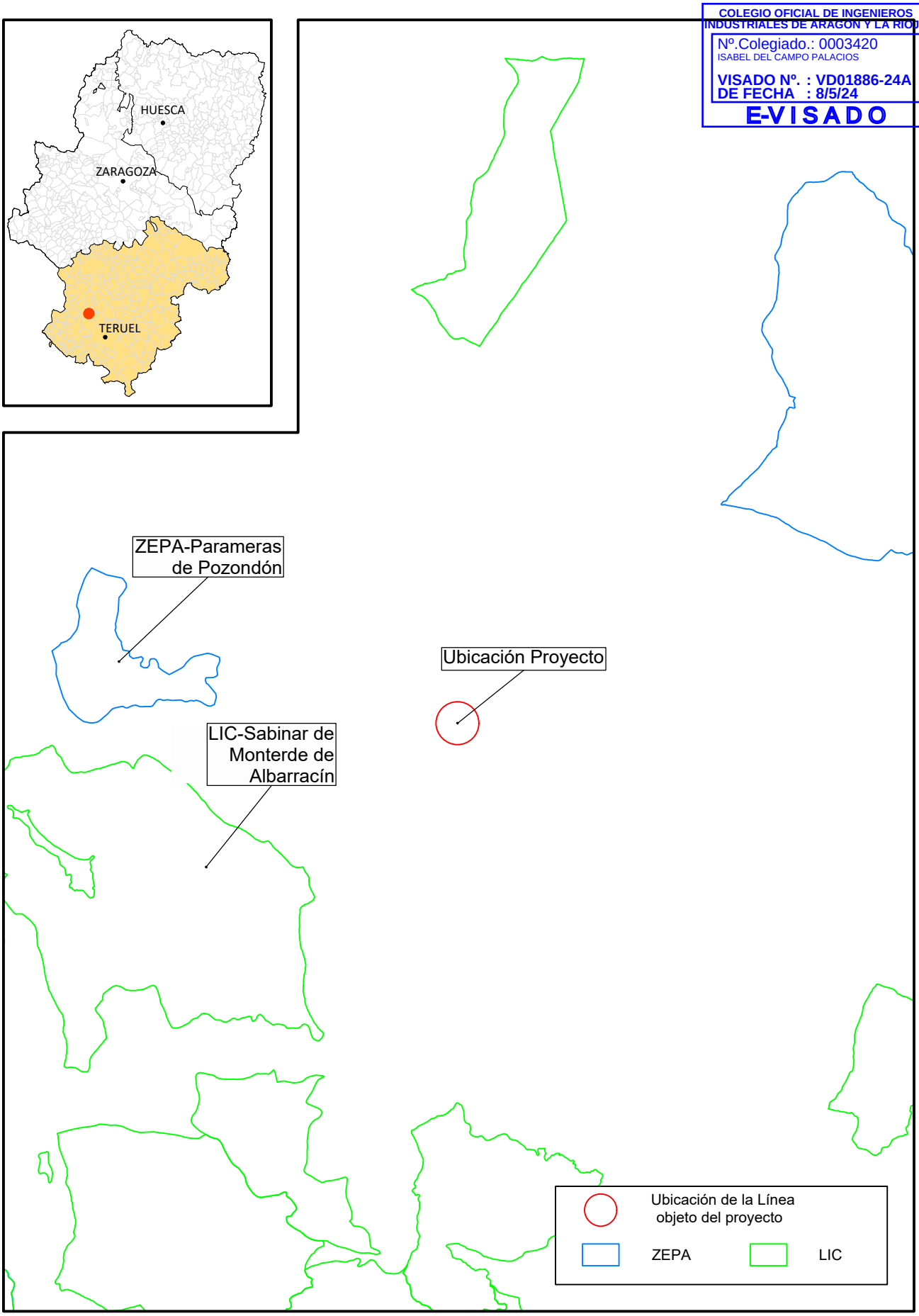
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
TÍTULO: EMPLAZAMIENTO	PLANO N: 2	HOJA:	ESCALA: 1: 25.000

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

TALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL

PROYECTO
PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

TÍTULO
RED NATURA 2000

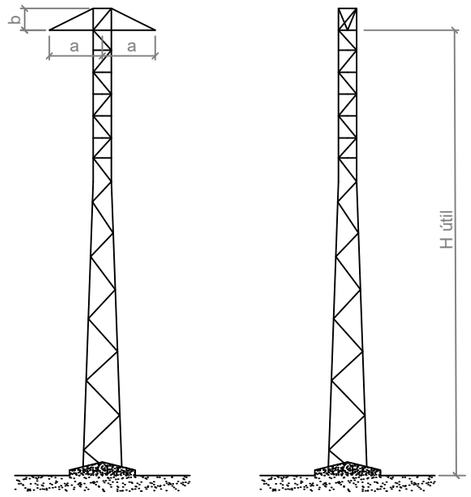
	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
	NOMBRE	FVO	APS
	PLANO N	HOJA	ESCALA
	3		1: 250.000

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

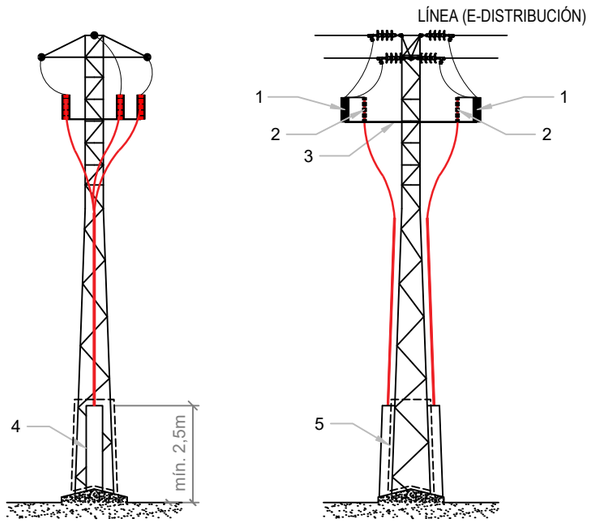
SERIE C-T



Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Apoyo	Altura Útil (m)	Armado T/B - Crucetas (m)		Código armado	Peso apoyo (kg)
					"a"	"b"		
20	AL-ANC	T	C-2000-12	9,44	1,75	0,6	TR	579

La representación de los apoyos es esquemática; no presupone dimensiones ni número de elementos

DETALLE DISPOSICIÓN APARAMENTA APOYO (PAS)

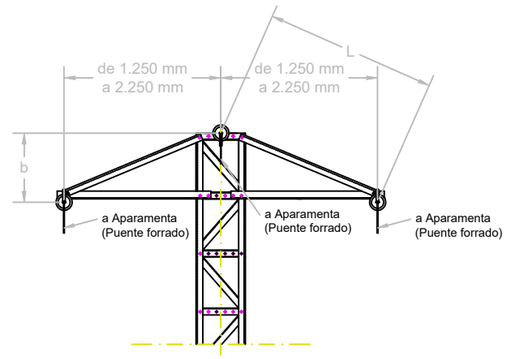


* Todos los puentes forrados

APARAMENTA

① PARARRAYOS AUTOVÁLVULA
② TERMINAL CABLE AISLADO
③ PLATAFORMA APARAMENTA
④ PROTECCIÓN BAJADA CONV. A/S
⑤ CHAPA ANTIESCALO

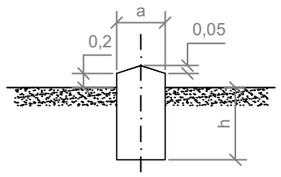
DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE CONDUCTORES APOYOS TIPO C - ARMADO T, U ≤ 25 kV



TR	1.750 mm

ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA		DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD
	b	L	
TR	600 mm	1.850 mm	L > 1.500 mm

CIMENTACIÓN MONOBLOQUE



Número apoyo	Apoyo	Tipo terreno	Tipo cimentación	Dimensiones (m)		V (Exc.) (m³)	V (Horm.) (m³)
				a	h		
20	C-2000-12	Normal	Monobloque	0,97	1,96	1,84	2,03

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa HM-20/B/20/I, de una dosificación de 200 Kg/m³ y una resistencia mecánica de 200 Kg/m², del tipo monobloque o fraccionada en cuatro macizos independientes (según proyecto).
Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en "punta de diamante" para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
	PLANO N	HOJA	ESCALA
TÍTULO: APOYO TIPO. GEOMETRÍA Y CIMENTACIONES	19		S/E

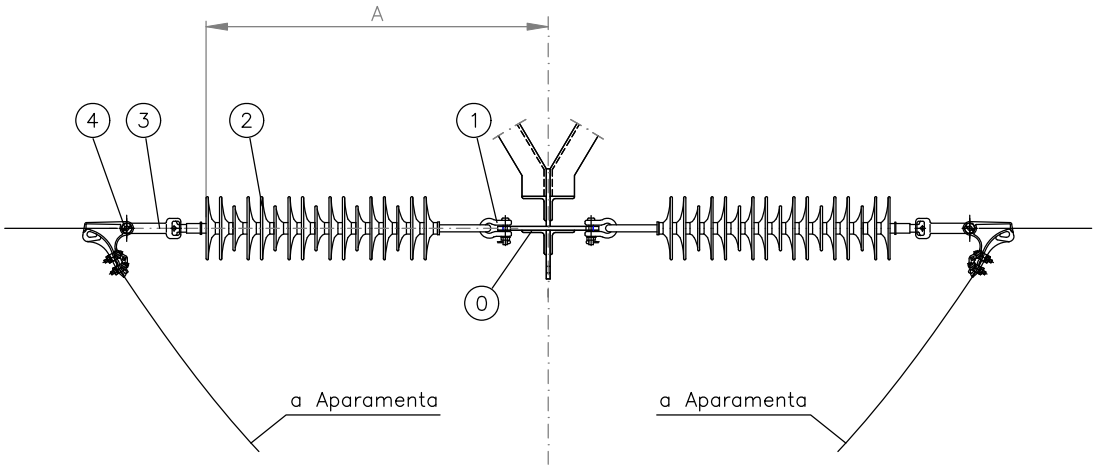
Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA DE AMARRE TIPO GA



MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN	LONGITUD
4	1	GRAPA DE AMARRE	135 mm
3	1	RÓTULA LARGA R16P	140 mm
2	1	AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB170/1150	1.150 mm
1	1	GRILLETE NORMAL GN	65 mm
0	–	CARTELA	60 mm

A = 1.275 mm

FORMACIÓN CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD*
AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB170/1150	A = 1.275 mm	> 700 mm

FORMACIÓN CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD (ENP)*
AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB170/1150	A = 1.275 mm	> 1.000 mm

(*) Distancia entre zona de posada y punto en tensión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
TÍTULO: CADENAS DE AISLAMIENTO CONDUCTOR	PLANO N 20	HOJA	ESCALA S/E

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 3: PLANOS

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

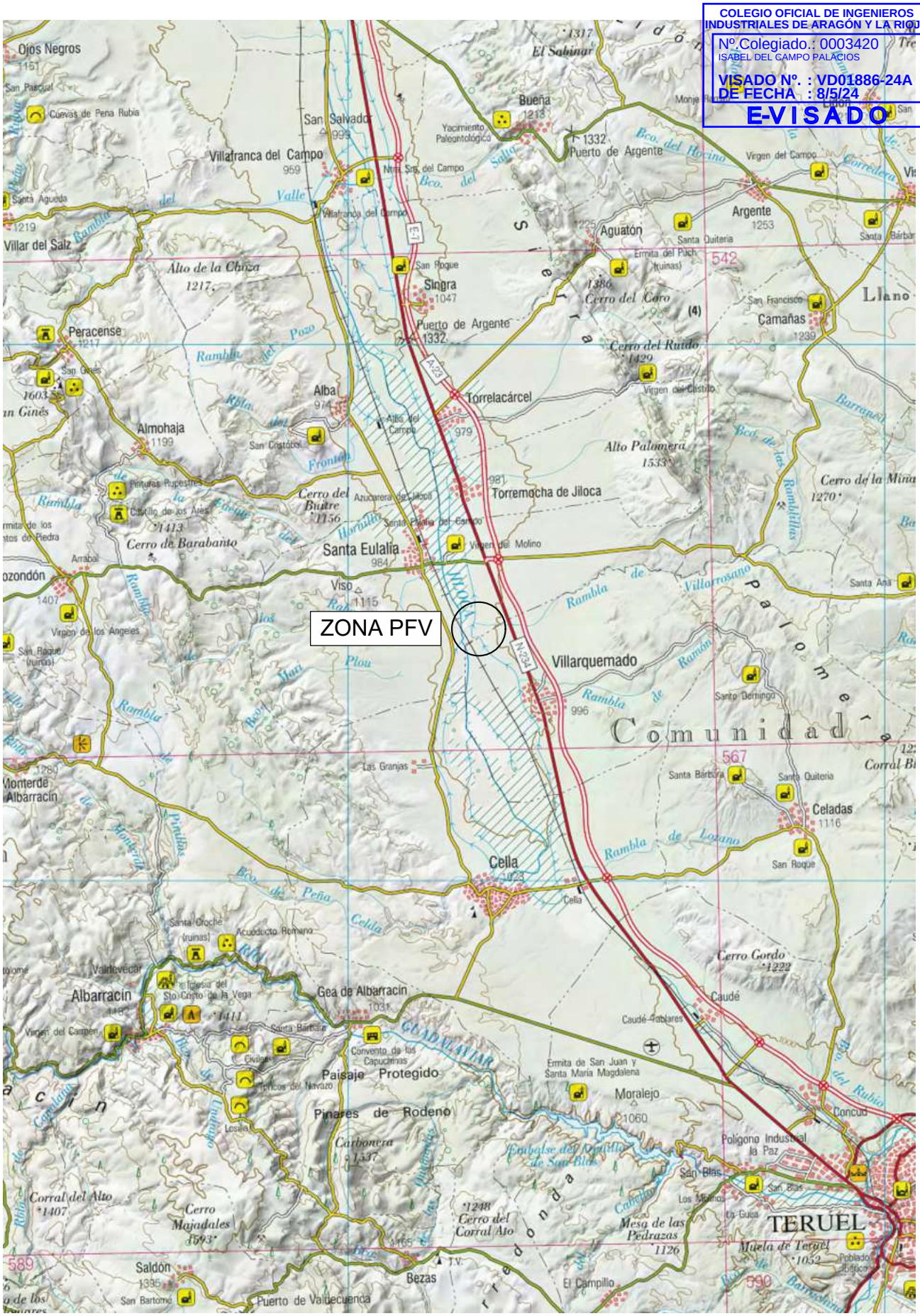
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. Situación
2. Emplazamiento
3. Planta general
4. Ortofoto
5. Trazado de caminos
6. Sección tipo viales
7. Sección tipo zanjas
8. Parcelario
9. Afecciones
10. Unifilares
11. Seguidor fotovoltaico
12. Puesta a tierra PFV
13. Edificio centro de seccionamiento
14. Puesta a tierra edificio de seccionamiento
15. Edificio del centro de transformación
16. Vallado
17. Centro de control y mantenimiento
18. Planta perfil
19. Apoyo tipo. Geometría y cimentaciones
20. Cadenas de aislamiento conductor
21. Puesta a tierra de apoyos
22. Placa de señalización

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO


ZONA PFV
Ojos Negros
Villafranca del Campo
Villar del Salz
Peracense
Almohaja
Alba
Torrelacárcel
Singra
Puerto de Argente
Aguatón
Argente
Camañas
Llano
Alto de la Cheza
Cerro del Buitre
Cerro de Barabanto
Santa Eulalia
Viso
Torremocha de Jiloca
Alto Palomera
Villarquemado
Comunidad
Celadas
Cella
Albarracín
Gea de Albarracín
Caudé
Moralejo
Pinares de Rodeno
Paisaje Protegido
Carbonera
Cerro Majadales
Corral del Alto
Cerro del Corral Alto
Mesa de las Pedrazas
Muela de Teruel
TERUEL
Polígono Industrial la Paz
Saldón
Bezas
Puerto de Valdecuenca
El Campillo
Monterde Albarracín
Cerro Gordo
Cerro del Ruido
Cerro del Coro
Alto Palomera
Cerro de la Mina
Rambla de Villarquemado
Rambla de Losano
Rambla de Santa Eulalia
Barranco de las Ramblillas
Barranco de Valdelinares
Barranco de Valdecuenca
Barranco de Valdeconejos
Barranco de Valdeconejos
Barranco de Valdeconejos

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

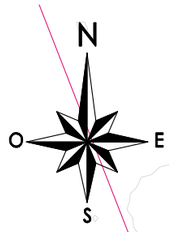
Poligonal PFV

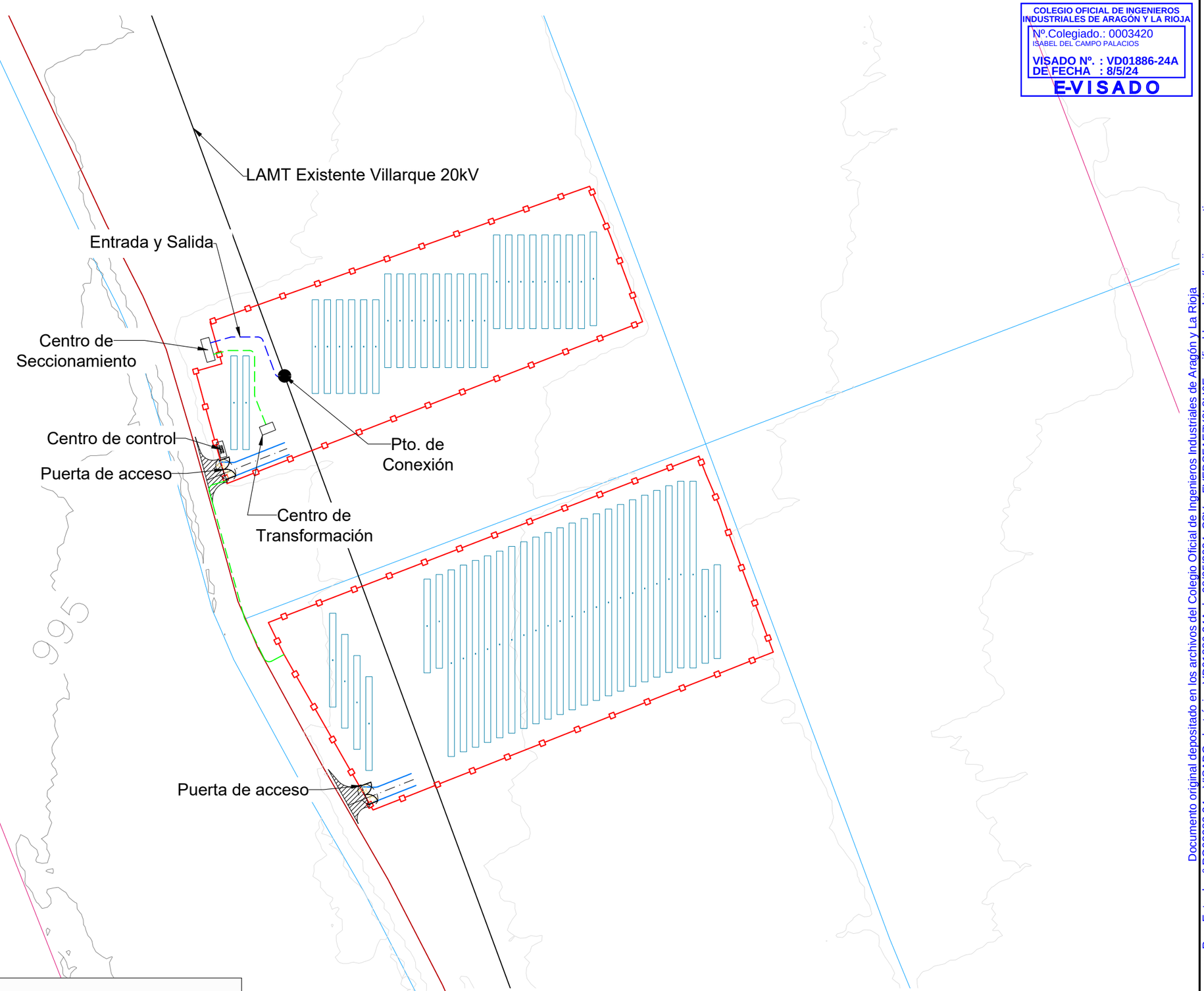
Ruta de acceso

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa ATALAYA GENERACIÓN
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N 2	HOJA	ESCALA 1: 25.000	
TÍTULO EMPLAZAMIENTO				

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



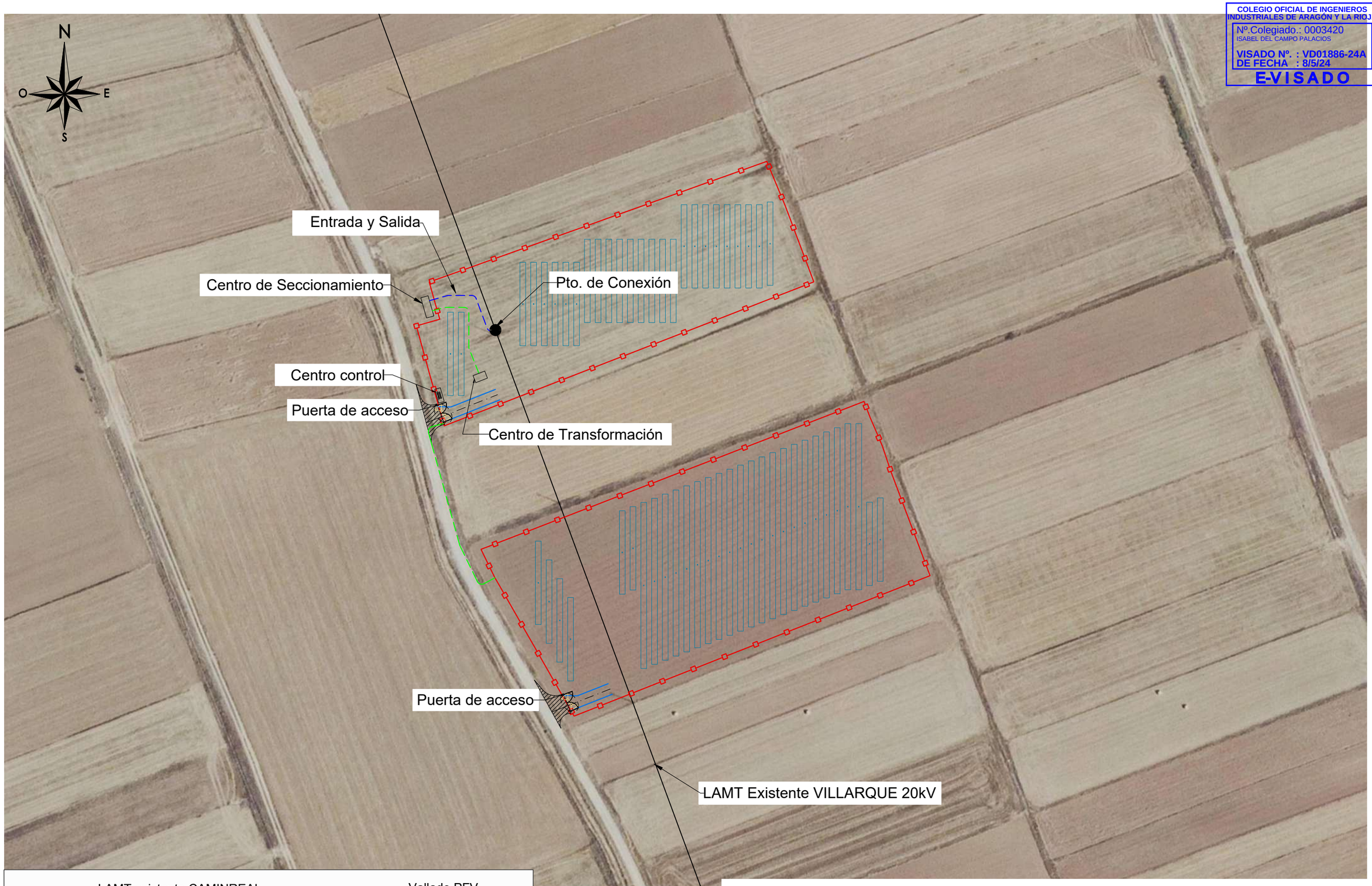


LAMT existente VILLARQUE 20kV
Zanjas
Seguidor con módulos fotovoltaicos
Centro de Transformación / Secto.
Obra de drenaje
Vallado PFV
LSMT E-S
Puerta de acceso
Viales interiores
Adecuación acceso

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO PLANTA GENERAL	3		1 : 1.500	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



LAMT existente CAMINREAL
Zanjas
Seguidor con módulos fotovoltaicos
Centro de Transformación
Obra de drenaje
Vallado PFV
LSMT E-S
Puerta de acceso
Viales interiores
Adecuación acceso

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS
	PLANO N: 4	HOJA	ESCALA: 1 : 1.500
TÍTULO: ORTOFOTO			

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Eje Adecuación 1

0+000

0+000

0+006.957

Eje 1

0+025.115

LAMT Existente VILLARQUE 20kV

0+018.922

0+000

0+007.276

0+000

Eje 2

Eje Adecuación 2

995

- Obra de drenaje
- Vallado PFV
- Puerta de acceso
- Desmonte / terraplén
- Viales interiores

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS
	PLANO Nº 5	HOJA	ESCALA 1 : 1.000
TÍTULO: TRAZADO DE CAMINOS			

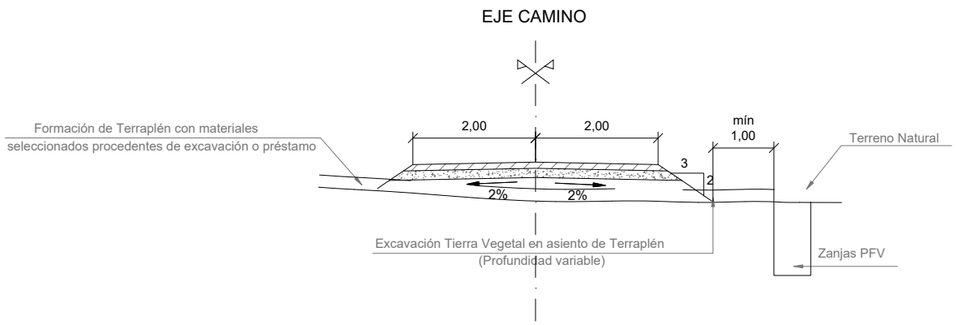
Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

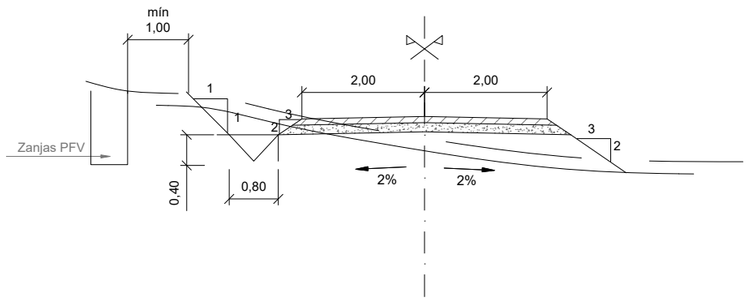
ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

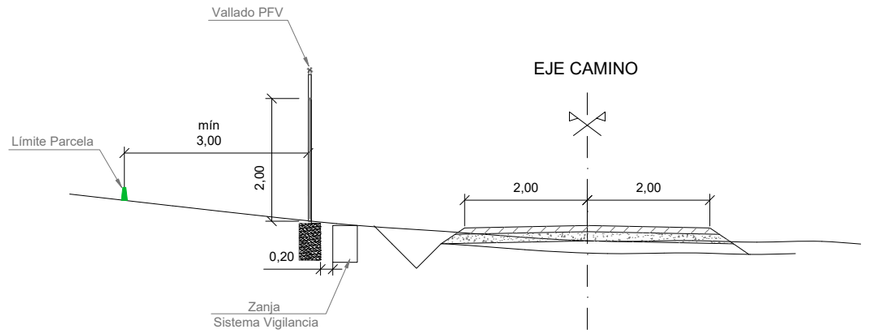
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

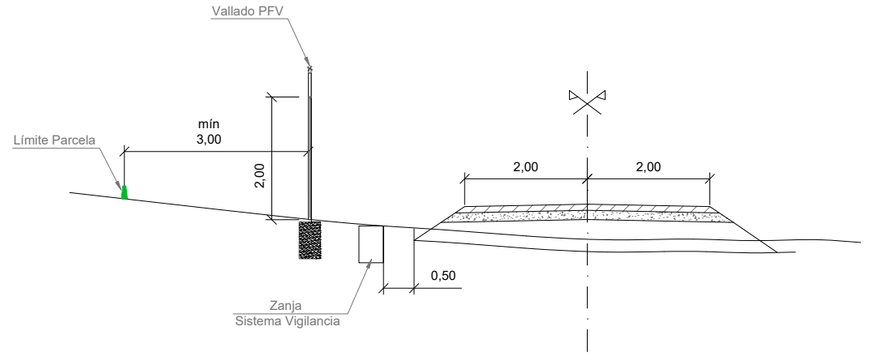
VIALES INTERIORES





VIALES PERIMETRALES





FIRMES

Base

Subbase

Notas:

Los viales de acceso tendrán una anchura de 4 m.
La sección de firme formada por dos capas (base 0.10 m y subbase 0.15 m).
La profundidad de excavación en tierra vegetal será mínimo de 0.20 m.
La formación del terraplén será con material seleccionado procedente de excavación o préstamo.
Cotas en metros.

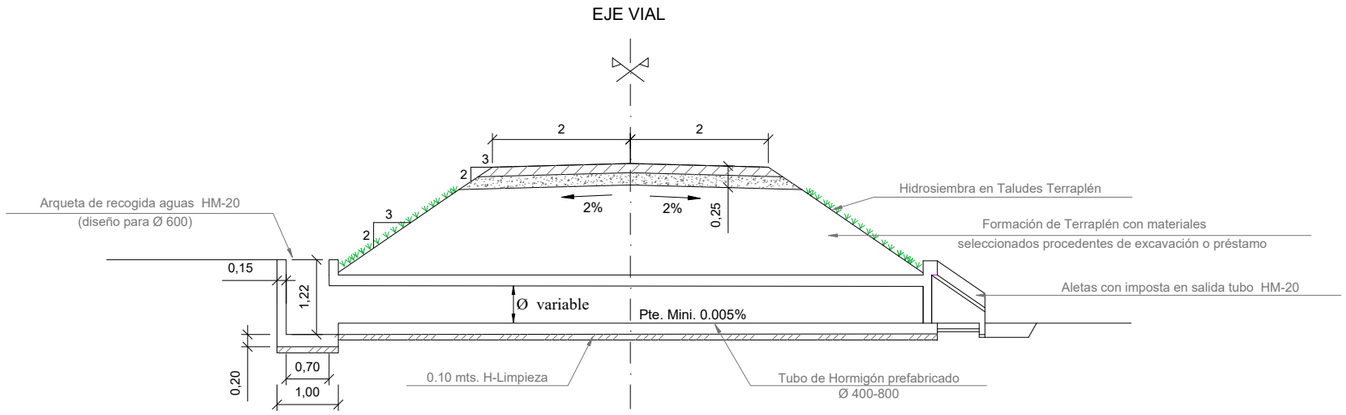
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO SECCIÓN TIPO: VIALES	6	1	1 : 100	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

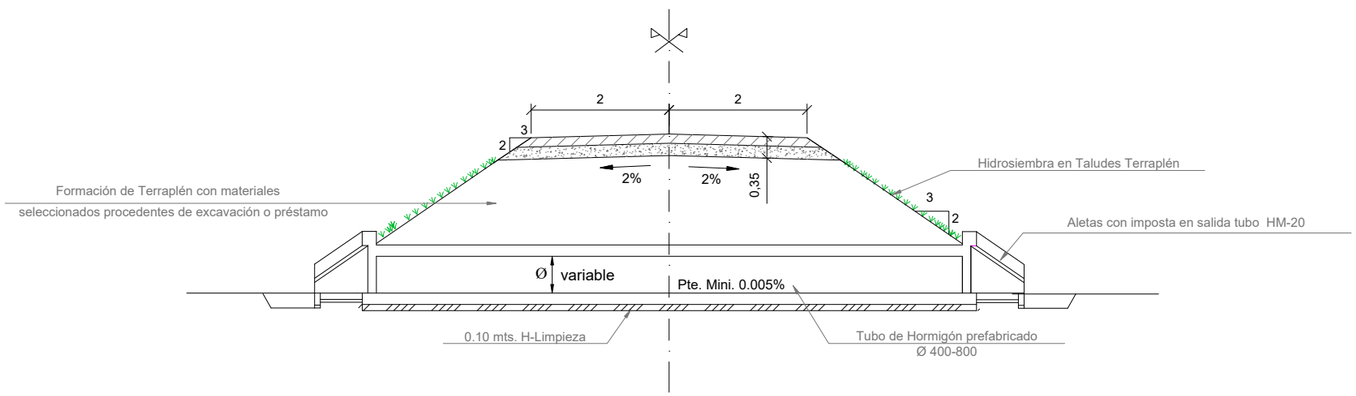
SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)

ARQUETA-ALETAS



SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)

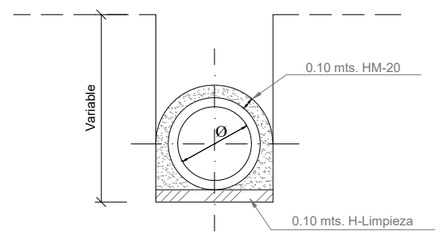
ALETAS-ALETAS



OBRA DE DRENAJE

(SECCIÓN TRANSVERSAL)

E: 1/50



FIRMES

Base (0.10 mts.)

Subbase (0.15 mts.)

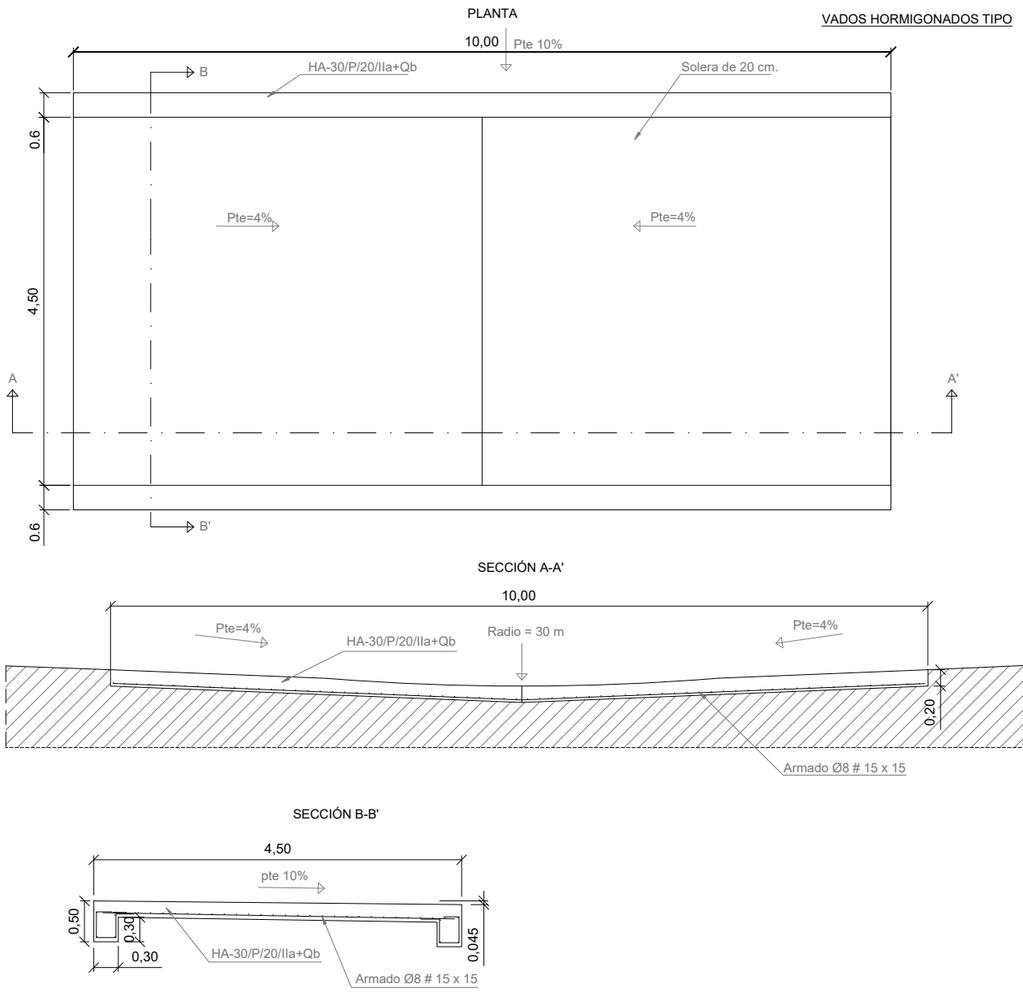
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES				
TIPOS DE HORMIGÓN	ÁRIDOS A UTILIZAR		CEMENTO	CONSISTENCIA
	TIPO DE ÁRDIO	GRANULO MÁX.	DESIGNACIÓN art. 37.3.2 EHE	ASIENTO CONO ABRAMS UNE 7.103
HM-20/P/40/IIa (en limpieza y elementos Arquetas)	RODADO	40 mm	CEM II/A-V42.5	5-8 cm

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO SECCIÓN TIPO: VIAL TERRAPLÉN + DRENAJE	6	2	1 : 100	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

SECCIÓN TIPO VADO HORMIGONADO



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN EHE

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFIC. ELEMENTO art. 39.2 EHE	NIVEL DE CONTROL 95 EHE	COEFICIENTE PONDERACIÓN		
				Yc	Ys	Yt
HORMIGÓN	IGUAL TODA LA OBRA					
	ARQUETAS	HA-30/P/20/IIa+Qb	NORMAL	1.5		
	PILARES					
	VIGAS					
	ANCLAJES	HM-20/P/20/IIa+Qb	NORMAL	1.5		
ACERO DE ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA	B-500 S	NORMAL		1.1	
	CIMENTACIÓN Y MUROS					
	PILARES					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					
EJECUCIÓN	IGUAL TODA LA OBRA		NORMAL			1.6
	CIMENTACIÓN Y MUROS					
	PILARES					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					

NOTAS:
RESISTENCIA DEL TERRENO $\bar{\sigma}_T$ = 2 Kg/cm^2

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

TIPO DE HORMIGONES	ÁRIDO A EMPLEAR		CEMENTO	CONSISTENCIA	RESISTENCIA CARACTERISTICA ESPECIFICADA fck en KP/cm	
	TIPO DE ÁRIDO	TAMAÑO MAX.	DESIGNACIÓN 26 EHE	Art. 30.6 EHE	A LOS 7 DIAS	A LOS 28 DIAS
HA-30/P/20/IIa+Qb	RODADO	20 M/M	CEM. I 42.5/SR	PLASTI.(3-5)	225	300
HM-20/P/20/IIa+Qb	RODADO	20 M/M	CEM. I 42.5/SR	PLASTI.(3-5)	150	200

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL

PROYECTO
PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

TÍTULO
SECCIÓN TIPO: VADO HORMIGONADO

1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
NOMBRE	CLL	APS
PLANO N	HOJA	ESCALA
6	3	1 : 75

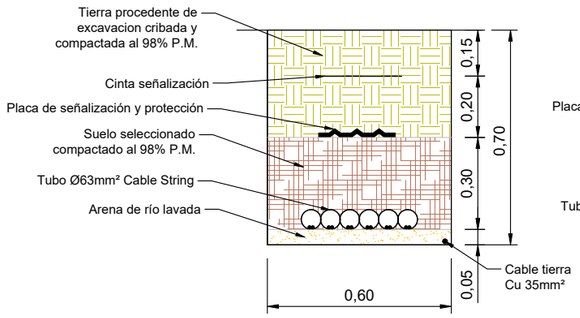
Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

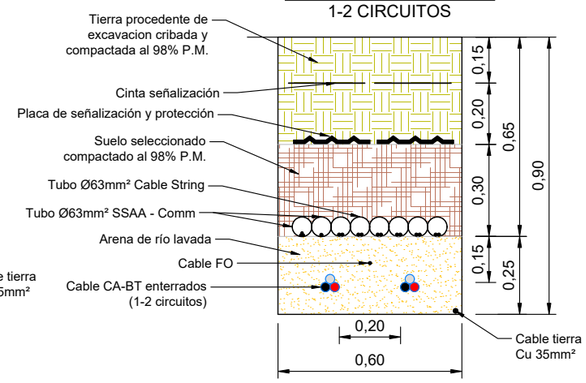
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

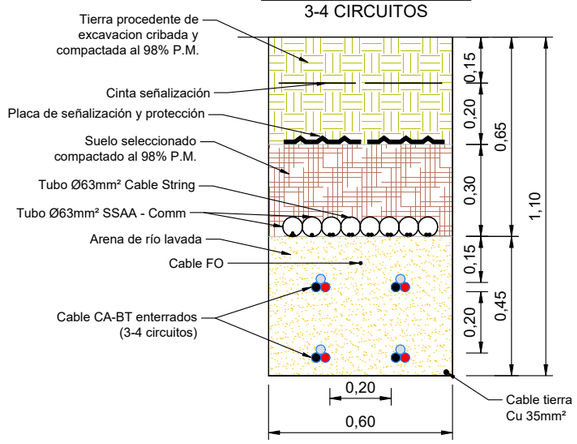
ZANJA TIPO STRING



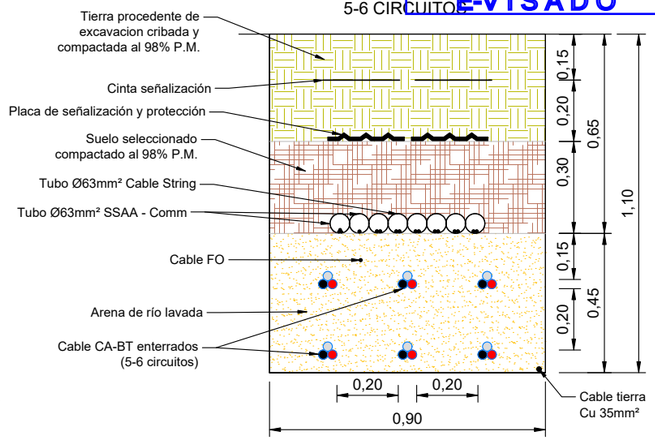
ZANJA TIPO STRING + BT
1-2 CIRCUITOS



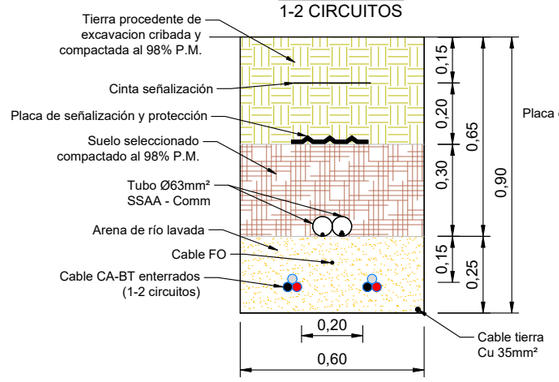
ZANJA TIPO STRING + BT
3-4 CIRCUITOS



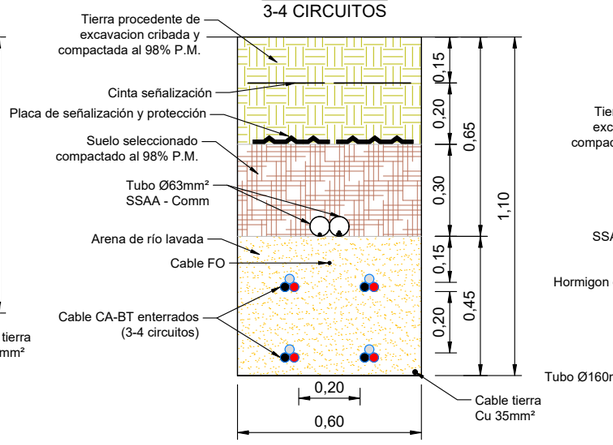
ZANJA TIPO STRING + BT
5-6 CIRCUITOS



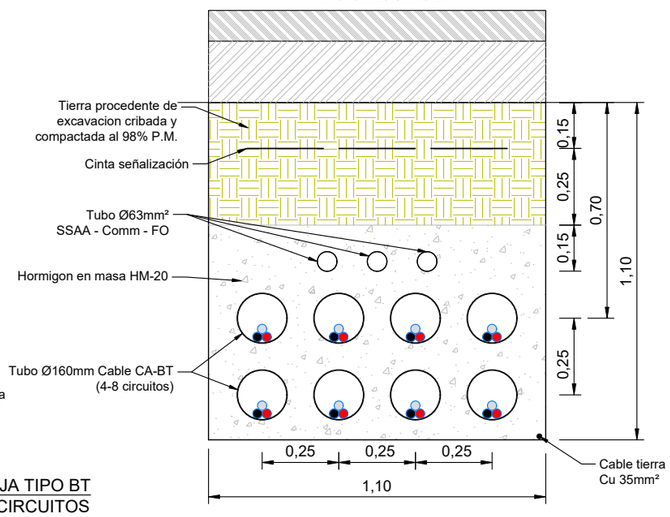
ZANJA TIPO BT
1-2 CIRCUITOS



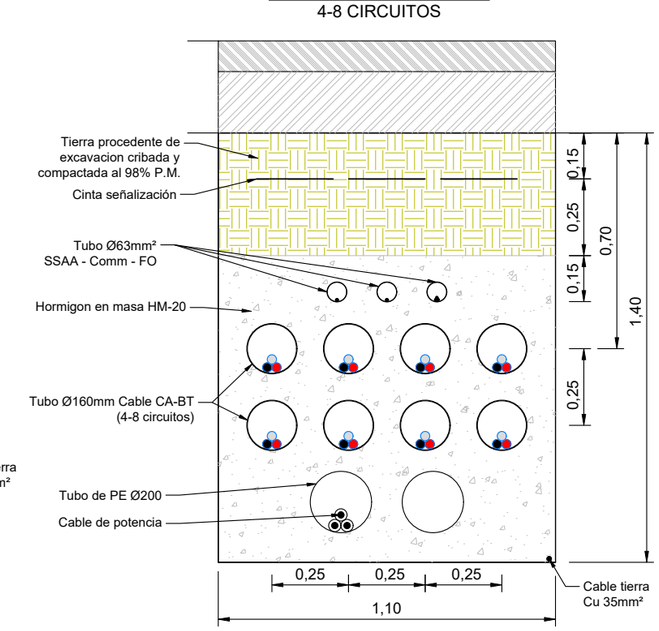
ZANJA TIPO BT
3-4 CIRCUITOS



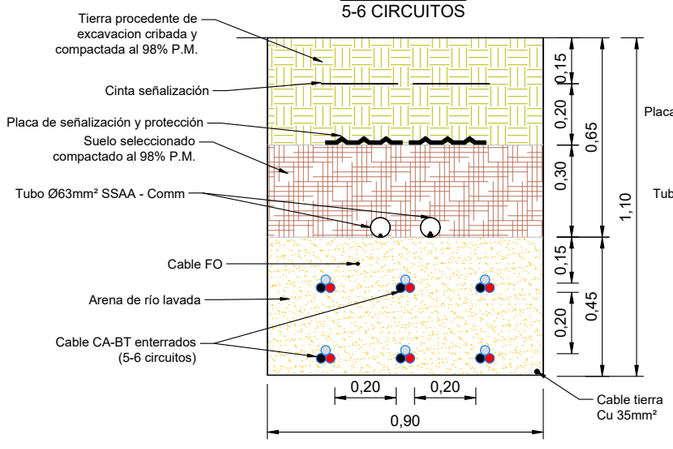
ZANJA TIPO CRUCE BT
4-8 CIRCUITOS



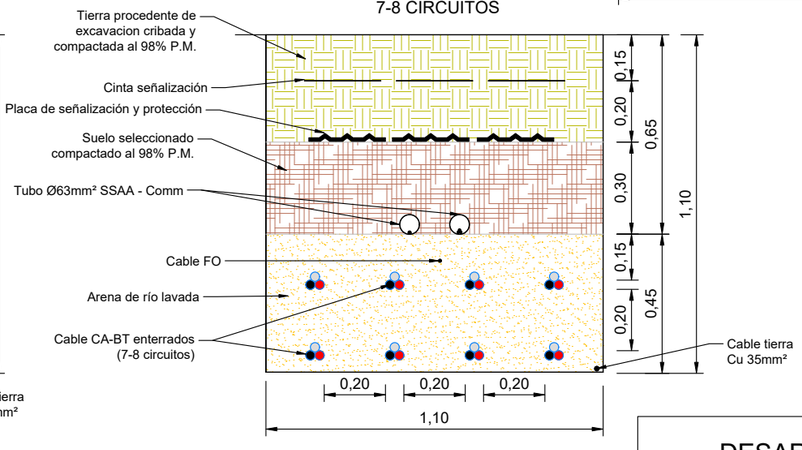
ZANJA TIPO CRUCE BT/MT
4-8 CIRCUITOS



ZANJA TIPO BT
5-6 CIRCUITOS



ZANJA TIPO BT
7-8 CIRCUITOS



DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS
	PLANO N: 7	HOJA: 1	ESCALA: 1 : 20
TÍTULO: SECCIÓN TIPO ZANJAS DE BAJA TENSIÓN			

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

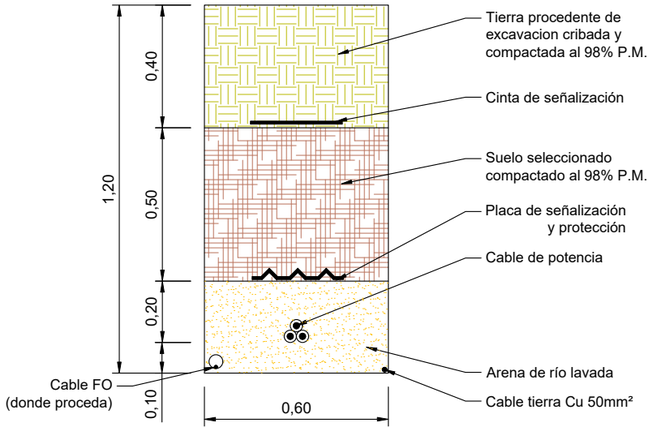
ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

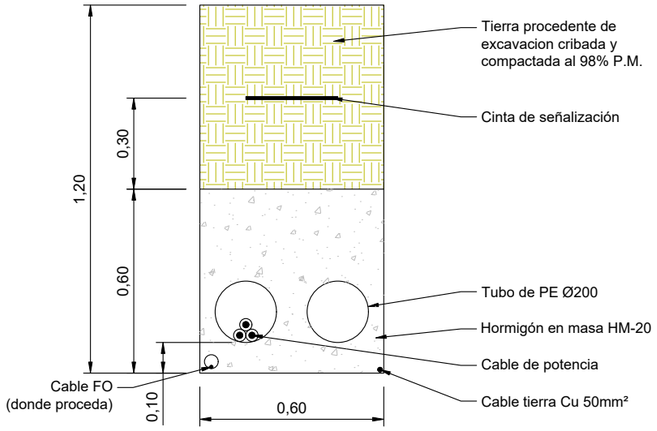
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ZANJAS PARA CANALIZACIONES DESDE PFV HASTA CENTRO DE SECCIONAMIENTO

ZANJA TIPO MT
1 CIRCUITO

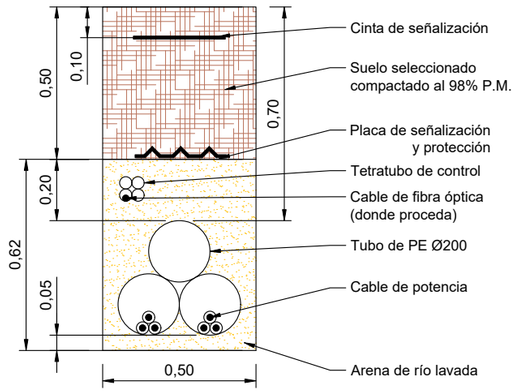


ZANJA TIPO CRUCE MT
1 CIRCUITO

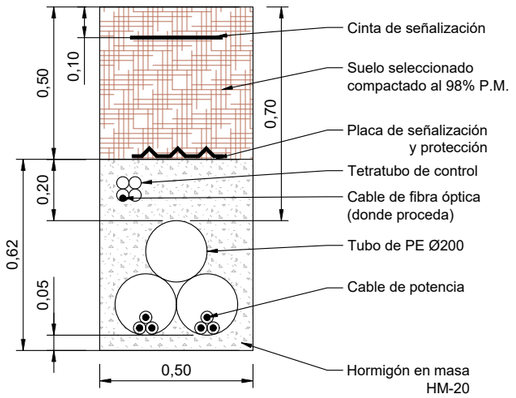


ZANJAS PARA CANALIZACIONES DE E-DISTRIBUCIÓN ENTRADA Y SALIDA A CENTRO DE SECCIONAMIENTO

ZANJA TIPO MT E-DISTRIBUCIÓN
2 CIRCUITOS



ZANJA TIPO MT E-DISTRIBUCIÓN
2 CIRCUITOS
(CRUCE)



DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO SECCIÓN TIPO ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN	7	2	1 : 20	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Longitud camino acceso
- Longitud trazado zanja
- Servidumbre acceso CS
- Superficie ocupación zanja
- Superficie servidumbre de paso zanja
- Superficie ocupación temporal
- Superficie ocupación viales
- Superficie ocupación vallado PFV
- Superficie centro de seccionamiento
- Parcelas afectadas

* Catastro T.M. Santa Eulalia del Campo, actualizados en fecha 23/06/2023, según datos de la Sede Electrónica del Catastro.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS	
	PLANO N 8	HOJA	ESCALA 1 : 2.000	
TÍTULO PARCELARIO				TALAYA GENERACIÓN

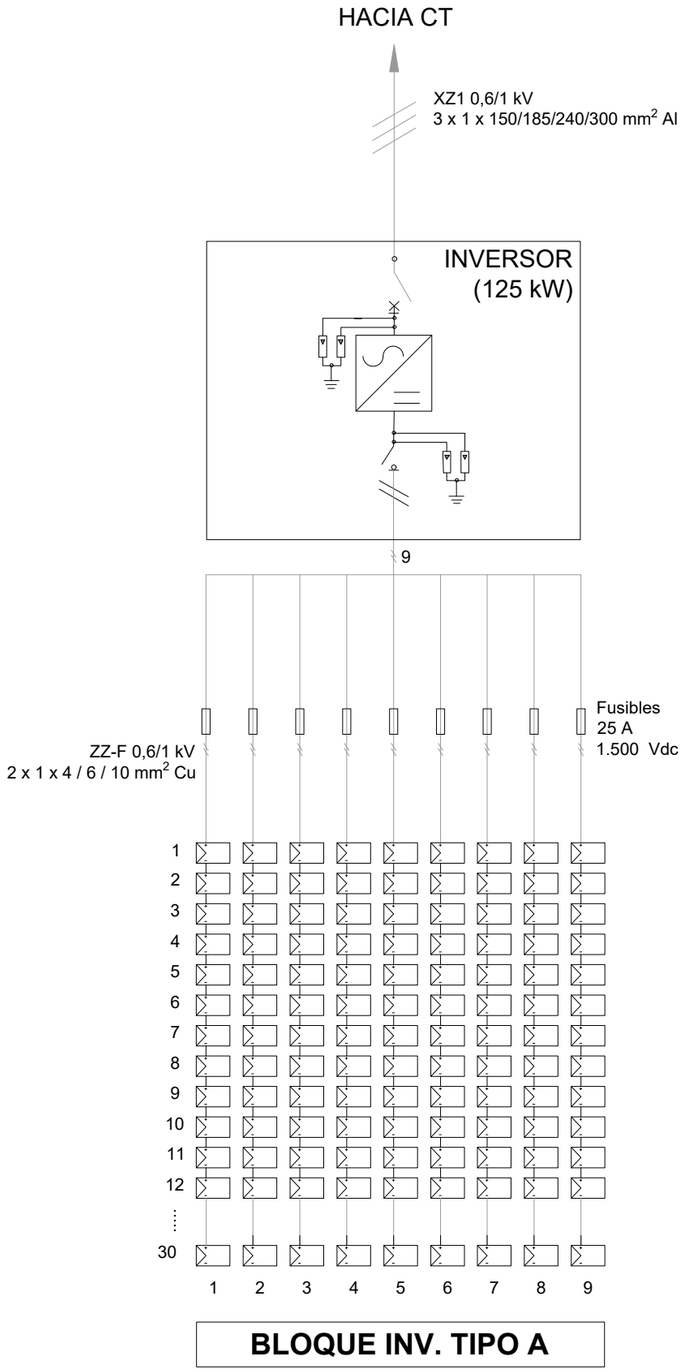
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

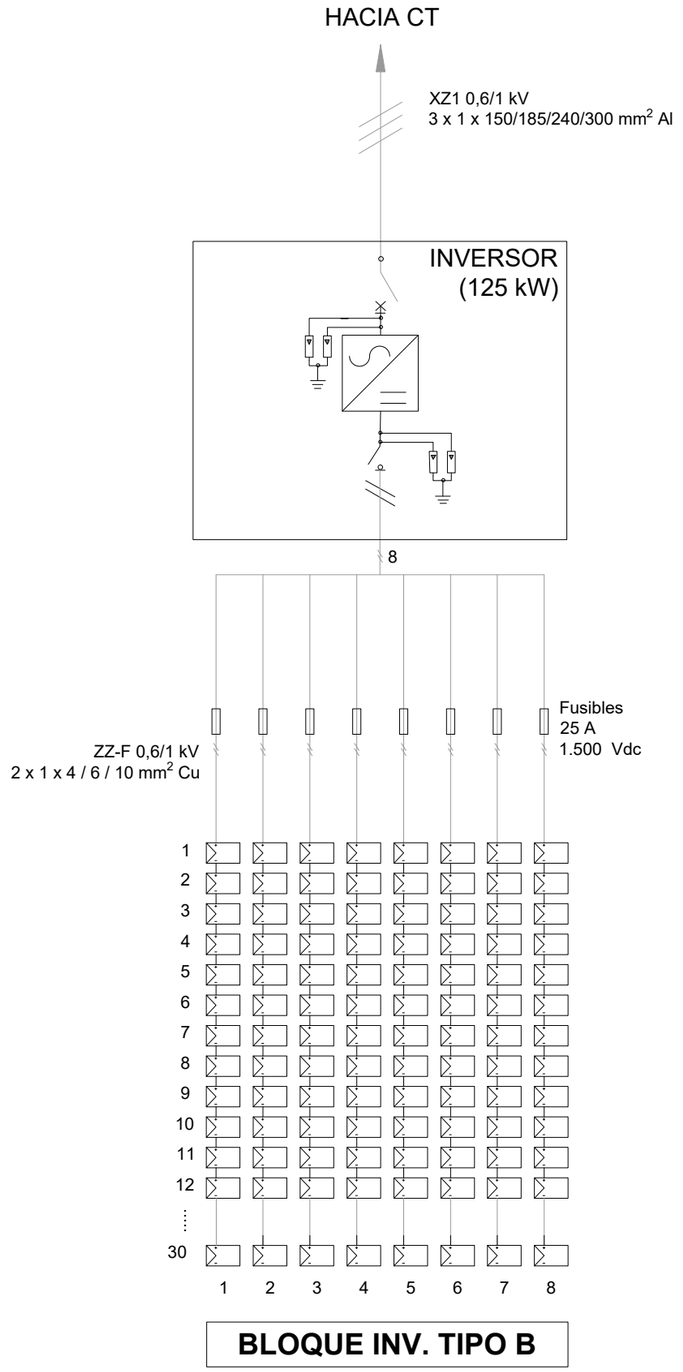
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO AFECCIONES	9		1: 1.500	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



BLOQUE INV. TIPO A



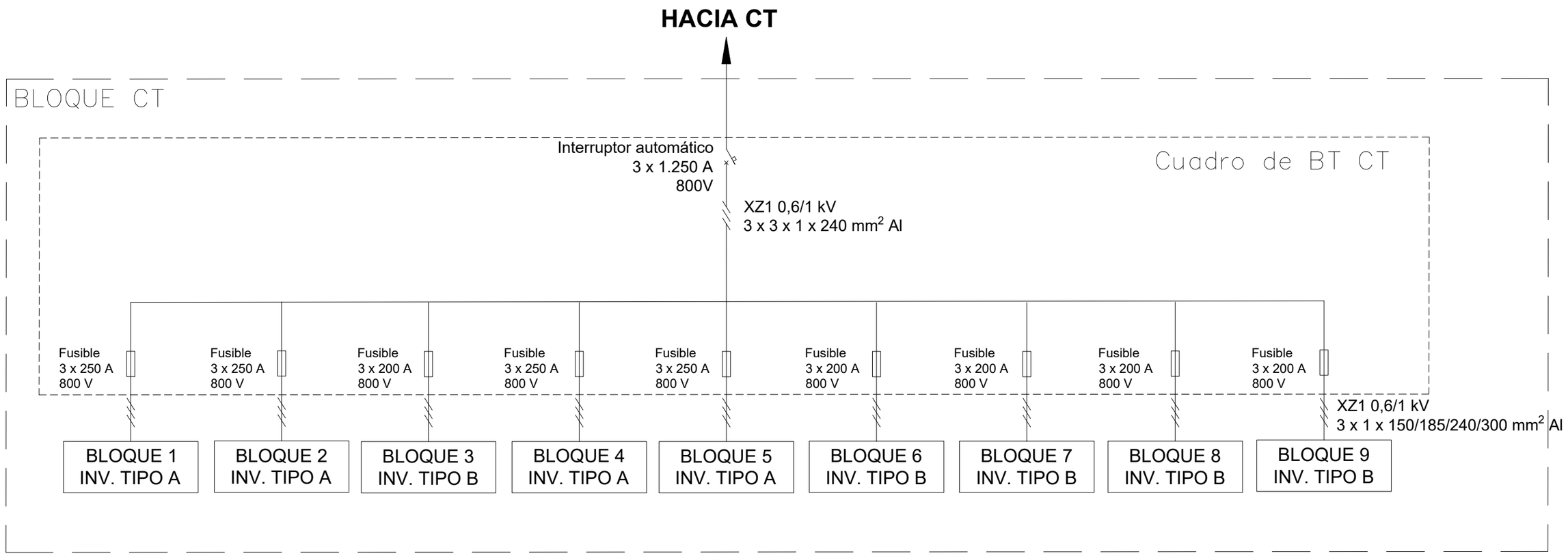
BLOQUE INV. TIPO B

Caracteristicas bloque inversor	Inv. A	Inv. B
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	270	240
Módulos en serie	30	30
Ramas en paralelo	9	8
Cable String – Inversor	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 1 x 4 / 6 / 10 Cu	
Fusible protección ramas	25A, 1.500 V	
Potencia máxima inversor (kW)	125	125
Potencia pico (kWp)	153,9	136,8
Número de bloques inversor en el PFV	4	5

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO ESQUEMA UNIFILAR BLOQUE INVERSOR	10	1	S/E	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



Bloque CT	Conf. 1
Número de bloques en el PFV	1
Módulos fotovoltaicos bifaciales 570 Wp	2.280
Módulos en serie	30
Ramas en paralelo	76
Bloques CT	4 Inv. A + 5 Inv. B
Cable Inversor - CT	XZ1 0,6/1 kV 2 x 1 x 150/185/240/300 Al
Fusibles protección CT	250, 200 A, 1.500 V
Potencia módulos fotovoltaicos (kWp)	1.299,60
Potencia inversores a 25 °C (kW)	1.125,00

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL

PROYECTO
PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

TÍTULO
ESQUEMA UNIFILAR BLOQUE CT

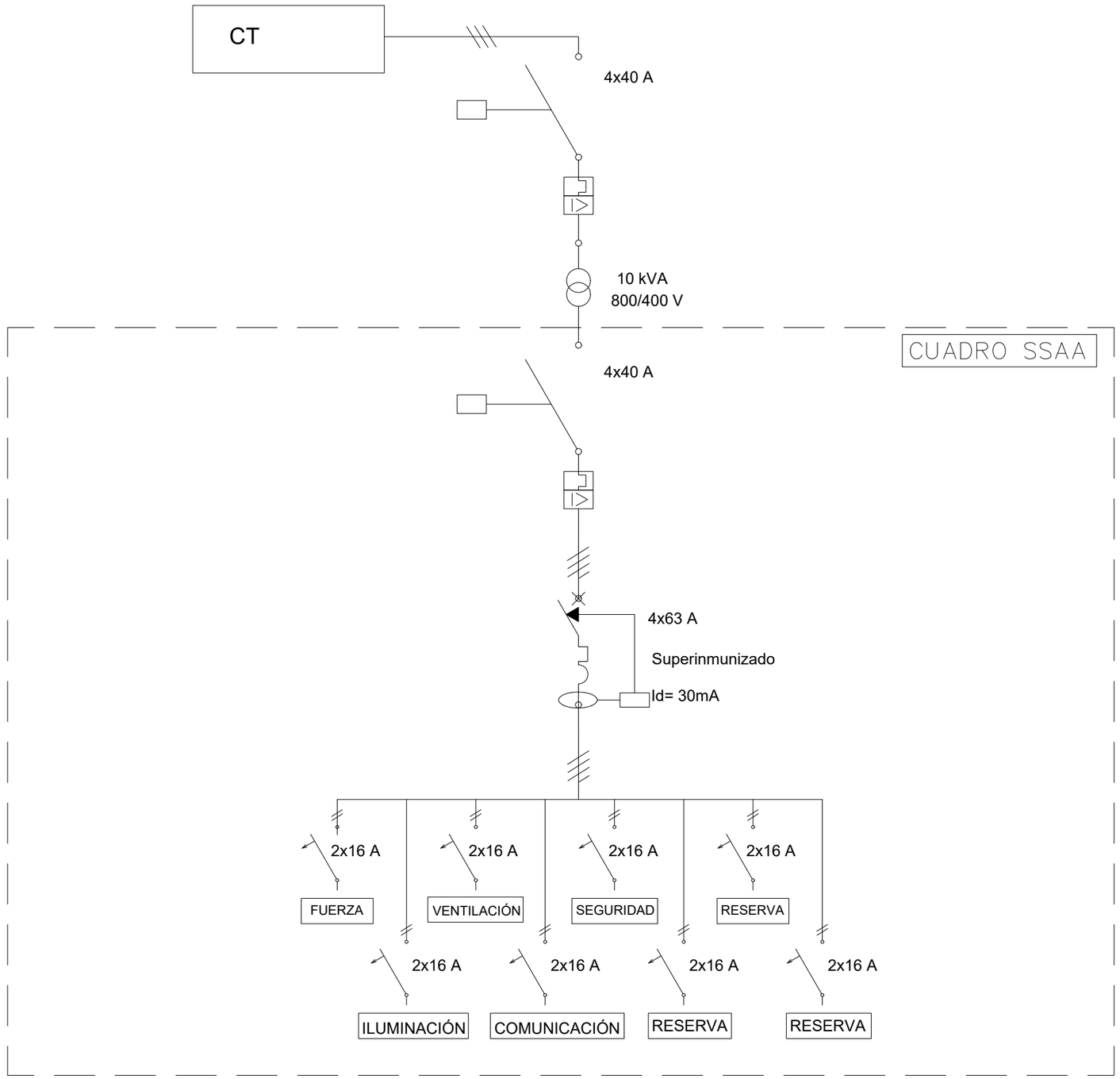
	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
	NOMBRE	CLL	APS
	PLANO N	HOJA	ESCALA
	10	2	S/E

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

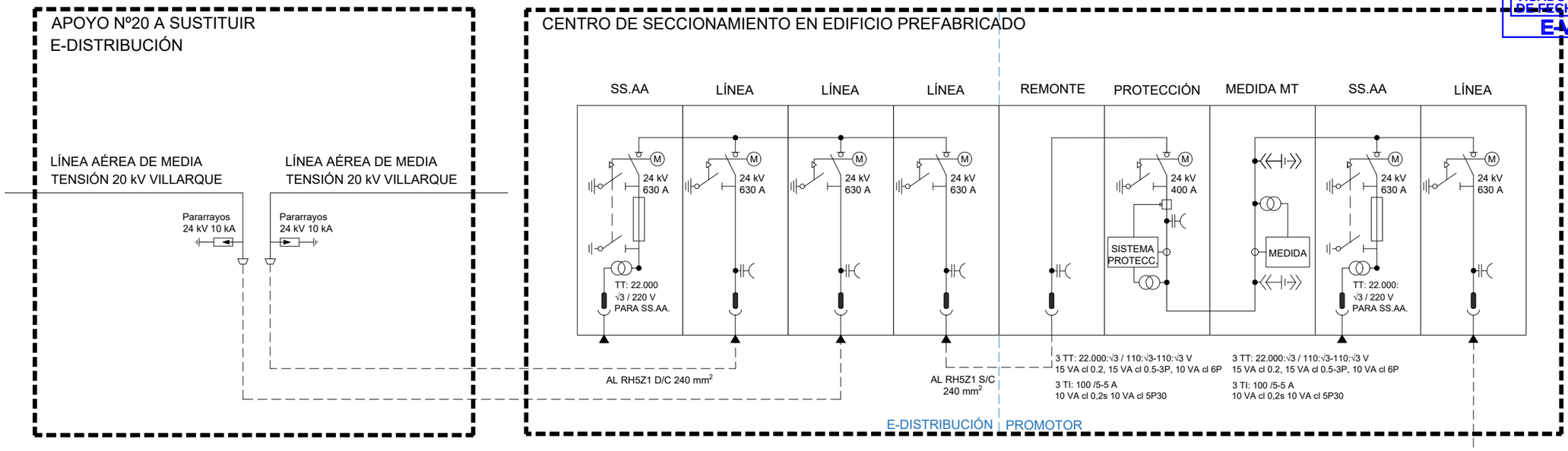
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

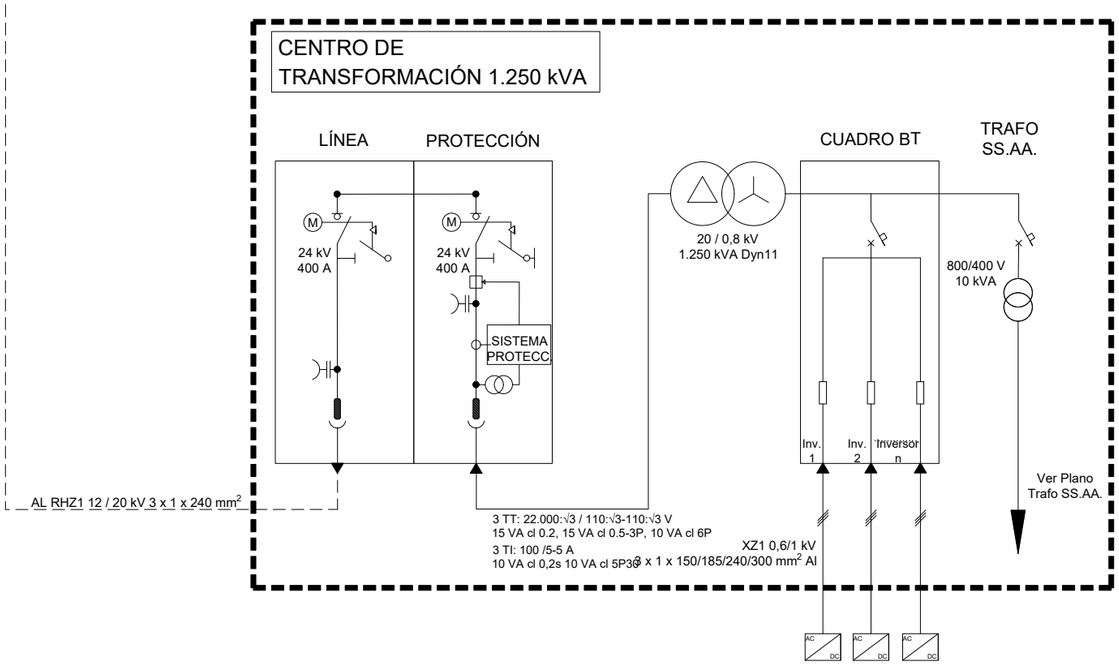


DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO ESQUEMA UNIFILAR TRAFO. SS. AA.	10	3	S/E	TALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO





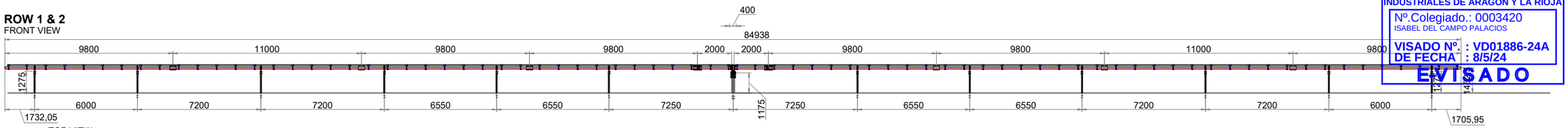
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	*1ª EMISIÓN*	*DIBUJADO*	*COMPROB.*	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	*NOMBRE*	CLL	APS	
	PLANO N 10	*HOJA* 4	*ESCALA* S/E	
TÍTULO ESQUEMA UNIFILAR EVACUACIÓN				ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

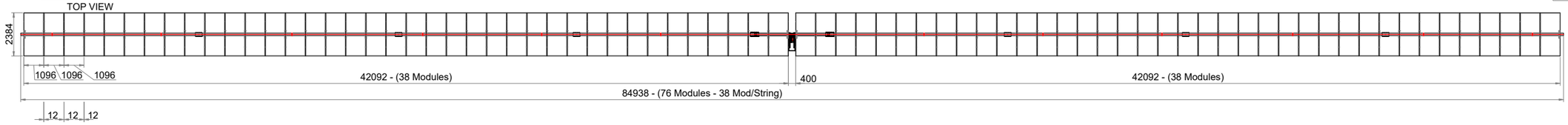
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
EVISADO

ROW 1 & 2

FRONT VIEW

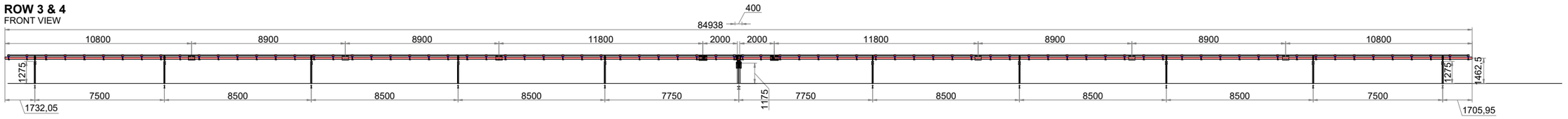


TOP VIEW

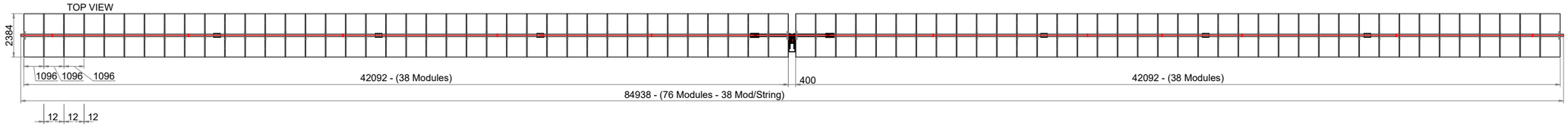


ROW 3 & 4

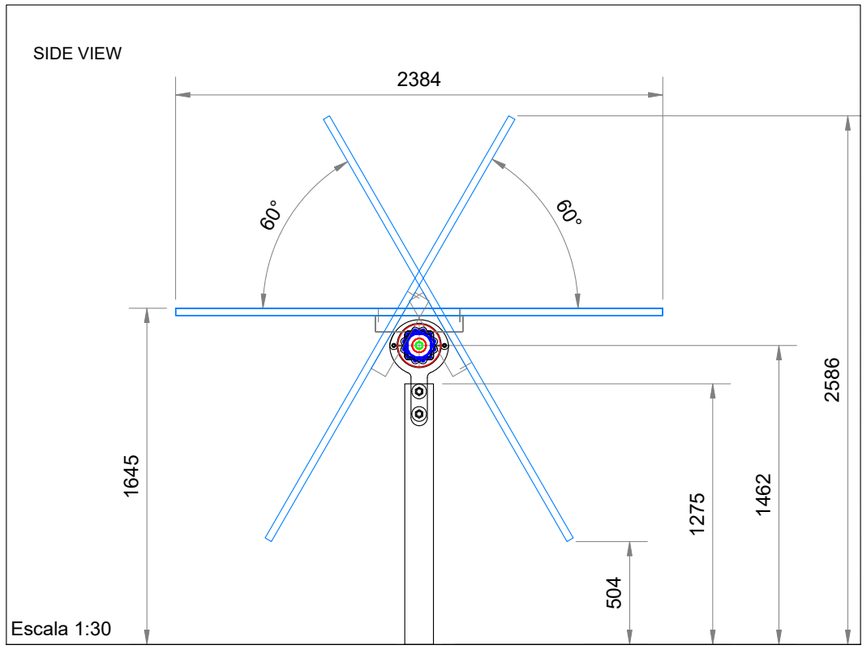
FRONT VIEW



TOP VIEW



SIDE VIEW



Escala 1:30

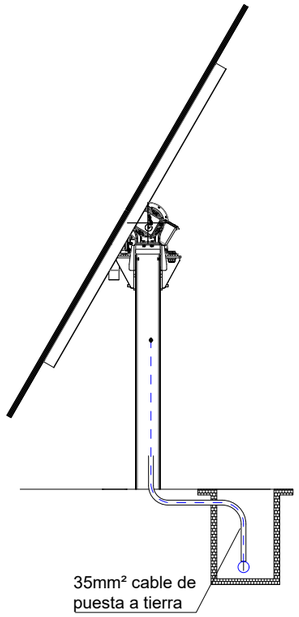
Escala 1:250

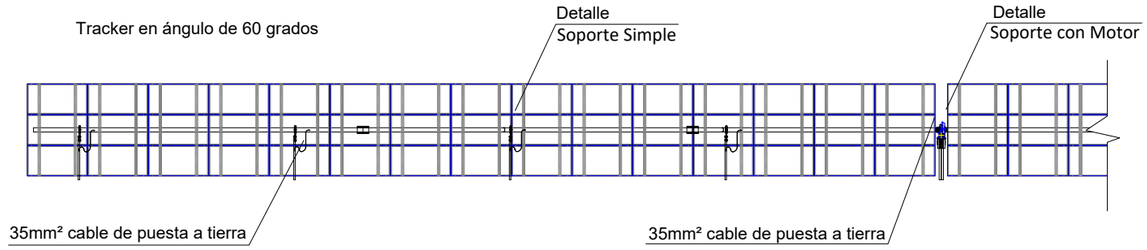
Nota: Las dimensiones del seguidor se adaptarán al número de módulos por seguidor y al tipo de módulos seleccionados.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO SEGUIDOR FOTOVOLTAICO	11		INDICADAS	

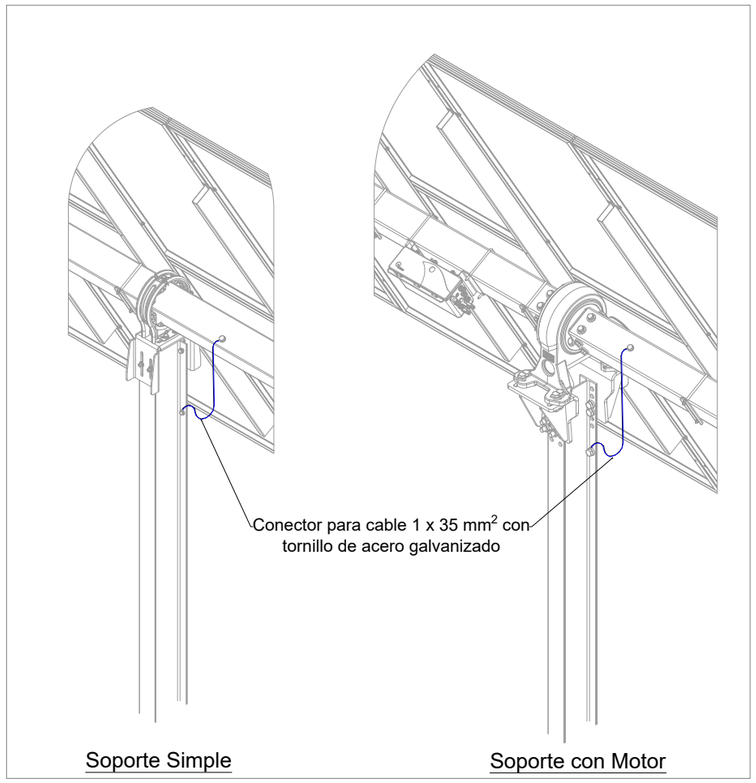
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO





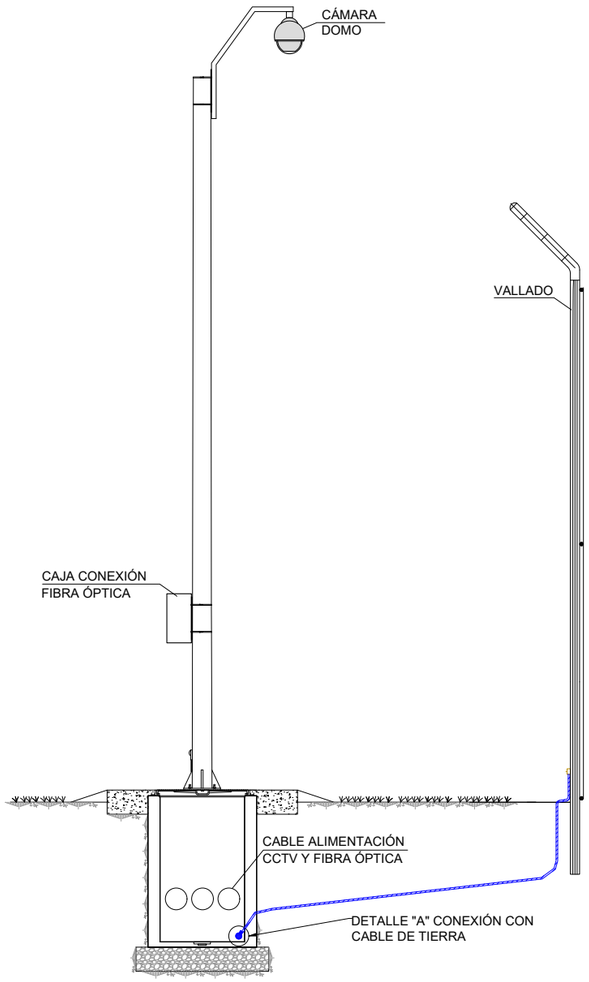
Detalle



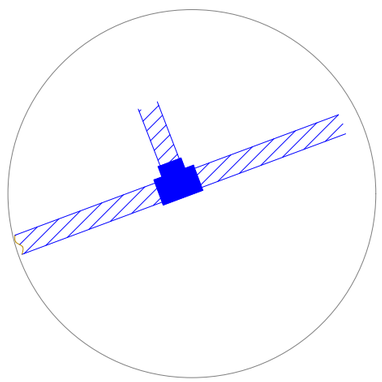
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO PUESTA A TIERRA: SEGUIDOR FOTOVOLTAICO	12	1	S/E	TALAYA GENERACIÓN

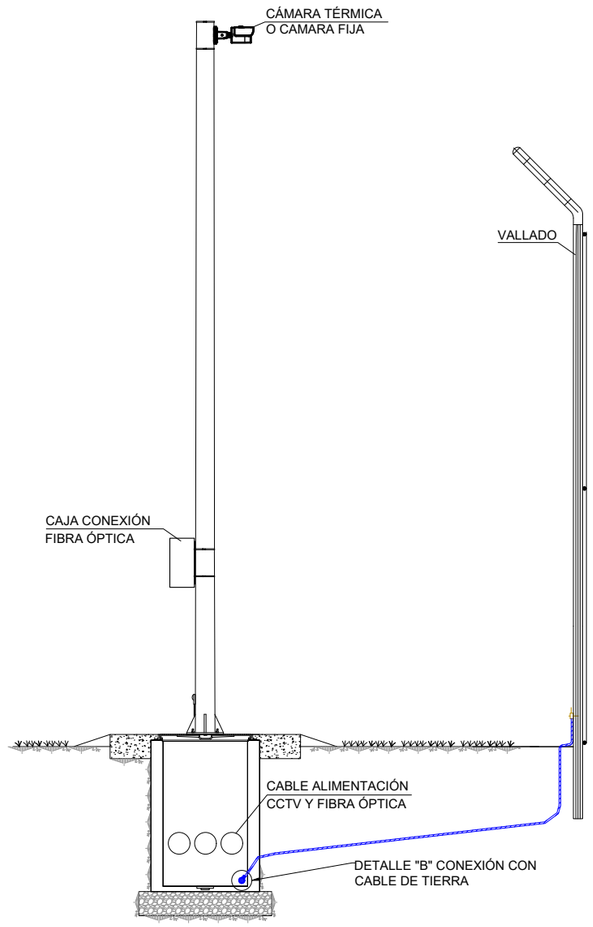
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

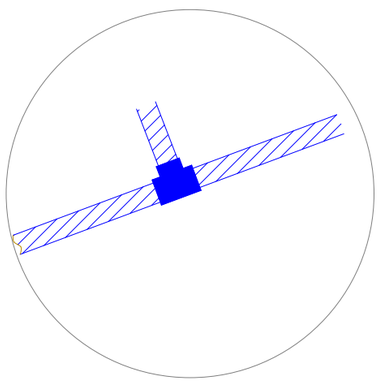


Detalle A





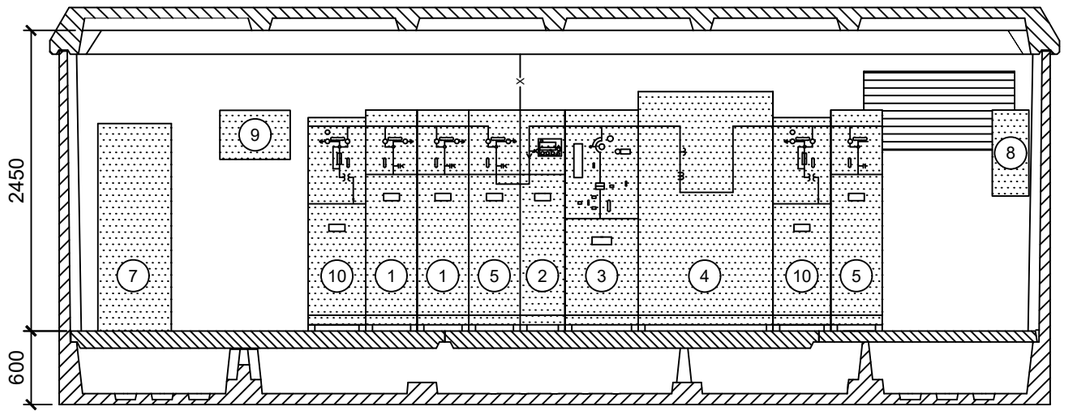
Detalle B



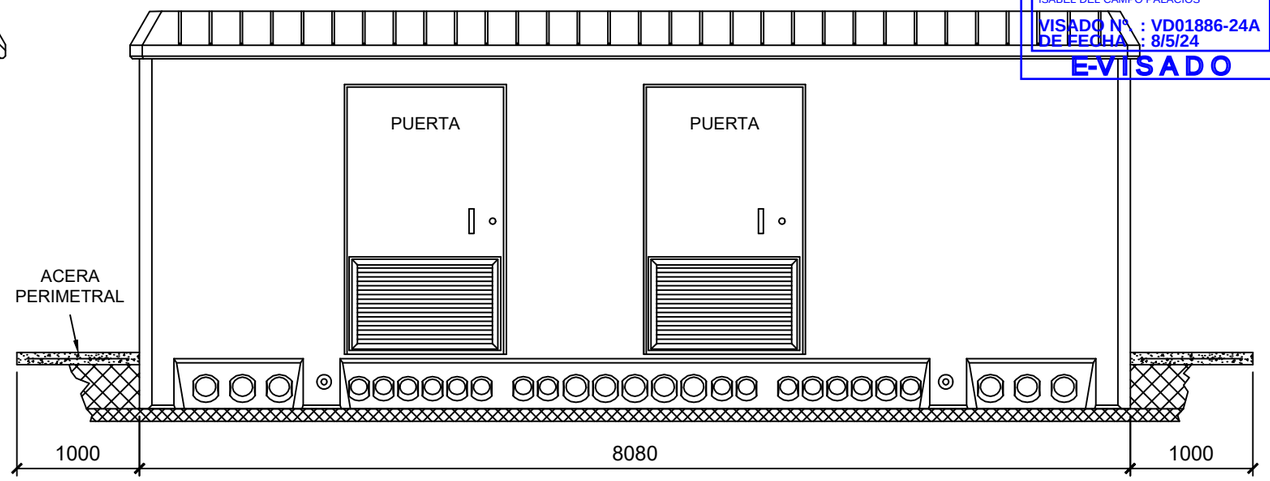
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO PUESTA A TIERRA: CCTV	12	2	S/E	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

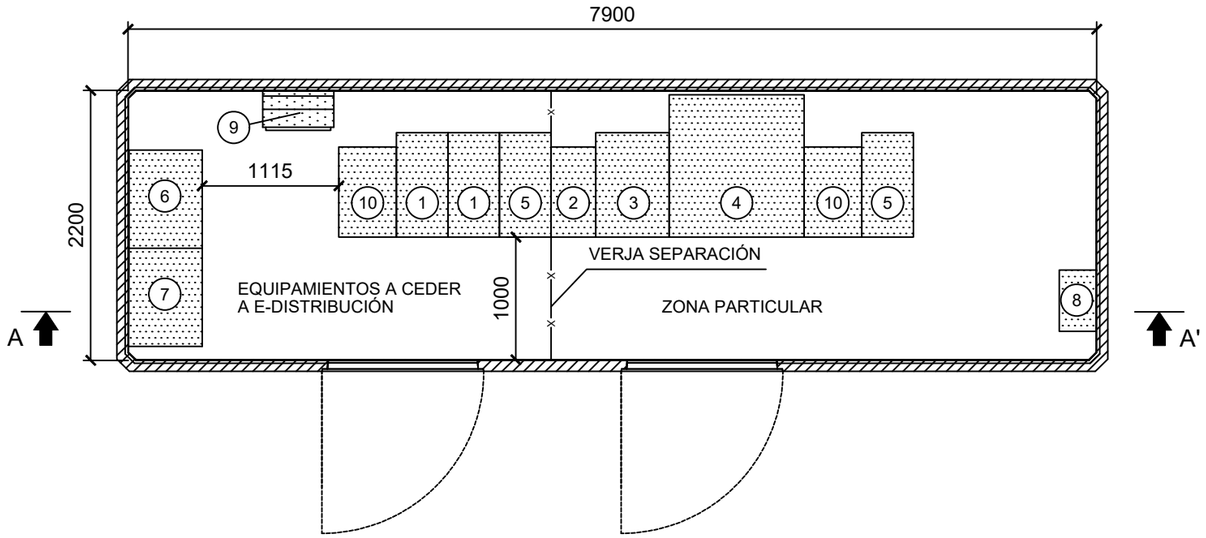
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



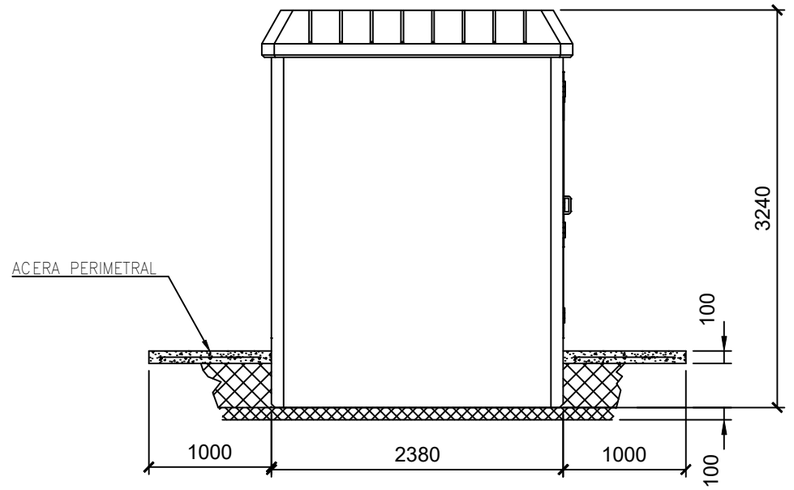
SECCIÓN A-A'



VISTA FRONTAL



PLANTA



VISTA LATERAL

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
8,88 m. ancho x 3,18 m. fondo x 0,56 m. profund.

1.- CELDA MOTORIZADA DE LÍNEA TIPO CML 24 kV (ORMAZABAL)
2.- CELDA DE REMONTE DE CABLE TIPO CMRC 24 kV (ORMAZABAL)
3.- CELDA MOTORIZADA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR TIPO CMP-V 24 kV (ORMAZABAL)
4.- CELDA DE MEDIDA TIPO CMM 24 kV (ORMAZABAL)
5.- CELDA MOTORIZADA DE LÍNEA TIPO CML 24 kV (ORMAZABAL)
6.- ARMARIO DE TELEMANDO
7.- ARMARIO DE TELEPROTECCIÓN
8.- ARMARIO DE MEDIDA
9.- CUADRO DE B.T. SERVICIOS AUXILIARES
10.- CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLE PARA SERVICIOS AUXILIARES

* Cotas en mm.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
	PLANO N	HOJA	ESCALA
TÍTULO: EDIFICIO DE SECCIONAMIENTO	13		1: 50

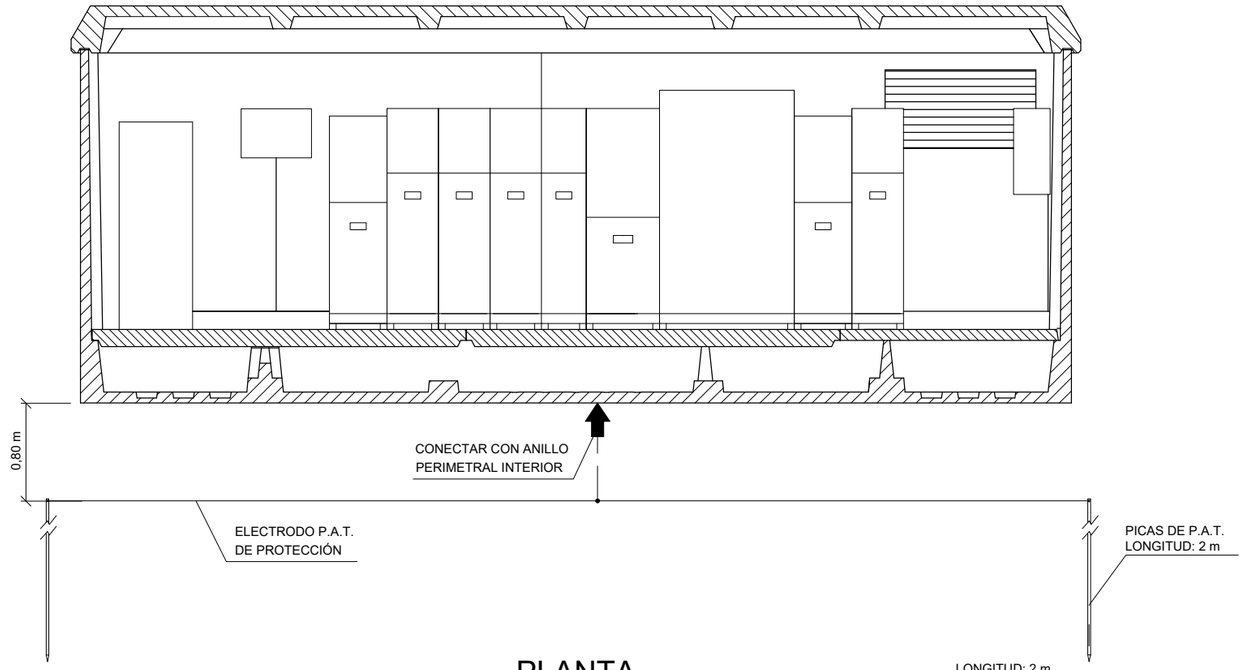
Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

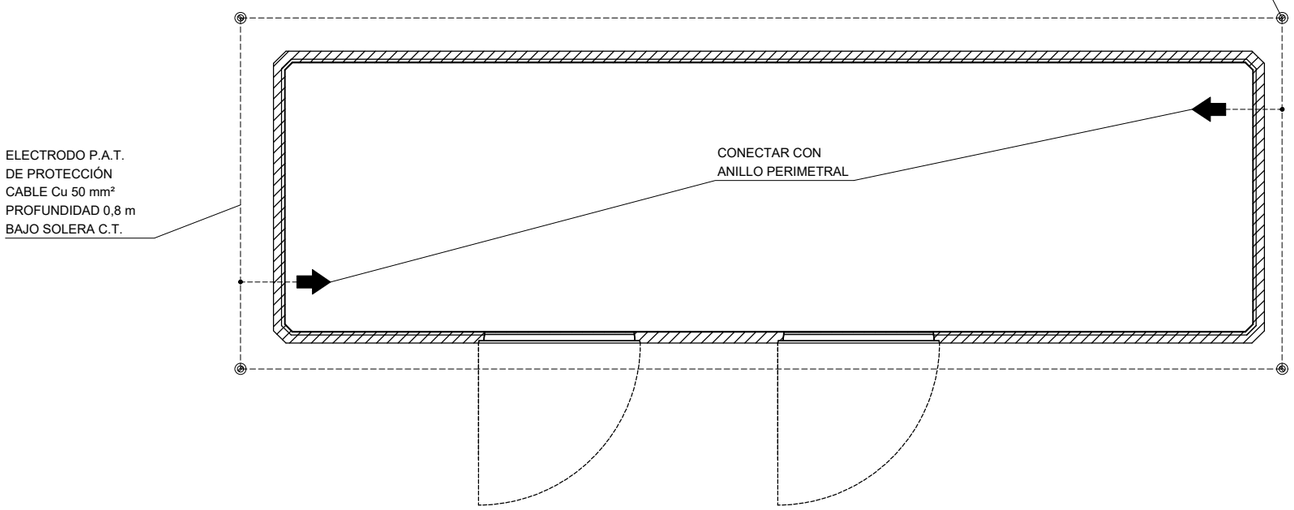
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

SECCIÓN



PLANTA



NOTAS:

* SE CONECTARÁN A LA P.A.T. DE PROTECCIÓN LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:
  - ENVOLTURAS Y PANTALLAS METÁLICAS DE LOS CABLES DE M.T.
  - ENVOLVENTES METÁLICAS DE LAS CELDAS DE M.T. Y CUADROS DE B.T
  - CUBA DEL TRANSFORMADOR
  - BORNAS DE TIERRA DE LOS DETECTORES DE TENSIÓN
  - ENREJADO DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR
  - MARCO METÁLICO DE LOS CANALES DE CABLES

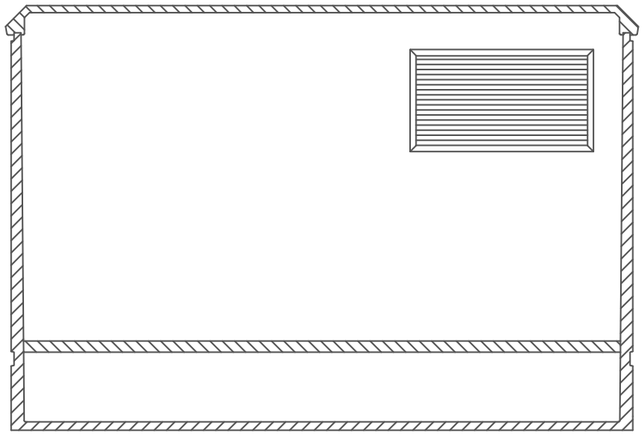
* AL OBJETO DE EVITAR LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO, SE CONECTARÁ EL MALLAZO EQUIPOTENCIAL AL ANILLO PERIMETRAL INTERIOR Y ESTE AL ELECTRODO DE P.A.T. DE PROTECCIÓN EN DOS PUNTOS OPUESTOS

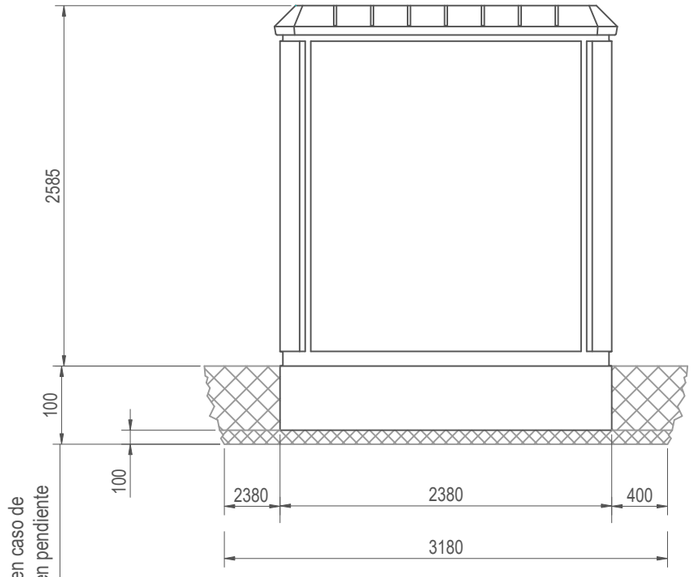
* Cotas en m.

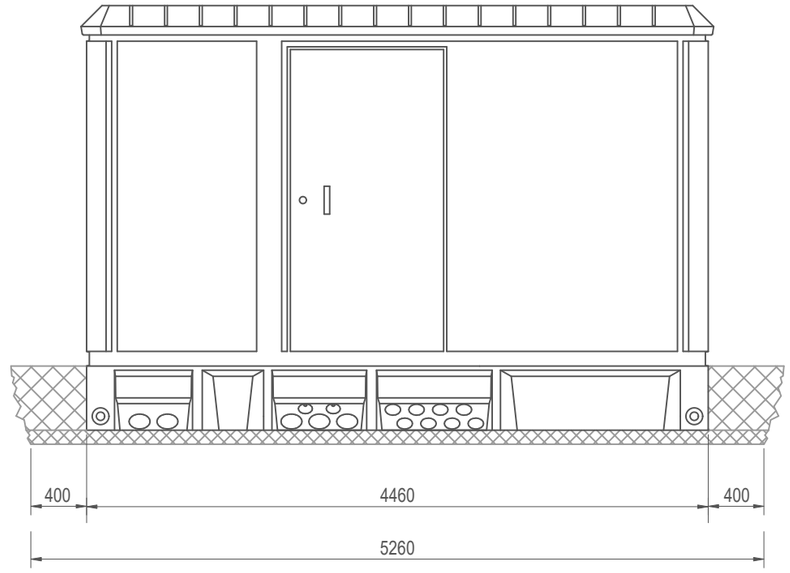
DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO DE SECCIONAMIENTO	14		1: 50	TALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO







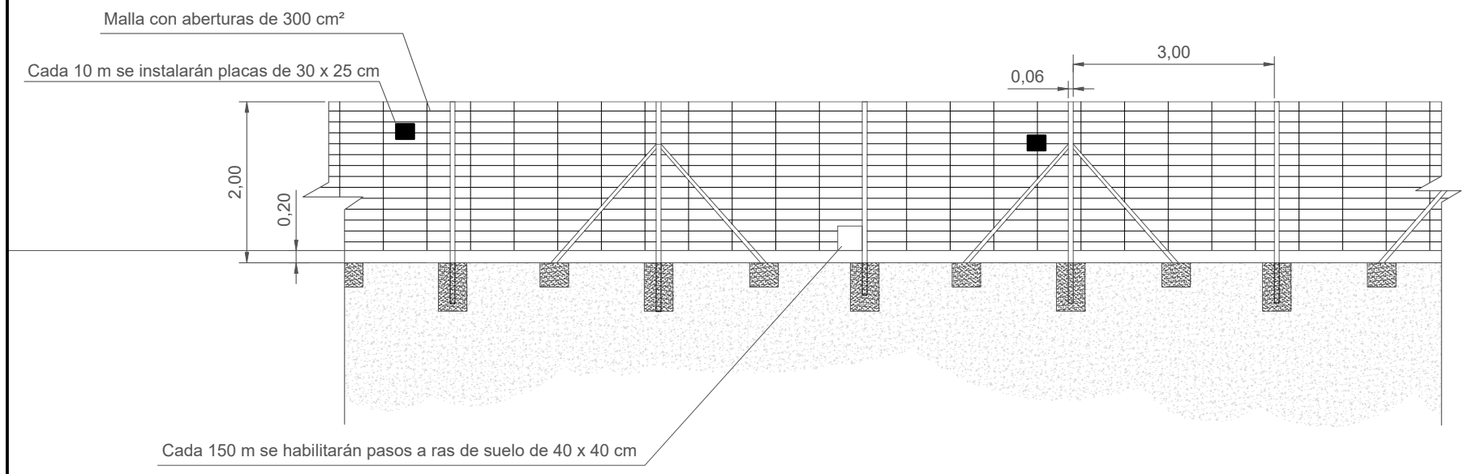
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	15		S/E	ATALAYA GENERACIÓN

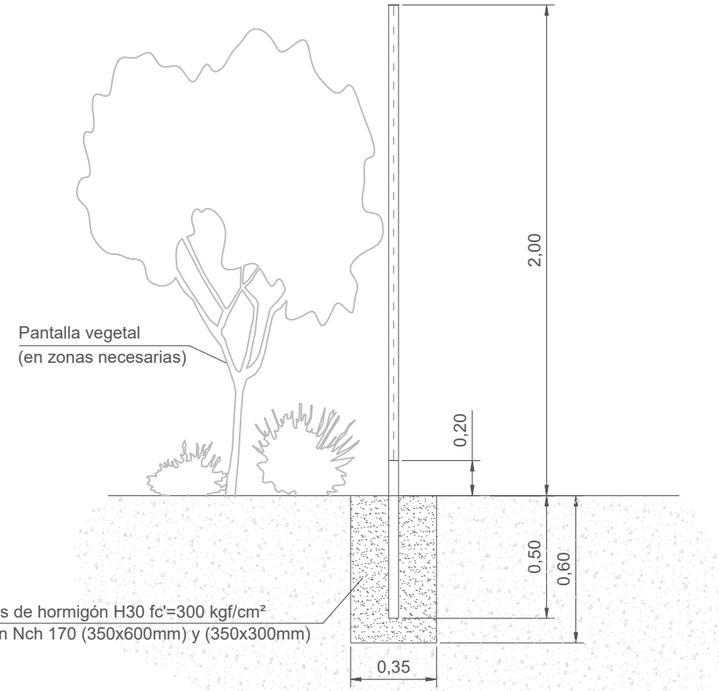
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

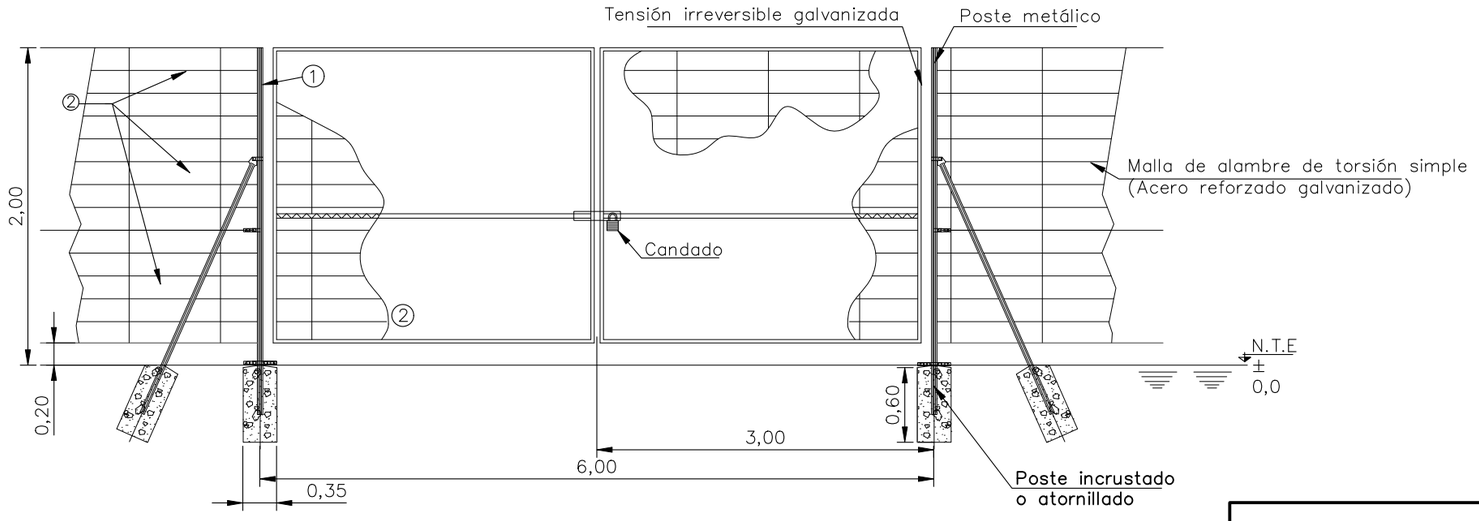
DETALLE VALLADO PERIMETRAL
(cotas en metros)



SECCIÓN DEL VALLADO
(cotas en metros)



DETALLE PUERTA VALLADO
(cotas en metros)



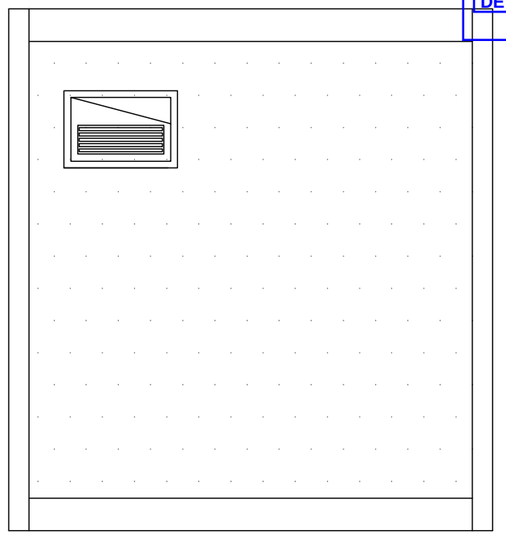
NOTAS:
1. ACERO GALVANIZADO HD O POSTE ATORNILLADO (SECIONES HUECAS CUADRADAS O RECTANGULARES SEGÚN NORMA DE FABRICANTE)
2. PANELES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO SOLDADO (TIPO DE ALAMBRE: 4mm/5mm)

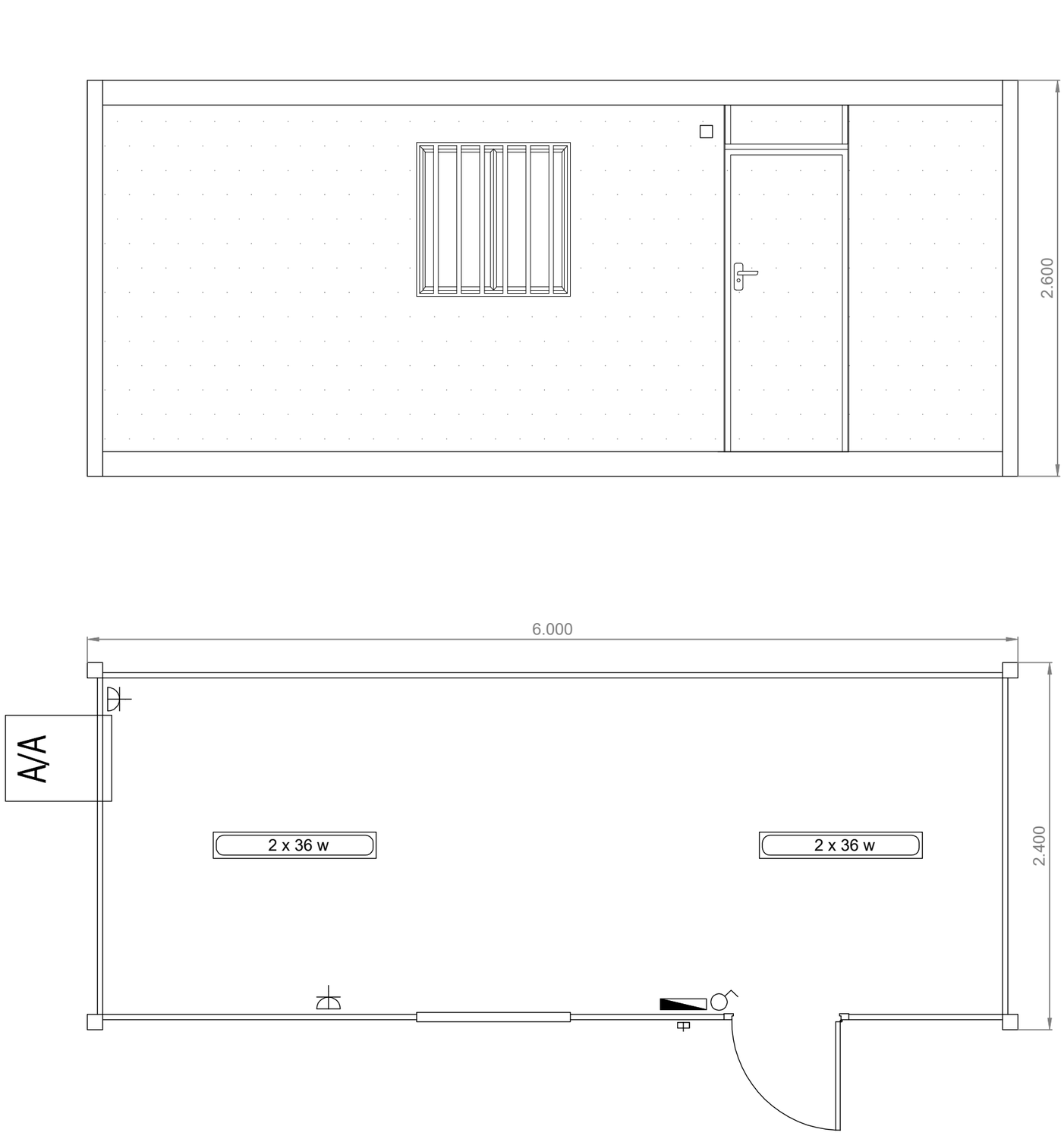
COTAS EN METROS

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO VALLADO	16		S/E	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO





Los planos de módulos o conjuntos para alquiler son orientativos. Asi como la dirección de apertura de puertas, ubicación de ventanas, elementos sanitarios, enchufes o interruptores. Se suministra según stock existente en almacén.

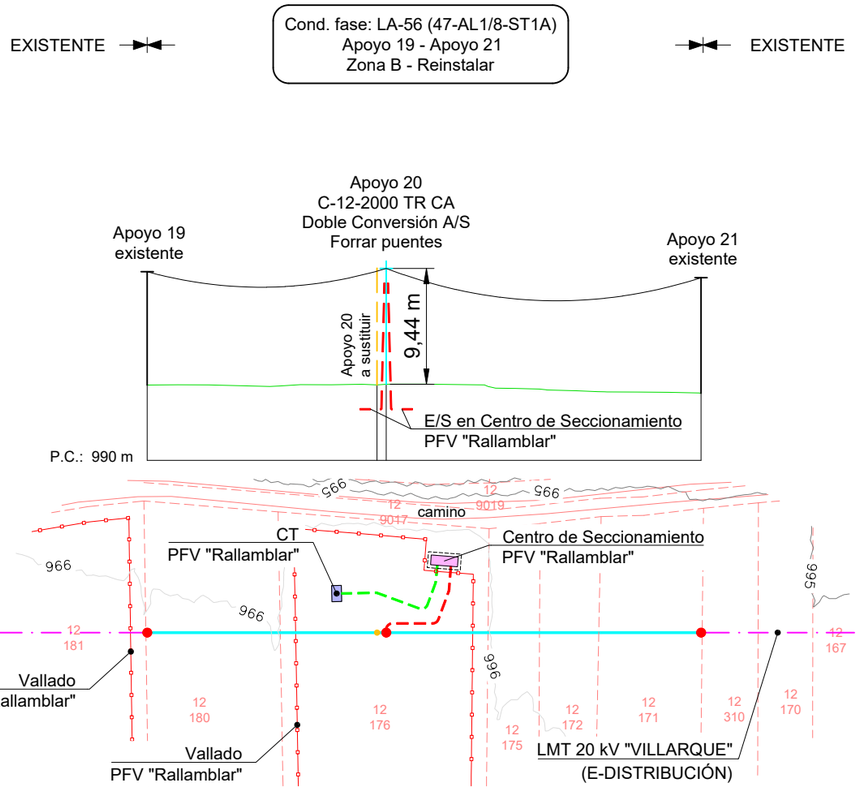
Leyenda general instalaciones: Electricidad y climatización

Interruptor	Caja de conexión	A/A ventana
T. Corriente 16A	RAC	A/A Split 3.000 FRIG
Termo	Voz / Datos	Calefactor
C. Eléctrico	L. Emergencia	Pantalla 2 x 36 W

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	CLL	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO CENTRO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO	17		1 : 30	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO



Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	19	77,98	20	102,70	21
Cota Terreno (m)	996,14		996,20		995,47
Distancia Parcial (m)	0,00		77,98		102,70
Distancia Origen (m)	0,00		77,98		180,68
Función de Apoyo	AL-SU		AL-ANC		AL-SU
Serie Apoyo	HAV		C-2000-12		HAV
Armado (m)	Canad.		TR		Canad.
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	Ex.		9,44 (Normal/K=12)		Ex.
Tipo de cimentación	Monobloque		Monobloque		Monobloque
Datos Cimentación (m)	--		a=0,97; h=1,96		--

Apoyo 19
existente

Apoyo 21
existente

Apoyo 20
existente a sustituir

LEYENDA

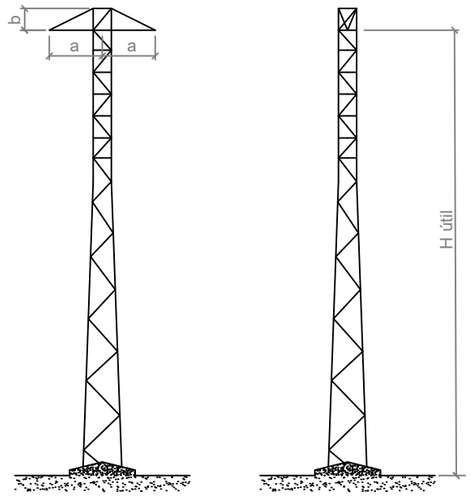
- EL NUEVO APOYO SERÁ NO FRECUENTADO (NF) SEGÚN ESTABLECE EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC-LAT 07 DEL RLAT 223/2008.
- CATENARIA FLECHA MÁXIMA
- PARCELA CATASTRAL

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO PLANTA PERFIL	18		INDICADAS	TALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

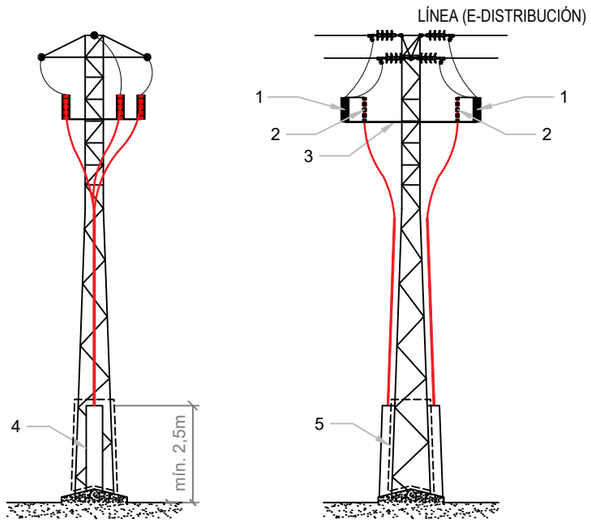
SERIE C-T



Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Apoyo	Altura Útil (m)	Armado T/B - Crucetas (m)		Código armado	Peso apoyo (kg)
					"a"	"b"		
20	AL-ANC	T	C-2000-12	9,44	1,75	0,6	TR	579

La representación de los apoyos es esquemática; no presupone dimensiones ni número de elementos

DETALLE DISPOSICIÓN APARAMENTA APOYO (PAS)

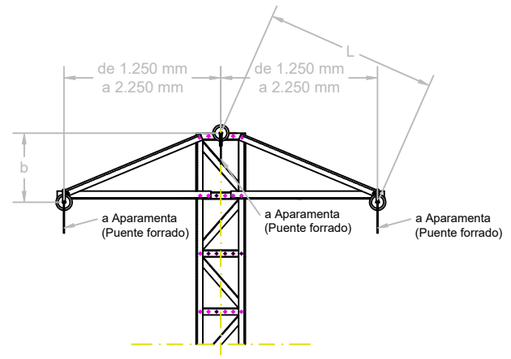


* Todos los puentes forrados

APARAMENTA

① PARARRAYOS AUTOVÁLVULA
② TERMINAL CABLE AISLADO
③ PLATAFORMA APARAMENTA
④ PROTECCIÓN BAJADA CONV. A/S
⑤ CHAPA ANTIESCALO

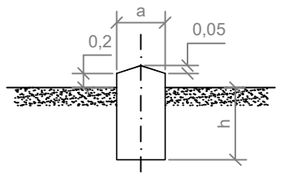
DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE CONDUCTORES APOYOS TIPO C - ARMADO T, U ≤ 25 kV



TR	1.750 mm

ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA		DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD
	b	L	
TR	600 mm	1.850 mm	L > 1.500 mm

CIMENTACIÓN MONOBLOQUE



Número apoyo	Apoyo	Tipo terreno	Tipo cimentación	Dimensiones (m)		V (Exc.) (m³)	V (Horm.) (m³)
				a	h		
20	C-2000-12	Normal	Monobloque	0,97	1,96	1,84	2,03

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa HM-20/B/20/I, de una dosificación de 200 Kg/m³ y una resistencia mecánica de 200 Kg/m², del tipo monobloque o fraccionada en cuatro macizos independientes (según proyecto).
Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en "punta de diamante" para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
	PLANO N	HOJA	ESCALA
TÍTULO: APOYO TIPO. GEOMETRÍA Y CIMENTACIONES	19		S/E

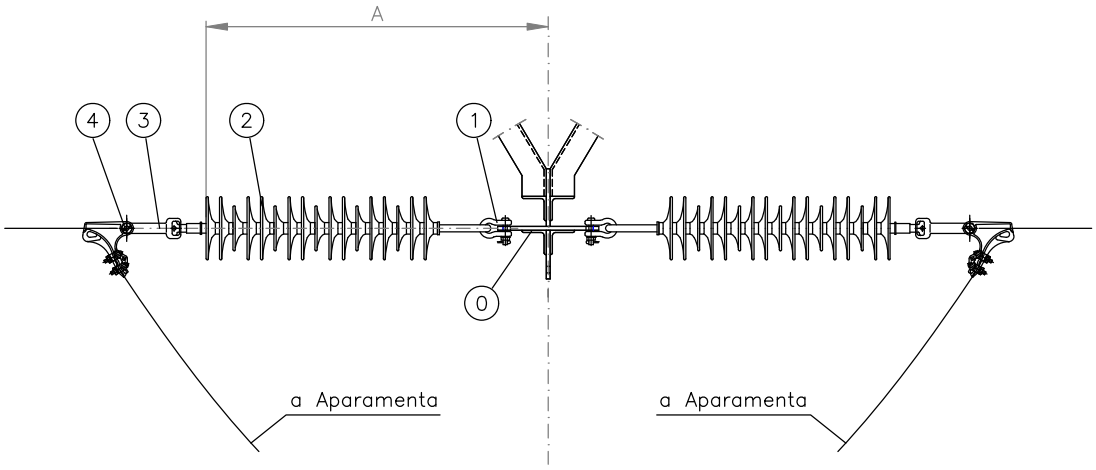
Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA DE AMARRE TIPO GA



MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN	LONGITUD
4	1	GRAPA DE AMARRE	135 mm
3	1	RÓTULA LARGA R16P	140 mm
2	1	AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB170/1150	1.150 mm
1	1	GRILLETE NORMAL GN	65 mm
0	–	CARTELA	60 mm

A = 1.275 mm

FORMACIÓN CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD*
AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB170/1150	A = 1.275 mm	> 700 mm

FORMACIÓN CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD (ENP)*
AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB170/1150	A = 1.275 mm	> 1.000 mm

(*) Distancia entre zona de posada y punto en tensión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
TÍTULO: CADENAS DE AISLAMIENTO CONDUCTOR	PLANO N 20	HOJA	ESCALA S/E

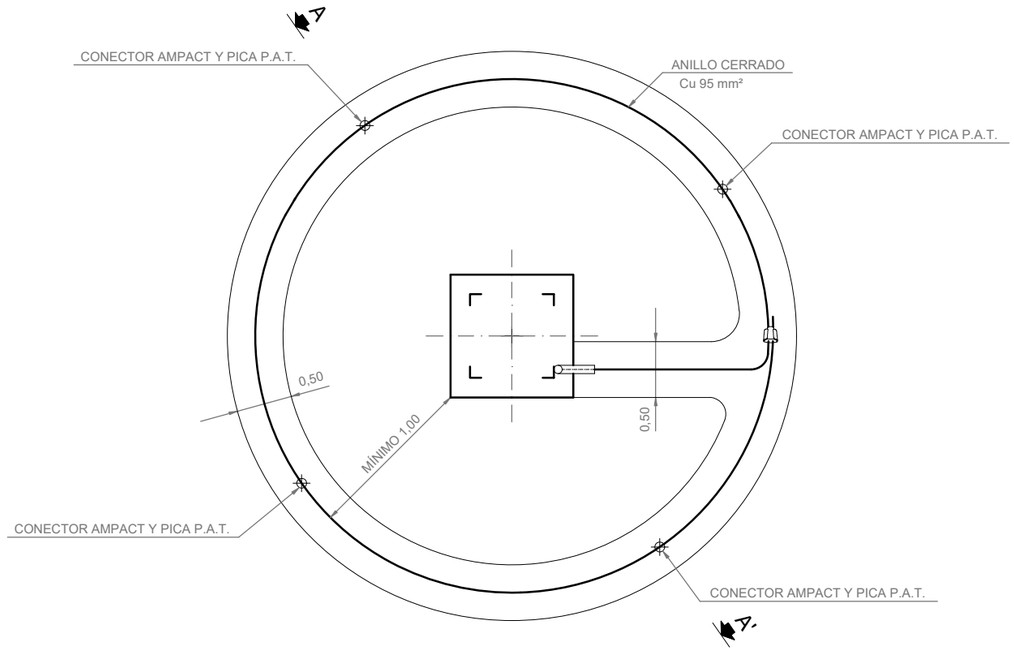
Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

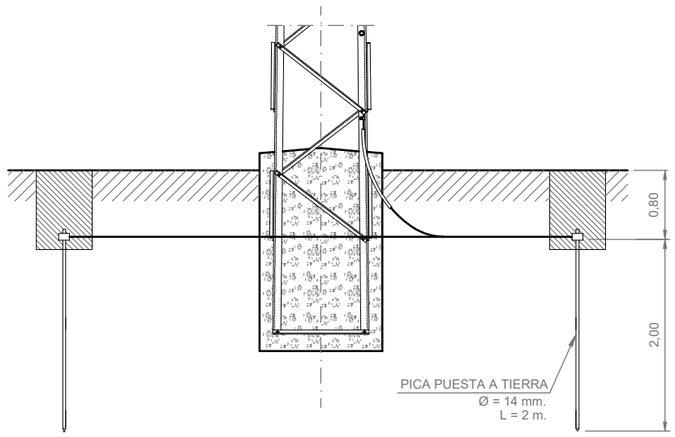
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CIMENTACIÓN MONOBLOQUE (ANILLO DIFUSOR)

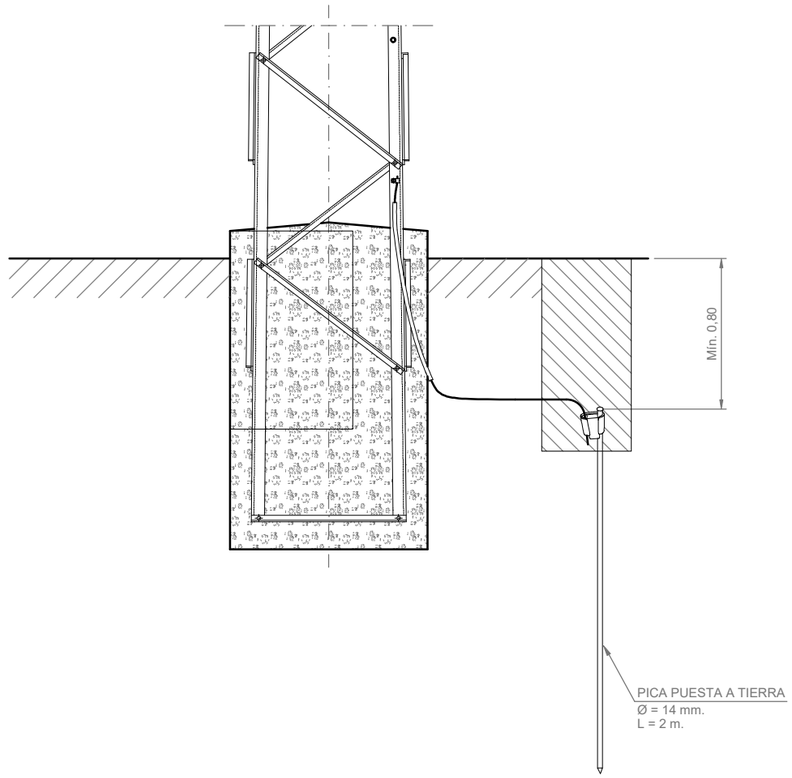
PLANTA APOYO



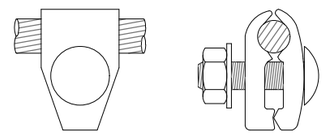
SECCIÓN A-A'



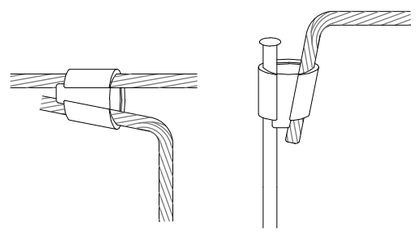
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE (ELECTRODO DE DIFUSIÓN)



GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



NOTAS:

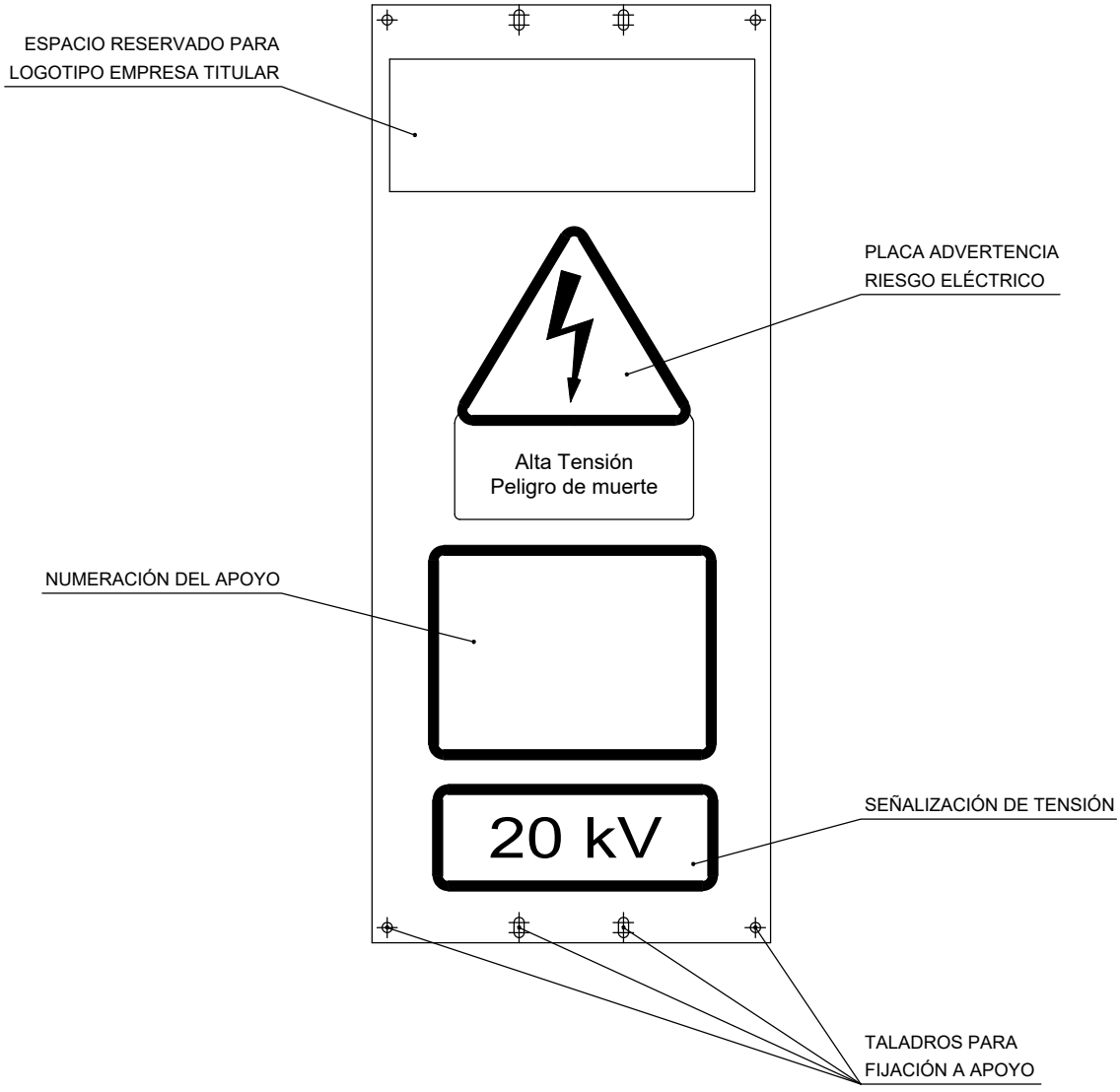
- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Cotas en metros.

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	*1ª EMISIÓN*	*DIBUJADO*	*COMPROB.*	Isabel del Campo Palacios Ingeniera Industrial Colegiada n.º 3420 al servicio de la empresa
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	*NOMBRE*	FVO	APS	
	PLANO N	*HOJA*	*ESCALA*	
TÍTULO PUESTA A TIERRA DE APOYOS	21		S/E	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PLACA DE SEÑALIZACIÓN



MATERIAL: CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 mm DE ESPESOR
CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CINC DE 271 g/m²

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

DESARROLLOS DEL TORRAJICO SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	ABRIL 2024	ABRIL 2024
PROYECTO: PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR	NOMBRE	FVO	APS
TÍTULO: PLACA DE SEÑALIZACIÓN	PLANO N: 22	HOJA	ESCALA: S/E

Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada n.º 3420
al servicio de la empresa

ATALAYA GENERACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1 PARQUE FOTOVOLTAICO 2
1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 2
1.2 OBRA CIVIL 2
1.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES 3
1.4 CONDUCTORES DE CC 3
1.5 CONDUCTORES DE CA 4
1.6 SISTEMA DE VIGILANCIA 4
1.7 VARIOS 5
1.8 MONITORING & CONTROL 5
1.9 RESUMEN PFV 6
2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO 7
2.1 OBRA CIVIL– ZONA PROMOTOR 7
2.2 MONTAJE ELECTROMECÁNICO ZONA EDISTRIBUCIÓN 7
2.3 MONTAJE ELECTROMECÁNICO ZONA PROMOTOR 7
2.4 RESUMEN CENTRO SECCIONAMIENTO 8
3 LÍNEA SUBTERRÁNEA ENTRADA – SALIDA 9
3.1 OBRA CIVIL - LÍNEA SUBTERRÁNEA 9
3.2 CABLE / ACCESORIOS / VARIOS - LÍNEA SUBTERRÁNEA 9
3.3 RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA ENTRADA – SALIDA 9
4 LÍNEA AÉREA 10
4.1 OBRA CIVIL-LÍNEA AÉREA 10
4.2 APOYOS-LÍNEA AÉREA 10
4.3 AISLAMIENTO – LÍNEA AÉREA 10
4.4 ACCESORIOS / HERRAJES / VARIOS – LÍNEA AÉREA 11
4.5 CONDUCTORES – LÍNEA AÉREA 11
4.6 RESUMEN LÍNEA AÉREA 11
5 RESUMEN 12

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1 PARQUE FOTOVOLTAICO

1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	2.280	Módulo fotovoltaico bifacial de 570 Wp de silicio monocristalino.	94,05 €	214.434,00 €
Ud	2.280	Montaje de módulo fotovoltaico	3,00 €	6.840,00 €
Ud	34	Seguidor solar a 1 eje para 30 módulos (1V30)	1.539,00 €	52.326,00 €
Ud	21	Seguidor solar a 1 eje para 60 módulos (1V60)	3.078,00 €	64.638,00 €
Ud	55	Montaje de estructura de seguidor	335,00 €	18.425,00 €
Ud	317	Hincado de postes de estructura de seguidor	6,00 €	1.902,00 €
PA	1	P.A.T. de estructura.	700,00 €	700,00 €

TOTAL MÓDULOS FV **359.265,00 €**

1.2 OBRA CIVIL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m^3	1.800	Excavación de tierra vegetal por medios mecánicos (espesor medio de 30 cm), incluso acopio junto a traza y posterior extendido, incluye transporte a lugar de empleo.	1,80 €	3.240,00 €
m^3	1.763	Excavación en zonas de desmonte en cualquier tipo de terreno por medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo, incluye rasanteo a cota de explanada, reperfilado de cunetas (donde sea necesario) y refino de taludes.	2,15 €	3.790,45 €
m^3	1.668	Formación de terraplén con material procedente de excavación o préstamo, incluso selección, transporte, extendido, humectación y compactación hasta el 98 % Proctor Modificado, incluye rasanteo a cota de explanada y refino posterior de taludes.	3,18 €	5.304,24 €
m^3	59	Capa de subbase (árido medio) para el firme de viales, incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de subbase.	9,00 €	531,00 €
m^3	36	Capa de base (árido fino) para el firme de viales incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de base.	14,00 €	504,00 €
Ud	1	Tubos de hormigón de 400 mm de diámetro para obras de drenaje, incluso desmontes y terraplenes, hormigón de limpieza y anclaje y colocación de elementos en bocas (arquetas y/o aletas), incluida instalación.	232,75 €	232,75 €
m	533	Metro lineal de zanja para conducciones eléctricas según plano de zanjas tipo incluyendo excavación en cualquier tipo de terreno (incluso carga y transporte a lugar de empleo), relleno, tubos de diámetros variados, baliza y placa PPC.	22,00 €	11.726,00 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	930	Metro lineal de zanja para sistema de vigilancia según plano de zanjas tipo incluyendo excavación, relleno, tubos, baliza y placa PPC.	8,00 €	7.440,00 €
m	930	Vallado perimetral	8,50 €	7.905,00 €

TOTAL OBRA CIVIL **40.673,44 €**

1.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Obra civil de casetas centro de transformación incluyendo excavación de tierra vegetal, desmonte, terraplén y solera de hormigón armado de 0,15 m de espesor	693,00 €	693,00 €
Ud	9	Inversor fotovoltaico de 125 kW a 25ºC, modelo SG125HX Sungrow o similar	3.000,00 €	27.000,00 €
Ud	1	Centro de transformación de 1,25 MVA en edificio prefabricado PFU-5 o similar. Incluyendo cuadro de BT + Transformador BT/MT, cableado y Conjunto de Celdas de MT (2 de línea y 1 de protección)	40.000,00 €	40.000,00 €
Ud	10	Red de tierras interior y exterior de centros de transformación e inversores	450,00 €	4.500,00 €

TOTAL CT E INVERSORES **72.193,00 €**

1.4 CONDUCTORES DE CC

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	1.259	Suministro y tendido de cable ZZ-F DKE/VDE AK 411.2.3 1,8 kV, unipolar de 4 mm^2 de sección, línea de distribución en cc desde los módulos fotovoltaicos a inversor.	0,85 €	1.070,15 €
m	2.294	Suministro y tendido de cable ZZ-F DKE/VDE AK 411.2.3 1,8 kV, unipolar de 6 mm^2 de sección, línea de distribución en cc desde los módulos fotovoltaicos a inversor.	0,98 €	2.248,12 €
m	726	Suministro y tendido de cable ZZ-F DKE/VDE AK 411.2.3 1,8 kV, unipolar de 10 mm^2 de sección, línea de distribución en cc desde los módulos fotovoltaicos a inversor.	1,05 €	762,30 €

TOTAL CONDUCTORES CC **4.080,57 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.5 CONDUCTORES DE CA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	101	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo XZ1 0,6 / 1 kV Al, conductor de 150 mm² de sección para conexión entre inversor y CT.	4,80 €	484,80 €
m	1.640	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo XZ1 0,6 / 1 kV Al, conductor de 185 mm² de sección para conexión entre inversor y CT.	5,00 €	8.200,00 €
m	1.242	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo XZ1 0,6 / 1 kV Al, conductor de 240 mm² de sección para conexión entre inversor y CT.	5,20 €	6.458,40 €
m	1.504	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo XZ1 0,6 / 1 kV Al, conductor de 300 mm² de sección para conexión entre inversor y CT.	5,40 €	8.121,60 €
Ud	6	Suministro, montaje y conexionado terminal GIS unipolar 24 kV	156,76 €	940,56 €
m	159	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo RHZ1 12/20 kV Al, conductor de 240 mm² de sección para conexión entre CT y centro de seccionamiento	6,00 €	954,00 €

TOTAL CONDUCTORES CA **25.159,36 €**

1.6 SISTEMA DE VIGILANCIA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Sistema perimetral de CCTV, incluida instalación y puesta en marcha.	5.500,00 €	5.500,00 €
Ud	1	Sistema de analisis de video, incluida instalación y puesta en marcha.	15.400,00 €	15.400,00 €
Ud	1	Sistema de grabación e imágenes, incluida instalación y puesta en marcha.	1.810,00 €	1.810,00 €
Ud	1	Central de control, incluida instalación y puesta en marcha.	760,00 €	760,00 €
Ud	1	Rack, incluida instalación y puesta en marcha.	390,00 €	390,00 €
Ud	1	UPS y tarjetas de comunicación TCP/IP, incluida instalación y puesta en marcha.	2.530,00 €	2.530,00 €
m	973	Cable 2x10 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	2,70 €	2.627,10 €
m	973	Cable 2x6 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	1,80 €	1.751,40 €
m	1.946	Fibra óptica 4F, incluida instalación y puesta en marcha.	1,10 €	2.140,60 €

TOTAL SISTEMA DE VIGILANCIA **32.909,10 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.7 VARIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Control de Calidad: Control de Calidad realizado por empresa especializada.	5.000,00 €	5.000,00 €
Ud	1	Seguridad y Salud: Protecciones individuales y colectivas, instalaciones de higiene y bienestar, y formación de personal en seguridad y salud en el trabajo.	8.785,55 €	8.785,55 €
Ud	1	Estación meteorológica Suministro, montaje y conexionado de estación meteorológica compuesta por: - 1 Piranómetro - Anemómetro y veleta. - Dos Sensores temperatura ambiente. - Dos células calibradas - Sistema de montaje sobre torreta. - Alimentación auxiliar mediante panel FV. - Pluviómetro. - Visualizador frontal. incluidos medios auxiliares, material auxiliar, así como p.p. de pequeño material y accesorios, totalmente la unidad terminada.	3.500,00 €	3.500,00 €

TOTAL VARIOS **17.285,55 €**

1.8 MONITORING & CONTROL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Monitoring & Control	5.500,00 €	5.500,00 €
Ud	1	Obra civil de centro de control incluyendo excavación de tierra vegetal, desmonte, terraplén y solera de hormigón armado de 0,15 m de espesor.	693,00 €	693,00 €
Ud	1	Caseta prefabricada centro de control.	2.000,00 €	2.000,00 €

TOTAL MONITORING & CONTROL **8.193,00 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.9 RESUMEN PFV

Resumen PFV RALLAMBLAR	
CONCEPTO	**PRECIO**
1. Módulos fotovoltaicos	359.265,00 €
2. Obra civil	40.673,44 €
3. Centros de transformación e inversores	72.193,00 €
4. Conductores C.C.	4.080,57 €
5. Conductores C.A	25.159,36 €
6. Sistema de vigilancia	32.909,10 €
7. Varios	17.285,55 €
8. Monitoring & Control	8.193,00 €
Presupuesto de ejecución material PFV	**559.759,02 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

2.1 OBRA CIVIL– ZONA PROMOTOR

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
P/A	1	Obra civil de casetas centro de seccionamiento incluyendo excavación de tierra vegetal, desmonte, terraplén y solera de hormigón armado de 0,15 m de espesor	1.386,00 €	1.386,00 €
P/A	1	Edificio prefabricado PFU-7 o similar	15.000,00 €	15.000,00 €
P/A	1	Red de tierras interior y exterior de centro de seccionamiento	900,00 €	900,00 €

TOTAL OBRA CIVL CENTRO DE SECCIONAMIENTO-ZONA PROMOTOR **17.286,00 €**

2.2 MONTAJE ELECTROMECÁNICO ZONA EDISTRIBUCIÓN

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	3	Celda de línea 24 kV, 630 A, aislamiento en SF_6, incluyendo elementos para protección y maniobra, totalmente instalada y conexionada	7.200,00 €	21.600,00 €
Ud	1	Celda para suministro de servicios auxiliares, con protección mediante ruptofusible. Incluyendo transformador de tensión con secundario de 220 V, totalmente instalada y conexionada.	3.500,00 €	3.500,00 €
P/A	1	Suministro y montaje de pequeño material	1.500,00 €	1.500,00 €

TOTAL MONTAJE CENTRO DE SECCIONAMIENTO-ZONA A CEDER A EDISTRIBUCIÓN **26.600,00 €**

2.3 MONTAJE ELECTROMECÁNICO ZONA PROMOTOR

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Celda de línea 24 kV, 630 A, aislamiento en SF_6, incluyendo elementos para protección y maniobra, totalmente instalada y conexionada	7.200,00 €	7.200,00 €
Ud	1	Celda para suministro de servicios auxiliares, con protección mediante ruptofusible. Incluyendo transformador de tensión con secundario de 220 V, totalmente instalada y conexionada.	3.500,00 €	3.500,00 €
Ud	1	Celda de medida, de 24 kV, aislamiento en SF6, incluyendo transformadores de medida. Totalmente instalada y conexionada.	2.300,00 €	2.300,00 €
Ud	1	Celda de protección con interruptor automático, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, con aislamiento de SF6, interruptor-seccionador tripolar de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra. Totalmente instalada y conexionada.	15.500,00 €	15.500,00 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Ud	1	Celda de remonte 24 kV. Totalmente instalada y conexionada.	1.800,00 €	1.800,00 €
P/A	1	Suministro y montaje de pequeño material	500,00 €	500,00 €

TOTAL MONTAJE CENTRO DE SECCIONAMIENTO-ZONA PROMOTOR **30.800,00 €**

2.4 RESUMEN CENTRO SECCIONAMIENTO

CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
RECINTO A CEDER A EDISTRIBUCIÓN	
1. Montaje electromecánico	26.600,00 €
Presupuesto de ejecución material CS-RECINTO A CEDER A EDISTRIBUCIÓN	**26.600,00 €**
RECINTO PROMOTOR	
1. Obra civil	17.286,00 €
2. Montaje electromecánico	30.800,00 €
Presupuesto de ejecución material CS-RECINTO PROMOTOR	**48.086,00 €**
Presupuesto de ejecución material CENTRO DE SECCIONAMIENTO	**74.686,00 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3 LÍNEA SUBTERRÁNEA ENTRADA – SALIDA

3.1 OBRA CIVIL - LÍNEA SUBTERRÁNEA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	38	Apertura y cierre de zanja de 0,5 metros de ancho, con una profundidad de 1,12 metros. Incluido cinta señalizadora, placa PE de protección mecánica y tubos de PVC de ø 09 y 200 mm.	30,00 €	1.140,00 €
Ud	1	Suministro e instalación de Arqueta prefabricada de ayuda al tendido	446,31 €	446,31 €

TOTAL OBRA CIVIL - LÍNEA SUBTERRÁNEA **1.586,31 €**

3.2 CABLE / ACCESORIOS / VARIOS - LÍNEA SUBTERRÁNEA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	110	Suministro y tendido de un circuito cable RH5Z1 3x1x240 mm^2 12/20 kV Al	40,00 €	4.400,00 €
Ud	6	Suministro, montaje y conexionado terminal GIS unipolar 20 kV	191,00 €	1.146,00 €
Ud	6	Suministro, montaje y conexionado terminal intemperie unipolar 20 kV	209,00 €	1.254,00 €
PA	2	Ensayo de cubierta, aislamiento, continuidad de pantallas, orden de fases y otros que pudiera requerir la Dirección de Obra	900,00 €	1.800,00 €

TOTAL CABLE / ACCESORIOS / VARIOS - LÍNEA SUBTERRÁNEA **8.600,00 €**

3.3 RESUMEN LÍNEA SUBTERRÁNEA ENTRADA – SALIDA

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
1. Obra civil	1.586,31 €
2. Cable/Accesorios/Varios	8.600,00 €
Presupuesto de ejecución material tramo E-S en CS	**10.186,31 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4 LÍNEA AÉREA

4.1 OBRA CIVIL-LÍNEA AÉREA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Km	0,181	Replanteo	800,00 €	144,80 €
Km	0,173	Acondicionamiento de Accesos. Conjunto de actuaciones por medios mecánicos necesarios para el acondicionamiento de los accesos a los apoyos, así como de los lugares de acopio o interés para la realización de a tarea	550,00 €	95,15 €
m^3	1,84	Excavación Tierra de pozo de cimentación mediante rertoexcavadora y extracción de tierra a los bordes. Incluso carga y transporte a lugar de acopio y vertedero	137,36 €	252,74 €
m^3	2,03	Ejecución de cimentaciones para los apoyos de hormigón HM-20 elaborado en central, en relleno de cimentación, incluso vertido por medio mecánicos, así como los elemntos auxiliares necesarios, vibrado y colado.	154,90 €	314,45 €

TOTAL OBRA CIVIL LÍNEA - SUBTERRÁNEA **807,14€**

4.2 APOYOS-LÍNEA AÉREA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Kg	579	Apoyo compuesto por perfiles angulares de alas iguales tortalmente atornillados; construidos por tramos troncopiramidales cuadrados	2,20 €	1.273,80 €
Ud	1	Demolición de apoyo de hormigón existente	273,00 €	273,00 €

TOTAL APOYOS-LÍNEA **1.546,80 €**

4.3 AISLAMIENTO – LÍNEA AÉREA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	6	Cadena de amarre simple con aislador polimérico CS 70AB 170/1150, con una carga de rotura de 7000 Kg. completamente instalada con grapa de amarre.	124,10 €	744,60 €

TOTAL AISLAMIENTO LÍNEA - AÉREA **744,60 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.4 ACCESORIOS / HERRAJES / VARIOS – LÍNEA AÉREA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Señalización. Suministro e instalación de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo correlativos), tensión de la Línea (20 kV) y símbolo de peligro eléctrico	15,00 €	15,00 €
Ud	2	Conversión Aéreo-Subterránea con autoválvulas 24 kV 10 kA, incluyendo herrajes, totalmente instalada en apoyo metálico, con canal de acero galvanizado para la protección de cables de potencia	1.462,64 €	2.925,28 €
Ud	1	Puesta a Tierra de apoyo con anillo difusor Los apoyos irán provistos de puesta a tierra compuesta de anillo difusor de 95 mm2 de Cu y picas de puesta a tierra.	120,00 €	120,00 €
Kg	1	Vigilancia ambiental	1.000,00 €	1.000,00 €
Kg	1	Ensayos en obra	2.000,00 €	2.000,00 €

TOTAL ACCESORIOS / HERRAJES /VARIOS LÍNEA - AÉREA **6.060,28 €**

4.5 CONDUCTORES – LÍNEA AÉREA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	2	Retensado 1 circuito existente	279,32 €	558,64 €

TOTAL CONDUCTORES LÍNEA - AÉREA **558,64 €**

4.6 RESUMEN LÍNEA AÉREA

LÍNEA AÉREA	
1. Obra civil	807,14 €
2. Apoyos	1.546,80 €
3. Aislamiento	744,60 €
4. Accesorios/Herrajes/Varios	6.060,28 €
5. Conductores	558,64 €
Presupuesto de ejecución material Línea aérea	**9.717,46 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5 RESUMEN

RESUMEN PFV RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN	
CONCEPTO	**PRECIO**
PARQUE FOTOVOLTAICO	
1. Módulos fotovoltaicos	359.265,00 €
2. Obra civil	40.673,44 €
3. Centros de transformación e inversores	72.193,00 €
4. Conductores C.C.	4.080,57 €
5. Conductores C.A	25.159,36 €
6. Sistema de vigilancia	32.909,10 €
7. Varios	17.285,55 €
8. Monitoring & Control	8.193,00 €
Presupuesto de ejecución material PFV	**559.759,02 €**
CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
RECINTO A CEDER A EDISTRIBUCIÓN	
1. Montaje electromecánico	26.600,00 €
Presupuesto de ejecución material CS-RECINTO A CEDER A EDISTRIBUCIÓN	**26.000,00 €**
RECINTO PROMOTOR	
1. Obra civil	17.286,00 €
2. Montaje electromecánico	30.800,00 €
Presupuesto de ejecución material CS-RECINTO PROMOTOR	**48.086,00 €**
Presupuesto de ejecución material CENTRO DE SECCIONAMIENTO	**74.686,00 €**
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRADA Y SALIDA EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
1. Obra civil	1.586,31 €
2. Cable/Accesorios/Varios	8.600,00 €
Presupuesto de ejecución material tramo E-S en CS	**10.186,31 €**
LÍNEA AÉREA	
1. Obra civil	807,14 €
2. Apoyos	1.546,80 €
3. Aislamiento	744,60 €
4. Accesorios/Herrajes/Varios	6.060,28 €
5. Conductores	558,64 €
Presupuesto de ejecución material Línea aérea	**9.717,46 €**
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**654.348,79 €**

Gastos generales y dirección de obra 13%	85.065,34 €
Beneficio Industrial 6%	39.260,93 €
Total ejecución	778.675,06 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Asciende el presupuesto de ejecución material del Parque Fotovoltaico RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN, objeto del presente proyecto, a la cantidad de: **SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE EUROS (654.348,79 €)**

Zaragoza, abril de 2024
Fdo. Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada Nº 3.420 COIIAR
Al servicio de la empresa
Atalaya Generación S.L.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. CONDICIONES: TIPO GENERAL 3
1.1 Objeto del pliego 3
1.2 Descripción general de la obra 3
1.3 Condiciones generales de índole legal 3
1.4 De los materiales y aparatos, su procedencia 4
1.4 Plazo de comienzo y de ejecución 5
1.5 Sanciones por retraso de las obras 5
1.6 Obra de reforma y mejora 6
1.7 Trabajos defectuosos 6
1.8 Vicios ocultos 7
1.9 Recepción provisional de las obras. 7
1.10 Medición definitiva de los trabajos 8
1.11 Plazo de garantía 8
1.12 Conservación de las obras recibidas provisionalmente 9
1.13 Recepción definitiva 9
1.14 Dirección de obra 9
1.15 Obligaciones de la contrata 10
1.16 Responsabilidades de la contrata 11
1.17 Obras ocultas 12
1.18 Seguridad e higiene en el trabajo 12
2. PLIEGO DE CONDICIONES: LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS 13
2.1 Objeto y campo de aplicación 13
2.2 Ejecución del trabajo 13
2.3 Trazado 13
2.4 Apertura de zanjas 14
2.5 Canalización 15
2.6 Paralelismos 16
2.7 Cruzamientos con vías de comunicación 18
2.8 Cruzamientos con otros servicios 18
2.9 Tendido de cables 21
2.10 Tensiones transferidas en M.T 27

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.11 Materiales 27
2.12 Conductores 28
3. PLIEGO DE CONDICIONES: ZANJAS Y CIMENTACIONES 29
3.1 Excavación en zanjas 29
3.2 Demoliciones 31
3.3. Rellenos compactados 31
4. PLIEGO DE CONDICIONES: EDIFICIOS 33
4.1 Objeto 33
4.2 Disposiciones generales 33
4.3 Condiciones de los materiales 34
4.4 Condiciones generales de ejecución de las obras 35
5. PLIEGO DE CONDICIONES: OBRA CIVIL. 37
5.1 Objeto de pliego y descripción de las obras 37
5.2 Disposiciones técnicas a tener en cuenta con carácter general 37
5.3 Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características 37
5.4 Ejecución y control de obras 47
6. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 64
6.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 64
6.2 REGLAMENTACIÓN 64
6.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 65
7. LÍNEA AÉREA 69
7.1 OBJETO 69
7.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO 69
7.3 MATERIALES 84
8. ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD 86
9. PAGO DE LAS OBRAS 88

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. CONDICIONES: TIPO GENERAL

1.1 Objeto del pliego

El objeto de este Pliego es la enumeración de tipo general técnico de Control y de Ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del Proyecto.

Este Pliego se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva correspondiente a la instalación de los paneles solares fotovoltaicos, a la estructura, al edificio de inversores y a los centros de transformación.

1.2 Descripción general de la obra

La descripción del proyecto se hará siguiendo al detalle las instrucciones marcadas en la memoria descriptiva.

1.3 Condiciones generales de índole legal

A continuación se recogen las características y condiciones que reunirá la obra y materiales principales en ellas empleados.

Las obras a que se refiere el presente proyecto son de nueva planta en su integridad, no existiendo parte alguna de aprovechamiento de edificaciones anteriores ni en lo referente a unidades de obra ni a ninguno de los materiales que han de entrar a formar parte de la misma. Así pues serán automáticamente rechazados aquellos elementos que hayan tenido anterior uso. Del mismo modo, si en las excavaciones o movimientos de tierras apareciese algún elemento o fábrica de anteriores edificaciones, no serán aprovechadas, siendo demolidas en lo necesario para establecer las unidades de obra indicadas en los Planos, salvo que sean de carácter histórico, artístico o monumental o que puedan considerarse dentro de la vigente Legislación, en el supuesto de hallazgo de tesoros.

Una vez adjudicadas las obras, el constructor instalará en el terreno una caseta de obra. En ésta habrá al menos dos departamentos independientes, destinados a oficina y botiquín. El primero deberá tener al menos un tablero donde puedan extenderse los

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

planos y el segundo estará provisto de todos los elementos precisos para una primera cura de urgencia.

El pago de impuestos o árbitros en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista.

Los documentos de este proyecto, en su conjunto, con los particulares que pudieran establecerse y las prescripciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnico de la Dirección General de Ingeniería, y según publicación del Ministerio de la Vivienda, así como las Normas Tecnológicas que serán de obligado cumplimiento en su total contenido, cuanto no se oponga a las anteriores, constituyen un contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, los cuales se comprometen a dirimir las divergencias que pudieran surgir hasta su total cumplimiento, por amigables componedores, preferentemente por el Ingeniero Director, a quien se considerará como única persona técnica para las dudas e interpretaciones del presente Pliego, o en su defecto, el Ingeniero designado por la Delegación del Colegio Oficial de Ingenieros de la zona y en último extremo a los tribunales competentes, a cuyo fuero se someten ambas partes.

El Contrato se formalizará como documento privado o público a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el Contrato se reflejarán las particularidades que convengan ambas partes, completando o modificando lo señalado en el presente Pliego de Condiciones, que quedará incorporado al Contrato como documento integrante del mismo.

1.4 De los materiales y aparatos, su procedencia

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clase en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por el Ingeniero Director.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Como norma general el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.

Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones varias de la Edificación, compuesto por el Centro Experimental de Ingeniería, y demás Normativa vigente que serán interpretadas en cualquier caso por el Ingeniero Director de la Obra, por lo que el Ingeniero podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna.

1.4 Plazo de comienzo y de ejecución

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

1.5 Sanciones por retraso de las obras

Si el Constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas de contrato privado entre Propiedad y Contrata.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.6 Obra de reforma y mejora

Si por decisión de la Dirección Técnica se introdujesen mejoras, presupuestos adicionales o reformas, el Constructor queda obligado a ejecutarlas, con la baja correspondiente conseguida en el acto de la adjudicación, siempre que el aumento no sea superior al 10% del presupuesto de la obra.

1.7 Trabajos defectuosos

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el Pliego de Condiciones Generales de índole técnica del "Pliego de Condiciones de la Edificación" y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este Pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Ingeniero Director o sus auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Asimismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la Contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

1.8 Vicios ocultos

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

1.9 Recepción provisional de las obras.

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional para la cual será necesaria asistencia de un representante de la Propiedad, de los Ingenieros Directores de las obras y del Contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere necesarias para remediar los efectos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.

1.10 Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por la Dirección de la obra a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por el de oficio.

1.11 Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras terminadas será el pactado por contrato entre la propiedad y el contratista, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Constructor de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindirá el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.12 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista. En caso de duda será juez imparcial, la Dirección Técnica de la Obra, sin que contra su resolución quepa ulterior recurso.

1.13 Recepción definitiva

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

1.14 Dirección de obra

Conjuntamente con la interpretación técnica del proyecto, que corresponde a la Dirección Facultativa, es misión suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal completa sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras, e instalaciones anejas, se lleven a cabo, si considera que adoptar esta resolución es útil y necesaria para la buena marcha de las obras.

El Contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan del Director de Obra o de las personas por él delegadas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.15 Obligaciones de la contrata

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Ingeniero Director o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc. así como una caseta en la obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del Contratista un "libro de órdenes", para cuando lo juzgue conveniente la Dirección dictará las que hayan de extenderse, y firmarse el "enterado" de las mismas por el Jefe de Obra. El hecho de que en dicho libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el "Pliego de Condiciones" de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

Por la Contrata se facilitará todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, e igualmente, lo relativo a las cargas en material social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica y con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna, en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del Contratista las siguientes:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.
- El Contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del Contratista o su apoderado.
- El Contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa.
- El Contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

1.16 Responsabilidades de la contrata

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.
- El cumplimiento de las Ordenanzas y disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.17 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al propietario, otro al Ingeniero Director y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables para efectuar las mediciones.

1.18 Seguridad e higiene en el trabajo

El Contratista estará obligado a redactar un proyecto completo de Seguridad e Higiene específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven.

Durante las tramitaciones previas y durante la preparación, la ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta Dirección Facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la Industria de la construcción, lo mismo en lo relacionado a los intervinientes en el tajo como con las personas ajenas a la obra.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Facultativa, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2. PLIEGO DE CONDICIONES: LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS

2.1 Objeto y campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de hasta 30 kV.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje de dichas líneas subterráneas de Media Tensión.

2.2 Ejecución del trabajo

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

2.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

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

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

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

2.4 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados.

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

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se práctica una mina o galería por la que se pase el cable.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

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

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 25 cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 25 cm. Si no fuera posible conseguir esta distancia se instalarán bajo tubo o se separarán con rasillas.

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

2.5 Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

a) Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
b) Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo de la zona y situación del cruce, (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
c) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
d) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
e) Siempre que la profundidad de zanja bajo calzada sea inferior a 80 cm, se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que en este caso dentro del mismo tubo deberán colocarse siempre las tres fases.
f) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.6 Paralelismos

2.6.1 Baja Tensión

Los cables de Alta Tensión se podrán colocar paralelos a cables de Baja Tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se separan mediante ladrillo tipo macizo o bien se instalará uno de ellos bajo tubo.

2.6.2 Alta Tensión

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una protección de ladrillo entre ambas líneas o bien se colocará una de ellas bajo tubo.

2.6.3 Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 2 m. Esta distancia podrá reducirse a 25 cm entre canalizaciones cuando los cables de energía eléctrica o telecomunicación se instalen dentro de tubos, conductos o divisorias de materiales incombustibles de resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuanta lo especificado por el correspondiente acuerdo con C.T.N.E. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicación o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

2.6.4 Agua, Vapor, etc…

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,50 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos o divisorias de materiales incombustible de resistencia mecánica apropiada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre si no debe ser inferior a:

a) 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de paralelismo sea inferior a 100 m.

b) 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

2.6.5 Gas

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos. Siendo las distancias mínimas de 0,50 m.

2.6.6 Alcantarillado

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm, protegiéndose adecuadamente los cables cuando no pueda conseguirse esta distancia.

Depósitos de carburante

Entre los cables eléctricos y los depósitos de carburante, habrá una distancia mínima de 1,20 m, debiendo, además, protegerse apropiadamente el cable eléctrico.

2.6.7 "Fundaciones" de otros servicios

Cuando en las proximidades de la canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc. el cable se instalará a una distancia de 50 cm como mínimo de los bordes externos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia será de 150 cm en el caso en el que el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Cuando esta precaución no se pueda tomar, se empleará una protección mecánica resistente a lo largo del soporte y de su fundación prolongando una longitud de 50 cm a ambos lados de los bordes extremos de ésta.

2.7 Cruzamientos con vías de comunicación

2.7.1 Con vías públicas

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 120 cm. Los tubos o conductos serán resistentes, duraderos, estarán hormigonados en todo su recorrido y tendrán un diámetro mínimo de 15 cm que permita deslizar los cables por su interior fácilmente. En todo caso deberá tenerse en cuenta lo especificado por las normas y ordenanzas vigentes correspondientes.

2.7.2 Con ferrocarriles

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,60 m. Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril.

2.8 Cruzamientos con otros servicios

2.8.1 Baja tensión

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de Alta Tensión de los de Baja Tensión por medio de tubos, conductos o divisorias de ladrillos tipo macizo.

2.8.2 Alta tensión

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se separará el cruce mediante ladrillos de tipo macizo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.8.3 Con cables de telecomunicación

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 25 cm.

El cable eléctrico debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y que no debe haber empales sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

2.8.4 Agua, vapor, etc.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,25 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

2.8.5 Gas

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 25 cm. El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.8.6 Alcantarillado

En los cruzamientos de cables eléctricos con conducciones de alcantarillado deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción.

2.8.7 Depósitos de carburantes

Se evitarán los cruzamientos sobre depósitos de carburantes, bordeando estos el depósito debidamente protegidos a una distancia de 1,20 m del mismo.

2.8.8 Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarán importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenga, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

2.9 Tendido de cables

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

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

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

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

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

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

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

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

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

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

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

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

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

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 12 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

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

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

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

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

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

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

2.9.1 Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de ladrillo, siendo su anchura de 24 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 11,5 cm por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

2.9.2 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

2.9.3 Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

2.9.4 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

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

2.9.5 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

2.9.6 Puesta a tierra

Todas las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra en los extremos de cada cable y en los empalmes, con objeto de disminuir la resistencia global a tierra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
b) Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

2.10 Tensiones transferidas en M.T

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales.

2.11 Materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.12 Conductores

Serán los que figuran en el Proyecto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3. PLIEGO DE CONDICIONES: ZANJAS Y CIMENTACIONES

3.1 Excavación en zanjas

3.1.1 Generalidades

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el emplazamiento adecuado para las zanjas y pozos para la realización de las canalizaciones y cimentaciones del parque fotovoltaico.

3.1.2 Trazado

Se efectuarán las excavaciones con las alineaciones y desniveles previstos en los Planos del Proyecto, replanteos definitivos o con las modificaciones que, en su caso, indique la Dirección Facultativa.

3.1.3 Ejecución

La apertura de las zanjas y pozos podrán efectuarse con medios mecánicos o manuales. El fondo de las excavaciones se refinará y compactará para recibir la capa de hormigón de limpieza.

No se permitirá tener las excavaciones abiertas a su rasante final más de cuatro (4) días antes de la colocación de la cimentación. En caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberán dejar sin excavar unos veinte centímetros (20 cm) sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

3.1.4 Entibación de las excavaciones

El Contratista tomará las máximas precauciones para evitar desprendimientos, empleando para este fin las entibaciones adecuadas, obras definitivas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Estos trabajos, cualquiera que sea su naturaleza se encuentran incluidos en el precio correspondiente a esta unidad.

Se excavará hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Normalmente esta excavación suplementaria tendrá de quince a treinta (15 a 30) centímetros de espesor.

De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en especial en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas y propiedades, siempre de acuerdo con la Legislación vigente y las Ordenanzas municipales, en su caso.

Cuando por su naturaleza y a juicio de la Dirección Facultativa, el terreno a nivel de la rasante del fondo no asegure la completa estabilidad deberá procederse a su compactación o estabilización por los procedimientos que se indiquen.

El material procedente de la excavación se aplicará lo suficientemente alejado del borde de las excavaciones para evitar el desmoronamiento de éstas, o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores.

El material excavado no podrá colocarse de forma que entorpezca o impida el paso por caminos, accesos a propiedades, cauces de arroyos o ríos, ni que represente un peligro para construcciones existentes por presión directa o sobrecarga de terrenos contiguos.

3.1.5 Agotamiento de las excavaciones en zanjas

En caso de que las excavaciones cortasen el nivel freático o aflorasen filtraciones y la cuantía de las aportaciones en el interior de la misma hiciese necesario el agotamiento, se procederá durante el tiempo preciso para la adecuada terminación de la unidad de obra para la que había sido abierta.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3.2 Demoliciones

3.2.1. *Definición*

Se entiende por demolición la rotura o disgregación de obras de fábrica, o elementos, de forma que pueda efectuarse su retirada y ejecutar en sus emplazamientos las obras previstas.

La demolición deberá ajustarse a la forma, superficie, anchura, profundidad, etc., que las unidades de obra requieran, y que en todo caso se fijen por la Inspección de la obra.

3.3. Rellenos compactados

3.3.1. *Definición*

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

3.3.2. *Ejecución de las obras en general*

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

desecación por oreo, o por la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que por su forma pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel.

En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce (14) días desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

Para terrenos del tipo arenoso, el pisón será de tipo vibratorio.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4. PLIEGO DE CONDICIONES: EDIFICIOS

4.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de los edificios para inversores y centros de transformación y seccionamiento.

Las características de los aparatos y equipos están definidas en el Documento Memoria, por lo que en este Pliego sólo se definen los materiales no detallados en el citado documento.

4.2 Disposiciones generales

4.2.1 Seguridad en el trabajo

Durante la ejecución de las obras se cumplirán las disposiciones de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y cuantas otras disposiciones fuesen de aplicación de esta materia.

Asimismo se dispondrá de cuanto fuera preciso para el mantenimiento de máquinas, herramientas, material y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos con tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislantes o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

Los medios de protección personal (casco, gafas, guantes, cinturones, botas, etc) serán de empleo obligatorio, siempre que se precise eliminar o reducir los riesgos profesionales. Además de este equipo de protección personal se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado, tal como banquetas o alfombras aislantes, herramientas aislantes, etc.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.2.2 *Condiciones facultativas legales*

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por:

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 (BOE nº 139 de 09/06/2014).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 2 de Agosto de 2.002.

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.

4.2.3 *Condiciones para la ejecución por contrata*

Además de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, la contrata está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

Por el cliente, se facilitarán las instrucciones complementarias que se precisen para las relaciones con la contrata.

4.3 Condiciones de los materiales

Los componentes fundamentales de los edificios están suficientemente definidos en el documento Memoria y en los Planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la Relación de Materiales que figura en el Presupuesto.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4.3.1 Rellenos

Los rellenos se realizarán con zahorras seleccionadas, en capas que no superarán los 0,30 m. de espesor, compactados hasta conseguir el 95% del Ensayo Proctor Modificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

4.3.2 Hormigones

Será aplicable a la ejecución de los hormigones el contenido de la Instrucción para el proyecto y la ejecución de Obras de hormigón en masa o armado CÓDIGO ESTRUCTURAL, debiendo ser la resistencia característica a los 28 días de 150 y 220 kg/cm, entendiéndose por resistencia característica la indicada en dicha Instrucción CÓDIGO ESTRUCTURAL.

4.3.3 Aceros

El acero para armaduras para la ejecución de hormigón armado será del tipo AEH-400N y cumplirá las características geométricas y mecánicas indicadas en la EHE- 08.

4.4 Condiciones generales de ejecución de las obras

4.4.1 Excavaciones

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno.

Los productos de las excavaciones deberán ser depositadas en escombreras autorizadas.

4.4.2 Hormigones

Antes de verter hormigón sobre hormigón endurecido se limpiará la superficie de contacto mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado. El hormigón se

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

compactará por vibración hasta asegurar que se han rellenado todos los huecos, se ha eliminado el aire de la masa y refluye la lechada en la superficie.

Durante el primer período de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2ºC, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0'C durante las 4S horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40'C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

4.4.3 Encofrados

Los encofrados de madera o metálicos, serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, será indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm, ni suaves superiores a 6 mm, medidos sobre la regla patrón de 1 m. de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

4.4.4 Tierras

Cualquier elemento metálico que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5. PLIEGO DE CONDICIONES: OBRA CIVIL.

5.1 Objeto de pliego y descripción de las obras

El presente Pliego tiene por objeto definir las obras de ejecución de caminos y canalizaciones.

Incluye la definición de materiales, descripción del sistema de ejecución de las obras y criterios para la medición de las obras.

5.2 Disposiciones técnicas a tener en cuenta con carácter general

1. Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (CÓDIGO ESTRUCTURAL).
2. Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3 de 1975.
4. Norma Básica de la Edificación (N.B.E.-A.E.) "Acciones en la edificación".
5. Norma Sismorresistente
6. Disposiciones vigentes de seguridad y salud en el trabajo y cuantas disposiciones complementarias relativas a estos Pliegos se hayan promulgado.

5.3 Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características

5.3.1 Áridos para morteros y hormigones

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente de la Instrucción de Hormigón estructural CÓDIGO ESTRUCTURAL

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El tamaño máximo del árido grueso estará de acuerdo con las modificaciones según la normativa del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

5.3.2 Agua

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general cumplirá las condiciones que prescribe el CÓDIGO ESTRUCTURAL.

5.3.3 Cemento

Se usará cemento Tipo II cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-16) y las indicadas en el artículo correspondiente de la citada Instrucción del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

La dosificación mínima del cemento será la especificada en el CÓDIGO ESTRUCTURAL.

En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas u otros cementos especiales.

5.3.4 Morteros expansivos KN rellenos de huecos de hormigón

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansionantes de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0'5 y la proporción de expansión será del 3 % del peso del cemento.

5.3.5 Hormigones

La fabricación se realizará según lo establecido en el CÓDIGO ESTRUCTURAL

La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.

5.3.6 Aceros en redondos para armaduras

Todo el acero de este tipo será de dureza natural, tendrá un límite elástico característico como mínimo igual a 500 N/mm^2 (B-500 S), y cumplirá lo previsto en el CÓDIGO ESTRUCTURAL. Asimismo estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación s/norma UNE 36068:2011.

El material será acopiado en parque adecuado para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general.

Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre el que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.

5.3.7 Encofrados de madera de tabla

La madera para encofrados tendrá el menor número posible de nudos. Estos, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (l/7) de la menor dimensión de la pieza. En general será tabla de dos y medios (2'5) centímetros. En los paramentos vistos que figuren en Proyecto, o que la Dirección Facultativa determine, serán de tabloncillo de cuatro y medio (4'5) a cinco (5) centímetros y necesariamente cepillado.

Al colocarse en obra, deberá estar seca y bien conservada, ofreciendo la suficiente resistencia para el uso a que se destinarán.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se admiten variantes justificadas que requerirán aprobación específica previa de la Dirección Facultativa.

Los encofrados de madera de tabla para paramentos vistos, serán necesariamente de madera machihembrada, pudiendo recurriese al empleo de paneles industriales tipo COFRECO. El número de puestas del encofrado para paramentos vistos no será superior a quince. Se tratarán las juntas entre paneles para evitar la pérdida de Techada.

Los encofrados de madera de tabla para paramentos no vistos podrían constituirse con tabla suelta, aunque en todo caso se dispondrán los medios adecuados para evitar la pérdida de Techada.

5.3.8 Encofrados de madera aglomerada

En los paramentos definidos en Planos y Memoria se utilizará como encofrado madera en paneles de aglomerado de espesor no inferior a 16 mm. Los tableros y paneles utilizados serán de dimensiones regulares, sin recortes ni añadidos, pudiendo la Dirección de Obra rechazar la disposición de los paneles, los cuales deberán tener las mayores dimensiones posibles. Las juntas entre paneles se tratarán para evitar la pérdida de Techada. El número de puestas máximo será de diez.

La superficie de los tableros y paneles será en todo caso plana y regular.

5.3.9 Encofrado metálico

Tanto por prescripción del Proyecto como por propuesta del Contratista aceptada por la Dirección de Obra, se utilizarán encofrados en base de chapa metálica. Dichos encofrados deberán contar con la rigidez suficiente para evitar abombamientos y desplazamientos, no admitiéndose, por otro lado, elementos que presenten abolladuras o desgarros.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.3.10 Elementos de encofrado

Se entienden por elementos de encofrado los siguientes:

Berenjenos y junquillos, para matar aristas vivas o formar huellas. Estos elementos podrán ser de madera aunque es preferible que sean de material plástico, debiendo fijarse a los encofrados. Se dispondrán en todas aquellas aristas y líneas que fije la Dirección de Obra, debiendo poner especial cuidado en su alineación y en la disposición de las esquinas y vértices. Las dimensiones transversales de estos elementos deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Separadores del encofrado, para mantener las armaduras con el recubrimiento rígido. Estos elementos deberán ser de mortero de cemento cuando se trate de soportar parrillas planas o ferralla vertical con carga de hormigón de más de dos metros de altura. Para el caso de soporte de parrillas las piezas serán cúbicas, y con forma de mariposa para la ferralla de alzados. Queda prohibido la utilización de piezas cúbicas en alzados.

Para carga de hormigón inferior a dos metros de altura en alzados, o para soporte de parrillas de poco peso, se podrá utilizar elementos plásticos como separadores, con forma de disco, caballete, etc. Estos separadores no podrán utilizarse para barras mayores de D14. En todo caso deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Como soportes de parrillas podrán utilizarse patillas de ferralla, con rigidez suficiente.

El reparto de separadores y soportes por metro cuadrado de ferralla deberá ser suficiente para cumplir su cometido no debiendo colocarse más de los necesarios.

Espadas y latiguillos para atirantamiento de encofrados en alzados. Como norma general queda prohibida la utilización de latiguillos para el atirantamiento de encofrados entre sí. Para este cometido podrían utilizarse espadas recuperables o flejes perdidos. Las espadas recuperables podrán ser de modelos comerciales o con barra o alambre de armar. En ambos casos se alojarán, para su retirada posterior, en tubos rígidos de PVC embutidos en el hormigón. Estos tubos serán del menor diámetro posible para cumplir su misión y de rigidez suficiente para resistir el proceso de hormigonado. Deberán contar en su extremo con piezas troncocónicas plásticas que una vez retiradas favorezcan el sellado de estos orificios; Estos tubos plásticos deberán retirarse del núcleo del hormigón por calentamiento o tracción.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Como flejes perdidos se entienden piezas metálicas planas que queden perdidas una vez hormigonado: de este tipo de tirantes solo se admitirán aquéllas que permitan un descabezamiento de sus extremos y el posterior sellado con un elemento plástico. No se admite, pues, aquéllos que solo permiten el corte a ras de paramento de hormigón de la parte que sobresale.

Todos los orificios que queden en el hormigón debido a la colocación de espadas, deberán ser rellenados con un mortero ligeramente expansivo de forma que rellene la totalidad del hueco. La aplicación deberá hacerse preferiblemente con embudo en vertical. Este mortero será del mismo color del hormigón y en caso contrario deberá pintarse en los paramentos con Techada de forma que se dé el color de estos paramentos.

Todos los costes de estos elementos de encofrado y sus operaciones auxiliares se consideran incluidos en el precio del hormigón.

5.3.11 Elementos para entibaciones

Las entibaciones podrán efectuarse, salvo definición expresa, con elementos de madera o metálicos.

La madera que se destine a entibación de zanjas, apeos, cimbras, andamios y demás medios auxiliares, no tendrá otra limitación que la de ser sana y con dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner a cubierto la seguridad de la obra y del personal.

Cuando se utilicen paneles metálicos, éstos deberán estar diseñados para cumplir con su misión resistente y estar dotados de los elementos necesarios para su manejo con garantías de fiabilidad y seguridad.

En entibaciones cuajadas se utilizarán preferentemente puntales metálicos.

Igualmente, y salvo orden en contra de la Dirección de Obra, podrán utilizarse carros de elementos de entibación a base de paneles metálicos apuntalados entre sí mediante husillos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.3.12 Materiales para rellenos

Los materiales a emplear en cada una de las capas de relleno vendrán fijados en los Planos o Memoria.

Cuando se utilicen las definiciones de suelos inadecuados, tolerables, adecuados o seleccionados, éstas harán referencia al Art. 330.3.1 del P.G.3.

En caso alternativo la calidad del relleno se fijará en Planos y Presupuesto así como la procedencia de estos materiales.

Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72, NLT-107/72, NLT-l l l/72, NLT-l l 8/59 y N-LT-152/72.

5.3.13 Tierra vegetal

La tierra vegetal a suministrar para su colocación en obra habrá de ser de excelente calidad, el material estará lo más disgregado posible no admitiéndose la presencia de terrones o tormos. No contendrá piedras ni elementos extraños, así como ramas o vegetación. La procedencia deberá ser notificada previamente a la Dirección de Obra que podría exigir la presentación por escrito de la autorización del propietario de los terrenos para la retirada de esta tierra vegetal.

5.3.14 Tubos para canalizaciones eléctricas

Serán de policloruro de vinilo y se utilizarán en las conducciones entre registros. Serán de tipo rígido y sus espesores.

La longitud mínima de los tubos será de 6 metros y su unión se realizará con sistema de abocardado para machiembrado, convenientemente encolada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.3.15 Registros y obras de fábrica "in situ"

Se construirán con los materiales y según dimensiones especificados en los planos para cada uno de ellos, quedando afectado por las prescripciones exigidas para los materiales que los componen.

Los elementos complementarios normalizados como tapas y pates, deberán ser propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección de la Obra.

5.3.16 Marcos y tapas de registro

Los marcos y tapas de registro serán en todo caso de fundición nodular y de las dimensiones especificadas en los planos. Igualmente deberán contar con los elementos de cierre y maniobra que se especifiques, y su procedencia deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

5.3.17 Pates trepadores

Los pates, con las dimensiones que figuran en los planos, serán de Polipropileno reforzado, Aluminio con taco de polipropileno o Fundición nodular con revestimiento epoxídico.

5.3.18 Análisis y ensayos de los materiales

En relación con cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que la Dirección Facultativa de las obras juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios, la determinación de los procedimientos y normas a aplicar para la realización de los ensayos y análisis, y el enjuiciamiento o interpretación de sus resultados, será de la exclusiva competencia de la Dirección Facultativa de las obras, cualquiera que sea el Centro o Laboratorio que hubiere designado o aceptado para su realización. A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección Facultativa de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

las obras podrá rechazar aquellos materiales que considere no responde a las condiciones del presente Pliego.

Todos los gastos que se originen por los ensayos y análisis de los materiales serán a cargo del Contratista.

5.3.19 Materiales en instalaciones auxiliares

Todos los materiales que emplee el Contratista en instalaciones y obras que parcialmente fueran susceptibles de quedar formando parte de las obras de modo provisional o definitivo cumplirán las especificaciones del presente Pliego, incluyendo lo referente a la ejecución de las obras, pudiendo la Dirección de Obra rechazarlos por entender que no cumplen los niveles de calidad mantenidos en este Pliego.

5.3.20 Materiales no especificados en el presente pliego

Los materiales no incluidos en el presente Pliego serán de primera calidad, debiendo presentar el Contratista, para recabar la aprobación de la Dirección Facultativa de las obras, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos en los materiales a utilizar, con independencia del control de calidad propiamente dicho.

La Dirección Facultativa de las Obras podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan a su juicio, la calidad y condiciones necesarios al fin a que han de ser destinados.

5.3.21 Presentación de muestras

Antes de ser empleados en obra los diferentes materiales que la constituyen y de realizar acopio alguno, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa de las obras las muestras correspondientes para que ésta pueda realizar los ensayos necesarios y decidir si procede la admisión de los mismos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.3.22 Materiales que no reúnan las condiciones

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación que en él se exige, o cuando a falta de prescripciones específicas de aquél se reconocieran que no eran adecuados para su fin, la Dirección Facultativa de las obras podrá dar orden al Contratista para que los reemplace por otros que satisfagan las condiciones establecidas, siendo los costes de esta sustitución a cargo del Contratista.

En caso de incumplimiento de esta orden, o transcurridos 15 días desde que se ordenó su retirada sin que ésta se haya producido, la Dirección Facultativa podrá proceder a retirarlo por cuenta y riesgo del Contratista y debiendo abonar éste los gastos ocasionados.

5.3.23 Responsabilidad del contratista

La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista sobre la calidad de los mismos, que quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras en que se hayan empleado, excepto a lo referente a vicios ocultos.

5.3.24 Cualificación de la mano de obra

Todo el personal empleado en la ejecución de los trabajos deberá reunir las debidas condiciones de competencia y comportamiento que sean requeridas a juicio de la Dirección Facultativa de las obras, quien podrá ordenar la retirada de la obra de cualquier dependiente y operario del Contratista que no satisfaga dichas condiciones, sea cual sea su cometido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.4 Ejecución y control de obras

5.4.1 Condiciones generales

El Contratista deberá conocer suficientemente las condiciones de las obras, de los materiales utilizables y de todas las circunstancias que puedan influir en la ejecución y en el coste de las obras, en la inteligencia de que, a menos de establecer explícitamente lo contrario en su oferta de licitación, no tendrá derecho a eludir sus responsabilidades ni a formular reclamación alguna que se funde en datos o antecedentes del Proyecto que puedan resultar equivocados o incompletos.

En la ejecución de las obras el Contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar accidentes y para garantizar las condiciones de seguridad de las mismas y su buena ejecución y se cumplirán todas las condiciones exigibles por la legislación vigente y las que sean impuestas por los Organismos competentes.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social y de Seguridad e Higiene en el Trabajo y será el único responsable de las consecuencias de las transgresiones de dichas disposiciones en las Obras.

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumpliendo para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se describen en el presente Pliego. A este respecto se debe señalar que todos aquellos procesos constructivos emanados de la buena práctica de la ejecución de cada unidad de obra, y no expresamente relacionados en su descripción y precio, se consideran concluidos a efectos de Presupuesto en el precio de dichas unidades de obra.

5.4.2 Trabajos preliminares

Con conocimiento y autorización previa de la Dirección Facultativa el Contratista realizará a su cargo los accesos, acometidas eléctricas y de agua precisas para sus instalaciones y equipos de construcción, oficina, vestuarios, aseos y almacenes

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

provisionales para las obras, ocupación de terrenos para acopios e instalaciones auxiliares, habilitación de vertederos, caminos provisionales y cuantas instalaciones precise o sean obligadas para la ejecución de las obras.

El Contratista deberá señalizar las obras correctamente y deberá establecer los elementos de balizamiento y las vallas de protección que puedan resultar necesarias para evitar accidentes y será responsable de los accidentes de cualquier naturaleza causados a terceros como consecuencia de la realización de los trabajos y especialmente de los debidos a defectos de protección.

En las zonas en que las obras afecten a carreteras o caminos de uso público, la señalización se realizará de acuerdo con la Orden Ministerial del Ministerio de Obras Públicas de 14 de Marzo de 1960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

5.4.3 Replanteo

El replanteo general de las obras se efectuará de acuerdo con lo dispuesto en el art. 8 del Pliego de Condiciones Generales del Estado. En el acta que al efecto ha de levantar el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado, a plena satisfacción suya, la correspondencia en planta y cota relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos, donde están referidas las obras proyectadas, así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto sin que se ofrezca ninguna duda sobre su interpretación.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no existan o no sean suficientes para poder determinar alguna parte de la obra, la propiedad establecerá a su cargo, por medio de la Dirección Facultativa, las que se precisen para que puedan tramitarse y sea aprobada el Acta.

En obras de carácter lineal, y antes de la firma del Acta, es imprescindible confrontar las coordenadas, entre las diversas bases de replanteo de la obra; especialmente en cota z, en aquellos tramos que exijan una nivelación cuidadosa. El contratista comprobará

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

cuales son, si existen, las diferencias entre las coordenadas de las bases reflejadas en el proyecto y las reales, debiendo informar a la Dirección de la Obra las desviaciones observadas, evitando así, la ejecución de tramos defectuosos.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de la obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la Dirección Facultativa en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo parcial de la obra a ejecutar.

La Dirección Facultativa, por si por el personal a sus órdenes, puede realizar todas las comprobaciones que estime oportunas sobre los replanteos parciales. También podrá, si así lo estima conveniente, replantear directamente con asistencia del Contratista las partes de la obra que desee, así como introducir modificaciones precisas en los datos de replanteo general del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario se levantará Acta de estos replanteos parciales y, obligatoriamente, en las modificaciones del replanteo general, debiendo quedar indicada en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción o modificación de la obra ejecutada.

Todos los gastos del replanteo general, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del contratista. Los gastos de replanteo originados por cualquier variación debida a iniciativa de la Propiedad serán sufragados por ella.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y de las que indique la Dirección Facultativa de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que, sin dicha conformidad, se inutilice alguna señal, la Dirección Facultativa dispondrá se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otras, siendo de cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la Dirección Facultativa suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a causa de inutilizarse una o varias señales fijas, y ello hasta que sean sustituidas por otras una vez comprobadas y autorizadas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Cuando el Contratista haya efectuado un replanteo parcial para determinar cualquier parte de la obra general o de las auxiliares, deberá dar conocimiento de ello a la Dirección Facultativa para que ésta realice su comprobación si así lo cree conveniente y para que autorice el comienzo de esa parte de la obra.

Con carácter general, y siempre que lo ordene la Dirección Facultativa, deberá replantearse el contorno de los alzados antes de empezar la ejecución de los mismos.

5.4.4 Acceso a las obras

El Contratista deberá conservar permanentemente a su costa el buen estado de las vías públicas y privadas utilizadas por sus medios como acceso a los tajos. Si se deterioran por su causa quedará obligado a dejarlas, al finalizar las obras, en similares condiciones a las existentes al comienzo.

Lo anterior es aplicable al paso a través de fincas no previstas en las afecciones del Proyecto si el Contratista ha conseguido permiso de su propietario para su utilización.

En tanto no se especifique expresamente en la Memoria o el Presupuesto, la apertura, construcción y conservación de todos los caminos de acceso y servicios de obra son a cargo del Contratista.

5.4.5 Excavaciones

El movimiento de tierras se realizará de acuerdo con las rasantes, anchos y taludes que figuran en los planos y las que determine la Dirección Facultativa.

El Adjudicatario asumirá la obligación de ejecutar estos trabajos atendiendo a la seguridad de las vías públicas y de las construcciones colindantes y aceptará la responsabilidad de cuantos daños se produzcan por no tomar las medidas de precaución, desatender las órdenes del Director Facultativo o su representante o por defectuosa ejecución de los trabajos indicados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Deberán ejecutarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de los operarios, edificaciones, elementos de sustentación de instalaciones, siendo el Contratista responsable de los daños causados por no tomar las debidas precauciones.

El coste de las entibaciones se entiende comprendido en los precios fijados en los cuadros, salvo especificación en contra en Presupuesto.

Todos los paramentos de las zanjas y pozos quedarán perfectamente refinados y los fondos nivelados y limpios por completo.

Será por cuenta del Contratista la conservación en perfectas condiciones y la reparación, en su caso, de todas las averías de cualquier tipo, causadas por las obras de movimiento de tierras en las conducciones públicas o privadas de agua, electricidad, teléfonos, saneamiento, etc.

Asimismo y salvo especificación en contra en el Presupuesto, será de cuenta del Contratista los bombeos y agotamientos de la zanja o excavación para garantizar un trabajo en seco que asegure la calidad de la obra.

El Contratista será responsable de cualquier error de alineación o rasante, debiendo rehacer, a su costa, cualquier clase de obra indebidamente ejecutada.

En el caso en que el relleno se vaya a realizar con productos de excavación todos los materiales sobrantes se deberán transportar a vertedero estando incluido en el precio la carga, el transporte y el acondicionamiento del vertedero, así como los costes y responsabilidades inherentes a su utilización que serán de cuenta del Adjudicatario, éste deberá informar previamente a la Dirección Facultativa de la ubicación y características del mismo.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales, que sean de aplicación, de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Todas las canalizaciones que existan en la zona de excavación o próximas a ella, tanto si figuran o no en Proyecto, deberán ser localizadas previamente, y desviadas provisional o definitivamente por el Contratista, o reparadas en caso de rotura, cuyo coste se entiende incluido en los precios sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna en este sentido a la Propiedad. La aproximación a ellos deberá realizarse mediante excavación manual hasta recubrir totalmente el tramo afectado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Durante la ejecución de los trabajos, se deben examinar con frecuencia, sobre todo si se trata de voladuras, los taludes de los cortes y zonas adyacentes, llevando a cabo las obras de saneo necesarias con la mayor celeridad posible para evitar el deterioro que suele aumentar con el tiempo de exposición.

Se podrán emplear sistemas de excavación clasificada o no clasificada, es decir, clasificando las tierras por su dureza o admitiendo una única categoría (no clasificada) de "todo terreno".

Para la excavación clasificada se consideran tres tipos generales: Excavación en roca (uso de explosivos), Excavación en tierras de tránsito (uso de excavadoras pesadas) y Excavación en terreno blando (puede realizarse a mano o a máquina).

En el precio de la excavación van incluidas las operaciones adicionales necesarias para efectuar un acopio separado, y dentro de la zona de servidumbre dispuesta, de la capa de tierra vegetal que se extraiga de la zona superior de la excavación en las zonas de cultivo, así como las necesarias para posibles acopios intermedios de los productos de excavación.

Cuando la base de la zanja presente malas condiciones, a juicio de la Dirección Facultativa, podrá instalarse una base granular; aumentando para ello la profundidad necesaria de excavación con una anchura igual a la base de la zanja proyectada.

El ritmo de las excavaciones quedará supeditado a las instrucciones de la Dirección de Obra y otras prescripciones de este Pliego. En cualquier caso no se permitirá el ejecutar excavaciones que se prevea vayan a quedar abiertas por un espacio de tiempo en que puedan verse afectadas por las condiciones climatológicas.

5.4.6 Rellenos de tierras

Los rellenos no se ejecutarán sin la autorización expresa de la Dirección Facultativa.

No se aceptarán rellenos con detritos ni escombros procedentes de derribos o demoliciones, debiéndose emplear en los mismos los materiales más adecuados a tal fin.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El relleno de las zanjas se podrá realizar con materiales de excavación, si bien retirando los elementos de tamaño superior a 5 cm. El relleno se hará en tongadas de espesor no superior a 40 cm, compactando adecuadamente, hasta la cota de restitución de la tierra vegetal, desde donde se continuará con la tierra vegetal previamente seleccionada.

En el precio del relleno se considera incluido la carga y transporte en caso de haber tenido que efectuar acopios intermedios.

En el caso de rellenos de obras civiles lineales en que haya que rellenar trasdoses a ambos lados, este relleno se efectuará - obligatoriamente de forma simétrica, ascendiendo con el mismo de forma simultánea en ambos lados.

La Dirección Facultativa establecerá la zonificación y número de pruebas o ensayos de compactación, que deberán realizarse por un laboratorio homologado. El costo de estos ensayos de control sistemático será a cargo del Contratista. No se autoriza el relleno de una capa superior si previamente no se han realizado los ensayos de compactación de la capa inferior y sus resultados han sido satisfactorios a criterio de la Dirección Facultativa.

Los ensayos de PM., Proctor Modificado, se realizarán según la Norma Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

Los asientos producidos en las excavaciones de obras de fábricas o en zanjas de la conducción durante el período de garantía deberán reponerse bien superficialmente o sustituyendo el relleno existente según lo indique la Dirección Facultativa a cargo del Contratista de la obra, incluyendo los daños que como consecuencia de los asientos o de la propia reparación puedan producirse.

Se observarán asimismo las especificaciones al respecto contenidas en el art. 321 del PG-3.

5.4.7 Obras de hormigón en masa o armado

5.4.7.1 Consideraciones generales

En la ejecución de todas las obras de hormigón, ya sean en masa o armado, se seguirá en todo momento las prescripciones impuestas en la vigente instrucción para el proyecto

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

y ejecución de obras de hormigón en masa o armado, según el CÓDIGO ESTRUCTURAL y las observaciones de la Dirección Facultativa de la Obra.

El Nivel de Control para los Hormigones será el que se define en Planos y Memoria.

El Contratista antes de iniciar el hormigonado de un elemento informará a la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá iniciarse el vertido del hormigón.

En los ensayos de control, en caso de que la resistencia característica resultara inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de la Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro para la unidad de que se trata.

El control de calidad del hormigón y sus materiales componentes se ajustará a lo previsto en la Instrucción del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Respecto de los criterios de aceptación de un hormigón cuyos ensayos dan una resistencia de entre 0'9 y 1'0 fck se estará a lo dispuesto en el CÓDIGO ESTRUCTURAL, con la imposición de las siguientes sanciones económicas:

$$PA = (0,7 + 3(k - 0,9)\ pp$$

Donde:

Pa = precio abono

K = (Fck resultado)/(Fck proyecto)

pp = Precio proyecto

En caso de resistencia inferior al 90 % de la exigida, la Dirección de Obra podrá elegir entre la demolición del elemento, su aceptación mediante refuerzo si procede, o su aceptación sin refuerzo. En estos dos últimos casos la Dirección establecerá el precio a pagar.

Las decisiones derivadas del control de resistencia se ajustarán a lo previsto en la Instrucción del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

El Contratista si así se ordena suministrará sin cargo a la Dirección de Obra, o a quien ésta designe, las muestras necesarias para la ejecución de los ensayos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán a la Norma del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

5.4.7.2 Ejecución de las obras

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye, entre otras, las operaciones siguientes:

5.4.7.3 Preparación del tajo

Antes de verter el hormigón fresco, sobre la roca o suelo de cimentación o sobre la tongada inferior de hormigón endurecido, se limpiarán las superficies incluso con chorro de agua y aire a presión, y se eliminarán los charcos de agua que hayan quedado.

Previamente al hormigonado de un tajo, la Dirección de la Obra, podrá comprobar la calidad de los encofrados pudiendo exigir la rectificación o refuerzo de éstos si a su juicio no tienen la suficiente calidad de terminación o resistencia.

También podrá comprobar que las barras de las armaduras se fijen entre sí mediante las oportunas sujeciones, no permitiéndose la soldadura excepto en mallazos preelaborados, se mantendrá la distancia de las armaduras al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de aquella durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiéndose a este envolver los separadores sin dejar coqueras. Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras de las placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

No obstante estas comprobaciones no disminuyen en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de la obra resultante.

Para iniciar el hormigonado de un tajo se saturará de agua la superficie existente o tongada anterior y se mantendrán húmedos los encofrados.

5.4.7.4 Transporte del hormigón

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

características que poseían recién amasadas; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc.

Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que se impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

Cuando se empleen hormigones de diferentes tipos de cemento, se limpiará cuidadosamente el material de transporte antes de hacer el cambio de conglomerante.

5.4.7.5 Puesta en obra del hormigón

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h.) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá mortificarse este plazo si se emplean conglomerantes o aditivos especiales: pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurran favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación de obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2'5 m.) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m.) dentro de los encofrados, o colocarlo en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

Como norma general se recurrirá sistemáticamente a la puesta en obra del hormigón mediante bomba excepto en aquellos casos en que sea factible el vertido directo, y con caída de menos de 2'5 m., desde las canaletas propias de un camión hormigonera. El importe del bombeo del hormigón está incluido en el precio de esta unidad de obra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.4.7.6 Compactación del hormigón

Salvo en los casos especiales, la compactación del hormigón se realizará siempre por vibración, de manera tal que se eliminen los huecos y posibles coqueras, sobre todo en los fondos y paramentos de los encofrados, especialmente en los vértices y aristas y se obtenga un perfecto cerrado de la masa sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Si se avería uno de los vibradores empleados y no se puede sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, o el Contratista procederá a una compactación por apisonado aplicado con barra, suficiente para terminar el elemento que se está hormigonado, no pudiéndose iniciar el hormigonado de otros elementos mientras no se haya reparado o sustituido el vibrador averiado.

Las juntas de hormigonado no previstas en los planos, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

En ningún caso se pondrá en contacto hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su V' B' o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevean realizar los traba os, antelación que no será nunca inferior a quince días (15).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.4.7.7 Acabado del hormigón

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades.

Si a pesar de todas las precauciones apareciesen defectos o coqueras, se picará y rellenará con mortero especial aprobado por la D.F. del mismo color y calidad que el hormigón, para lo cual se pintará adecuadamente tras su puesta en obra.

En las superficies no encofradas el acabado se realizará con el mortero del propio hormigón. En ningún caso se permitirá la adición de otro tipo de mortero e incluso tampoco aumentar la dosificación en las masas finales del hormigón.

5.4.7.8 Observaciones generales respecto a la ejecución

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados. Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.

En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramientos, articulaciones, apoyos simples, etc.).

5.4.7.9 Desencofrado

Tanto en los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.), como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos que va a estar sometido durante y después del desencofrado

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Se pondrá especial atención en retirar todo elemento de encofrado que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

A título de orientación pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cemento portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

5.4.7.10 Curado

El curado deberá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón. Podrá hacerse mediante riego directo que no produzca deslavados o por otros sistemas capaces de aportar la humedad necesaria, aconsejándose el uso de arpilleras humedecidas.

El no efectuar las operaciones de curado es causa de penalización. Esta será impuesta por la Dirección Facultativa en la cuantía que estime oportuno, no teniendo derecho el Contratista a reclamación alguna por este concepto.

5.4.7.11 Armaduras a emplear en hormigón armado

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coquetas.

No se admitirá el soldado de barras entre sí, salvo en el caso de mallazos pre-elaborados.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

La separación de las armaduras paralelas entre sí será superior a su diámetro y mayor de un centímetro.

La separación de las armaduras a la superficie del hormigón será por lo menos igual al diámetro de la barra, y en todo caso lo que se marque en planos.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

En el caso de tener que recurrir a operaciones para el modificado de posición de barras, introducción de nuevas barras en hormigón endurecido, etc., se deberá contar en todo caso con la aprobación de la Dirección de Obra del método que se proponga.

5.4.8 Encofrados

5.4.8.1 Ejecución de obra

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas, fijas y variables 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.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de 5 mm para los movimientos locales y la milésima de la luz para los de conjunto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Cuando la luz de un elemento sobrepase los 6 m. se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrada y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de Techada, dado el modo de compactación previsto. Los distintos tipos de encofrados para cada paramento se reflejan en Planos o Memoria.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de madera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares (metálicos o plásticos) en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia.

Sin embargo será exigible la utilización de berenjenas para achaflanar dichas aristas en los casos en que se prevea en los planos o por orden de la Dirección de Obra. No se tolerarán imperfecciones mayores de 5 mm en las líneas de las aristas. Su coste está incluido en el precio de m de encofrado.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor para hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m.) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes y los mismos no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título orientativo se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

Todas las operaciones, mermas, elementos auxiliares, etc., necesarias para dar forma al encofrado, a sus encuentros con tuberías u otros elementos, y demás, se consideran incluidos en el precio del m2 de encofrado.

5.4.9 Montajes pates trepadores

La colocación de los pates trepadores se ejecutará introduciéndolos a presión en orificios practicados al efecto. Estos orificios se ejecutarán mediante taladro sobre el hormigón existente y tendrán las dimensiones especificadas por el fabricante o los que dicte en su caso la Dirección de Obra.

En el caso de utilizarse pates de fundición, éstos se introducirán en un orificio más holgado y se anclarán mediante la utilización de resinas epoxídicas o morteros de ligera expansión.

Los pates una vez colocados quedarán perfectamente alineados tanto vertical como horizontalmente dentro del pozo de registro.

La separación entre pates será de 30 cm., colocando el primero de ellos a 50 cm. del acceso.

La colocación de los pates se hará de tal forma que la presión ejercida para su introducción en los orificios taladrados no cause ningún desperfecto en el propio pate.

5.4.9.1 Pruebas a someter a los pates colocados

Los pates trepadores serán sometidos a pruebas de tracción y presión vertical una vez colocados en los registro

La fuerza mínima a la que serán sometidos a tracción será de 400 kg, no permitiéndose arrancamientos ni movimientos de éstos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

La presión vertical mínima a la que se someterán será de 200 kg, no permitiéndose como en el caso anterior ni arrancamientos ni movimientos de los pates trepadores.

Es obligación del Contratista disponer todo lo preciso para las pruebas y facilitar los aparatos de medida necesarios para realizar éstos, sin abono alguno ya que su coste está incluido en los precios de colocación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

6.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto es determinar las condiciones técnicas mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción de centros de transformación en edificio prefabricado.

Estas obras consisten en el suministro e instalación de los materiales necesarios para la construcción de centros de transformación en edificios.

La alteración de estas condiciones sólo será válida si ha sido propuesta expresamente mediante escrito a la Dirección de Obra (a estos efectos no son válidas otras condiciones impresas propuestas) y está aceptada por la representación legal de la propiedad.

6.2 REGLAMENTACIÓN

Los centros de transformación en edificios deberán ser ejecutados en concordancia con los siguientes Reglamentos, Normas y Especificaciones.

1) Ordenanza de Trabajo de las Industria de Energía Eléctrica (Orden de 30-07-70)
2) Ordenanzas Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo (B.O.C.16-03-71)
3) Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centrales de Transformación.
4) Otras especificaciones técnicas concretas dadas por el Director de Obra de la propiedad
5) Es de aplicación general y preferentemente en este Pliego de Condiciones, la Normativa UNE, Recomendaciones UNESA, Normas la propiedad, y como alternativa, las Normas de prestigio internacional reconocido que en cada caso se citen.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Celdas de media tensión

Una vez descargadas con ayuda de una grúa, se alineará la primera celda exactamente sobre su fundación, y se fijará provisionalmente para deslizamientos. Las demás celdas se irán adosando sucesivamente a las ya colocadas, ayudándose cuidadosamente por medio de palancas si necesario.

Después de haber situado en su lugar todas las celdas, se alineará el conjunto y se ensamblarán entre sí, mediante los tornillos necesarios.

A continuación, se procederá a montar las cumbreras, puertas y paneles.

Al objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de corte y seccionamiento, es imprescindible procurar una correcta nivelación. Las celdas deberán descansar sobre sus 4 puntos de apoyo y todo el grupo sobre el mismo plano, de tal forma que, no existan deformaciones por alabeos de las superficies de apoyo, por esfuerzos ejercidos por el amarre mecánico de las celdas adyacentes mal asentadas o por el esfuerzo de las barras de unión de los polos de los interruptores-seccionadores.

Una vez acoplados todos los grupos, se unirán a barras colectoras mediante puentes de unión con tornillos, teniendo en cuenta efectuar cuidadosamente el apriete de dichos tornillos, acopiándose a continuación las barras de tierra.

A continuación, se procederá al anclaje de la celda a la fundación.

Antes de introducirlos cables, las unidades deben estar definitivamente ancladas en su fundación. Para el montaje de los cables se retiran las partes desmontables de la placa de fondo para dejar libre acceso a la zona de trabajo, marcándolas debidamente con el fin de que, posteriormente puedan ser colocadas en su correspondiente lugar.

Con temperaturas inferiores a 0º C, no deben ser instalados los cables, pues pueden sufrir daños en el aislamiento al curvarlos.

Empujando lentamente desde abajo, y al mismo tiempo tirando desde arriba de los cables, se introducen estos en la unidad.

Deberá evitarse que el extremo del cable choque contra alguna parte inferior de la unidad con el riesgo de arañarlo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Es importante colocar los cables de tal manera que, sus extremos puedan subirse unos 50 cms. para la preparación de las botellas o para la fijación de terminales.

Durante la operación de montaje de celdas, se establecerá la continuidad de todo el circuito general de tierra de las celdas.

La conexión exterior al circuito de tierra puede realizarse en cualquiera de las celdas a conveniencia.

Transformador

El transformador será depositado, lo más próximo a su celda.

Desde allí, será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

Cuadros de B.T.

Los cuadros de baja tensión modulares se recibirán sobre el parámetro asignado, anclándolo al bastidor instalado a tal efecto.

Puentes de Alta y Baja tensión

La conexión entre las celdas media tensión y el transformador se realizará con cable de aislamiento seco de 12/20 kV.

Los cables de alimentación al transformador saldrán de su celda media tensión correspondiente, discurrirán por la canal de cables y por el tubo, hasta los bornes del transformador.

La disposición por los canales y tubos será la más corta, teniendo en cuenta los radios de curvatura a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes, y la norma UNE correspondiente.

Las conexiones desde el transformador al cuadro de B.T., se realizarán con el número de ternas de cables indicado en el proyecto, tendido por el recorrido más corto posible, sin que dificulte la colocación del transformador.

La longitud y disposición de estos cables, será la necesaria para permitir el cambio de transformador, sin necesidad de sustituirlos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación, procurando dejarlos bien peinados y colocados de modo que la evacuación de calor sea la mejor posible.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

Alumbrado

Los puntos de luz estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra. Permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida y se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acero.

Red de tierras

Se dispondrán dos instalaciones de puestas a tierra independientes entre sí, una puesta a tierra de protección (general) y otra puesta a tierra de servicio (neutros de baja tensión).

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren la perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

Puesta a tierra de Protección (general)

Se instalará el electrodo de puesta a tierra, formado por picas de 14 mm. de diámetro de acero cobreado de 2 metros de longitud y conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Para el cálculo de la configuración y del número de picas a colocar se utilizará el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, aprobado por la Dirección General de la Energía del Ministerio de industria, con fecha 2 de febrero de 1989.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Cuando el CT esté ubicado en un edificio que tenga sótano u otro impedimento que no permita instalar las picas en el propio CT, se podrán instalar las citadas picas fuera de CT, colocadas en hilera en una zanja de 0,8 metros de profundidad, calculando el número de picas a instalar y su separación según el método de cálculo indicado anteriormente; en este caso la conexión desde el CT hasta la primera pica se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV RV o DV.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del Centro, no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

En el piso se instalará una mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 6 mm., formando una retícula no inferior a 30 x 30 cm. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro.

Todas las partes metálicas empleadas en la fijación de los materiales de alta tensión y la cuba del transformador de potencia, irán unidas a la red de tierras.

Puesta a tierra de servicio (neutro de B.T.)

Con objeto de independizar los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable de Cu., aislado de 0,6/1 kV, RV o DV de 50 mm^2 de sección, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7.

La línea de tierra partirá del borne de B.T. del neutro transformador, y se llevará por una zanja de 0,8 metros de profundidad con picas de 14 mm. de diámetro de acero cobreado de 2 metros de profundidad.

La distancia de la toma de tierra al punto más próximo del centro de transformación no será inferior a 20 metros.

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de B.T., el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 10 ohmios.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7. LÍNEA AÉREA

7.1 OBJETO

El objeto es la definición de los requisitos que han de cumplir el suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción del tramo aéreo de la Línea de Media Tensión en proyecto.

7.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

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

7.2.1 Replanteo de apoyos

El servicio de topografía del Contratista comprobará los vértices y alineaciones que figuran en los planos de planta y perfil del Proyecto, con el fin de restituir sobre el terreno las banderas y estacas que hubieran desaparecido. Igualmente, se comprobará el perfil especialmente en aquellos puntos donde la distancia de los conductores al terreno sea menor, procediéndose a la toma de datos de todos aquellos nuevos elementos, tales como edificaciones, vías de comunicación, líneas, etc., que pudieran haber aparecido o hubieran sido omitidos en el levantamiento del Proyecto.

La situación de cada apoyo sobre el terreno se marcará de la forma siguiente:

Apoyos de alineación: Se realizará con tres estacas clavadas en el terreno. La estaca central determina el eje del apoyo y llevará rotulado el número del mismo; las otras dos estacas se pondrán equidistantes de la central en la dirección de la alineación (una hacia el origen y otra hacia el final de la línea) e irán marcadas con la letra “A”. En terreno rocoso se admitirán clavos o señales de pintura.

Apoyos de ángulo: Se realizará con cinco estacas clavadas en el terreno. La central determina el eje del apoyo y llevará el número del mismo. La bisectriz del ángulo formado por las dos alineaciones irá definida mediante dos estacas marcadas con la letra “B” (bisectriz), ubicadas una a cada lado de la central. Del mismo modo y perpendicular a la anterior se definirá el otro eje del apoyo formado por dos estacas situadas también a cada lado de la estaca central y marcadas con la letra “N” (normal).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Una vez estaquillados los ejes del apoyo, se situarán los ejes de las cuatro zancas que quedarán marcados con otras cuatro estacas numeradas como “1”, “2”, “3” y “4”.

En previsión de tener que ejecutar patas desiguales se medirán los desniveles respecto a la estaquilla central. Cuando la diferencia de nivel entre la estaquilla central y el eje de la zanca sea mayor de ± 0,70 metros se tomarán para cada zanca las cotas de dos puntos separados 1 metro y situados sobre la diagonal que definen los ejes del apoyo y de la zanca.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo del Contratista.

El Contratista entregará los datos del replanteo a la Dirección de Obra para su comprobación y aprobación por escrito mediante el Acta correspondiente, sin lo cual no podrán iniciarse los trabajos de excavación.

La reposición de estacas desaparecidas desde el momento del replanteo hasta el comienzo de la apertura de hoyos será por cuenta del Contratista.

7.2.2 Apertura de hoyos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar abiertas las excavaciones el menor tiempo posible, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 Km por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, esto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. En cualquier caso, los hoyos que queden abiertos de una jornada a la siguiente, deberán ser protegidos mediante cercas o cubiertos con tablas, con el fin de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen con derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones deberá retirarse allanando y limpiando el terreno circundante al apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un vertedero autorizado.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm, como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

terrenos con agua deberá precederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos.

En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que, en el momento de la explosión, no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

7.2.3 Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostramiento.

7.2.4 Cimentaciones

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y la colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón de 200 kg/cm^2 de resistencia característica.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El amasado del hormigón se realizará con hormigonera, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Los macizos de cimentación sobrepasarán el nivel del suelo en 40 cm como mínimo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma cónica, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 25% como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un tubo de PVC para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 60 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto al angular o montante.

7.2.4.1 Arena

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: de la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm, 100 cm^3 de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm^3. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm^3 se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8%.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm^3 de arena con una solución de sosa al 3% hasta completar 150 cm^3. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se realizarán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso): 1 parte de cemento / 3 partes de arena.

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm^2. Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado será desechada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silícea y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

7.2.4.2 Grava

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3% en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm, no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

7.2.4.3 Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico. Previa autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

7.2.4.4 Agua

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

7.2.4.5 Hormigón

Se empleará hormigón de resistencia característica 200 kg/m^2 fabricado en central o amasado in situ mediante hormigonera. En este último caso, el amasado del hormigón se efectuará vertiendo en la hormigonera los distintos componentes en el orden siguiente:

- Una parte de la dosis de agua (aproximadamente la mitad).
- El cemento y la arena simultáneamente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- La grava.
- El resto del agua hasta completar la dosis requerida.

Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida directamente en la hormigonera.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica según el ensayo del cono de Abrams.

7.2.4.6 Ejecución de las cimentaciones

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

En tiempo de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, podrá proseguirse el hormigonado, siempre con la autorización de la Dirección de Obra y tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Se podrán igualmente utilizar aditivos anticongelantes que deberán ser autorizados por el Director de Obra.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 10 cm de espesor, de manera que se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo, nivelando cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo e inmovilizándola mediante un dispositivo adecuado (plantilla).
- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- Después se rellenará de hormigón el foso, vertiendo el hormigón suavemente y por medio de un canal de chapa de gran pendiente en capas de 20 a 30 cm y vibrándolo a continuación. Durante el vertido del hormigón se prestará especial cuidado en no golpear el anclaje para no desnivelarlo. Una vez iniciado el hormigonado de un macizo no se interrumpirá éste hasta que no esté totalmente terminado.

No podrá retirarse la plantilla hasta pasadas 24 horas de la terminación del hormigonado. Este plazo será de 48 horas en el caso de utilización de cementos puzolánicos o siderúrgicos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

En aquellos apoyos donde sea necesario, por indicarse en los planos del Proyecto o porque lo solicite la Dirección de Obra, el Contratista estará obligado a la construcción de recrecidos de hormigón armado. Dichos recrecidos se ejecutarán sin junta con hormigón de las mismas características que el empleado en el resto de la cimentación. Las armaduras serán suministradas por el Contratista de acuerdo con los planos.

Los encofrados podrán ser de madera o chapa y se ejecutarán de manera que quede asegurada la estanqueidad de los mismos con el fin de evitar fugas de la lechada de cemento. Si son de madera, ésta tendrá una superficie lisa y se humedecerá suficientemente con agua antes de comenzar el hormigonado. En caso de utilizarse encofrados de chapa se podrán utilizar desencofrantes de calidad verificada, que serán sometidos a la aprobación del Director de Obra.

Se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

En aquellos apoyos que por las especiales características del terreno donde se asienten (roca, aluvión, etc.) sea aconsejable utilizar una cimentación especial, la Dirección de Obra estudiará la solución más adecuada y facilitará al Contratista toda la información necesaria para su correcta ejecución.

Las tolerancias dimensionales admisibles en la ejecución de las cimentaciones de los apoyos serán:

- De anclaje a anclaje en dirección de la línea: El error no será mayor de 2 mm para torres de alineación y 3 mm para las de amarre.
- De anclaje a anclaje en dirección transversal a la línea: El error no será mayor de 3 mm.
- De anclaje a anclaje en la diagonal del cuadrado o rectángulo que forman las testas de los anclajes: El error no será superior a 5 mm.
- De anclaje a anclaje en la nivelación de las testas: El error no será mayor del 0,2% de la distancia entre anclajes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.2.5 Armado e izado de apoyos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el conjunto de herramienta y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10%), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos con arreglo a los planos de montaje suministrados por el fabricante de los mismos.

Cuando la torre se monte sobre el suelo, se hará sobre un terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con calces de madera a fin de que no se produzcan deformaciones en las barras.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo no será el máximo, el cual se realizará una vez izado el apoyo. Así mismo, los tornillos se montarán con la tuerca hacia el exterior de la torre.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El procedimiento de izado será determinado por el Contratista, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización, ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

producir deformaciones permanentes. Se recomienda el izado con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o los montantes del poste.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante el empleo de llaves dinamométricas. Los tornillos deberán sobresalir de las tuercas, por lo menos, tres pasos de rosca. El apoyo deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que presentará una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2%.

Finalmente, una vez que se haya comprobado el perfecto montaje del apoyo, se procederá al graneteado de la tornillería (tres granetazos a 120º), con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, el Contratista dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

7.2.6 Tendido, tensado y engrapado de los cables

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores y cable de tierra, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramienta y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

7.2.6.1 Colocación de aisladores

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se realizará con el mayor cuidado y se limpiarán antes de su montaje definitivo en los apoyos.

Se tomarán las debidas precauciones para que los distintos elementos que componen la cadena no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no sufran esfuerzos de flexión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.2.6.2 Tendido de los conductores y cable de tierra

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores y cable de tierra debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores y cable de tierra.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc. Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, (en particular en los apoyos de ángulo y anclaje).

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando haya que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores y cable de tierra, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se realizará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

Los empalmes del cable de tierra se realizarán en caja de empalme dispuesta a tal efecto en parte baja de apoyo. El cable de tierra se fijará a herraje sujeto a montante de apoyo de manera que se realizará entrada y salida en la citada caja. Se realizará informe final de reflectometría que el Contratista entregará a Dirección Facultativa.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

7.2.6.3 Tensado, regulado y engrapado de los conductores y cable de tierra

Previamente al tensado de los conductores y cable de tierra, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la empresa Contratista estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores y cable de tierra, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y la comprobación del regulado se realizarán siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores y cable de tierra, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si, una vez engrapado el conductor, se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar y, si el conductor no se ha dañado, se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y deberá ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se realizará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se realizará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

7.2.7 Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser retiradas a vertedero, todo lo cual será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

7.2.8 Numeración de apoyos y aviso de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de “Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.2.9 Tomas de tierra

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y el cierre del foso y zanja para la hinca del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodos de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos se ubiquen en zonas transitadas, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

7.2.9.1 Electrodos de difusión

Cada apoyo dispondrá de picas de puesta a tierra de acero cobreado de Ø 14,6 mm y 2 m de longitud, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 95 mm^2 de sección. Como mínimo se instalarán dos picas conectadas a dos montantes diagonalmente opuestos del apoyo.

La cabeza de las picas, una vez hincadas, quedará como mínimo a 0,6 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Las picas deben quedar aproximadamente a unos 80 cm del macizo de hormigón. Cuando sea necesaria más de una pica, la separación entre ellas será, como mínimo, vez y media la longitud de una de ellas, pero nunca quedarán a más de 3 m del macizo de hormigón.

La puesta a tierra cumplirá lo indicado en el apartado 7 de la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

7.2.9.2 Anillos difusores

Se dispondrá de picas de puesta a tierra de acero cobreado de Ø 14,6 mm y 2 m de longitud, con un mínimo de dos instaladas diametralmente opuestas.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 95 mm^2. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 1 m de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m, como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

La puesta a tierra cumplirá lo indicado en el apartado 7 de la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

7.2.9.3 Comprobación de los valores

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos, así como el cumplimiento de los requisitos de la ITC-LAT-07 del Reglamento de líneas de alta tensión, en lo referente al sistema de puesta a tierra.

7.3 MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

7.3.1 RECONOCIMIENTO Y ADMISIÓN DE MATERIALES

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

7.3.2 APOYOS

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea serán metálicos de celosía, fabricados por IMEDEXSA, o similar.

Se podrá utilizar apoyos realizados por otro fabricante, siendo sus características equivalentes y sus alturas y esfuerzos resistentes iguales o, en su defecto, de valor superior. En cualquier caso, toda modificación de los apoyos a instalar respecto a lo reflejado en el presente proyecto deberá consultarse con la Dirección Facultativa.

7.3.3 HERRAJES

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 21006, 207009 y UNE EN 61284.

Los amortiguadores cumplirán con la Norma UNE EN 61897.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.3.4 AISLADORES

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre responderán a las especificaciones de la Normas CEI 120, CEI 815, UNE 21909, UNE-EN 61466-1-2, UNE 21009 y UNE 21128. En cualquier caso, el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

7.3.5 CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE 21018.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

8. ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD

Por parte de la Propiedad, y con la aprobación de la Dirección Facultativa, se encargará a un Laboratorio de Control de Calidad, con homologación reconocida, la ejecución del Control de Calidad de aceptación. Independientemente el Constructor deberá llevar a su cargo y bajo su responsabilidad el Control de Calidad de producción.

El Constructor deberá facilitar, a su cargo, al Laboratorio de Control designado por la Propiedad, las muestras de los distintos materiales necesarios, para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que estimase oportuno ordenar la Dirección Facultativa. Con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculo alguno en la buena marcha de la obra, las distintas muestras de materiales se entregarán con antelación suficiente, y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo.

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en período constructivo, bien terminadas, el Constructor facilitará al Laboratorio de Control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

En el presente proyecto, se detalla la relación de materiales con especificación de los controles a realizar, y su intensidad de muestreo, en su grado mínimo. El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los mismos conducirá al rechazo del material en la situación en que se encuentra, ya sea en almacén, bien acoplado en la obra, o colocado, siendo de cuenta del Constructor los gastos que ocasionase su sustitución. En este caso, el Constructor tendrá derecho a realizar a su cargo, un contraensayo, que designará el Director de Obra, y de acuerdo con las instrucciones que al efecto se dicten por el mismo. En base a los resultados de este contraensayo, la Dirección Facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el Constructor plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo origen.

Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones, y en el que por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material, y se juzgase como de posible utilización por parte de la Dirección Facultativa, previo el consentimiento de la Propiedad, el Director de Obra podrá actuar sobre la devaluación

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

del precio del material, a su criterio, debiendo el Constructor aceptar dicha devaluación, si la considera más aceptable que proceder a su sustitución. La Dirección Facultativa decidirá si es viable la sustitución del material, en función de los condicionamientos de plazo marcados por la Propiedad.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

9. PAGO DE LAS OBRAS

El pago de las obras se verificará por la Propiedad contra certificación aprobada, expedida por la Dirección Facultativa de ellas.

Los pagos dimanantes de liquidaciones tendrán el carácter de anticipas "a buena cuenta", es decir, que son absolutamente independientes de la liquidación final y definitiva de las obras, quedando pues sujetas a rectificación, verificación o anulación si procedieran.

En ningún caso salvo en el de rescisión, cuando así convenga a la Propiedad, serán a tener en cuenta, a efectos de liquidación, los materiales acopiados a pie de obra ni cualesquiera otros elementos auxiliares que en ella estén interviniendo.

Serán de cuenta del Constructor cuantos gastos de todo orden se originen a la Administración, a la Dirección Técnica o a sus Delegados para la toma de datos y redacción de las mediciones u operaciones necesarias para abonar total o parcialmente las obras.

Terminadas las obras se procederá a hacer la liquidación general que constará de las mediciones y valoraciones de todas las unidades que constituyen la totalidad de la obra.

Zaragoza, abril 2024
Fdo. Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada Nº 3.420 COIIAR
Al servicio de la empresa
Atalaya Generación S.L.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Índice general

Documento nº1: Memoria

Documento nº2: Presupuesto

Documento nº3: Pliegos de condiciones

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 6.1: ESYS MEMORIA

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO 3
2. ALCANCE 3
2.1. Instalaciones eléctricas provisionales 3
3. CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES DE LA OBRA 4
3.1. Ubicación 4
3.2. Presupuesto y Plazo de ejecución 4
3.3. Relación resumida de los trabajos a realizar 4
3.4. Personal Previsto 5
4. ANÁLISIS DE RIESGOS 6
4.1. Riesgos generales 6
4.2. Riesgos específicos 7
4.3. Maquinaria y medios auxiliares 10
5. ACTUACIONES PREVIAS 13
5.1. Servicios y redes de distribución afectados por la obra 13
5.2. Accesos, cerramientos y rampas 14
5.3. Señalización 14
5.4. Instalaciones de higiene y bienestar 15
5.5. Primeros auxilios 16
5.6. Medicina preventiva 16
5.7. Evacuación de accidentados 17
6. ACTIVIDADES PREVISTAS EN OBRA 18
6.1. Albañilería 18
6.2. Apertura de pozos 19
6.3. Asfaltado 20
6.4. Compactación y consolidación 20
6.5. Colocación de placas fotovoltaicas 21
6.6. Desbroce por medios mecánicos 21
6.7. Estructura de hormigón armado con cubilote 22

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.8. Estructuras metálicas. Colocación de perfiles tubulares ____ 23
6.9. Excavación mecánica- zanjas ____ 23
6.10. Excavación mecánica a cielo abierto ____ 24
6.11. Instalaciones eléctricas de baja tensión ____ 25
7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS ____ 26
7.1. Generales ____ 26
7.2. Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97) ____ 27
7.3. Protección de personas en instalación eléctrica ____ 28
7.4. Protecciones colectivas a utilizar en obra ____ 32
7.5. Equipos de protección individual ____ 33
7.6. Instalaciones eléctricas provisionales ____ 38
7.7. Indicativos visuales ____ 40
ANEXO I: NTP-278 Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras. ____ 66
Introducción ____ 66
Cortes sin entibación: taludes ____ 69
Cortes con entibación ____ 73
Sistemas de entibación usuales ____ 75
Otros sistemas de entibación ____ 78

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud, establece el conjunto de sistemas que permitan abordar de forma integral la seguridad, definiendo la línea de actuación a seguir en materia de prevención de riesgos en el trabajo en cada situación potencial de riesgo. Se seguirán las directrices que se establecen en el Proyecto de ejecución de la obra en el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones, así como el presente estudio, para evitar los accidentes laborales y de otra índole durante la ejecución de los trabajos. Por otra parte, se establecerán las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Ante la posibilidad de que puedan surgir otros riesgos, estos serán estudiados de la forma más profunda posible por el Coordinador de Seguridad en la obra, dándole respuesta inmediata.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, que establece los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben de tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos en Construcción.

2. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de estos.

2.1. Instalaciones eléctricas provisionales

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.
Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizadas en los apartados siguientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3. CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES DE LA OBRA

3.1. Ubicación

Las fincas destinadas para la implantación del PFV se encuentran situadas en el Término Municipal de Santa Eulalia del Campo, provincia de Teruel.

3.2. Presupuesto y Plazo de ejecución

El presupuesto de ejecución total de material de la obra asciende a la cantidad de 654.348,79 €. El plazo de ejecución se estima en 3 meses.

3.3. Relación resumida de los trabajos a realizar

La obra consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar la instalación del PFV RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN.

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos de construcción de las instalaciones en proyecto son básicamente, las siguientes:

- Replanteo y estaquillado.
- Implantación de obra y señalización
- Acopio y Manipulación de materiales
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Desbroce por medios mecánicos.
- Excavación mecánica en zanjas.
- Excavación mecánica a cielo abierto.
- Compactación y consolidación por medios mecánicos
- Apertura de pozos.
- Encofrado y obras de hormigón.
- Estructura de hormigón armado con cubilete.
- Estructura metálica, colocación de perfiles tubulares.
- Montaje de edificio prefabricado
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje
- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores aéreos
- Tendido de conductores subterráneos
- Colocación de accesorios (contrapesos, balizas y salvapájaros)
- Colocación de con placas fotovoltaicas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Albañilería.
- Asfaltado

3.4. Personal Previsto

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión media de diez (10) personas y una punta máxima de quince (15) personas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

4. ANÁLISIS DE RIESGOS

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.
Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

4.1. Riesgos generales

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud
- Inhalación de productos tóxicos.

4.2. Riesgos específicos

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.
Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el 3.1., más los específicos de su actividad.
A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

4.2.1. Excavaciones

Además de los generales, y pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

4.2.2. En voladuras

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.

4.2.3. Movimiento de tierras

En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevén los siguientes riesgos:

- Carga de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.
- Polvo ambiental.

4.2.4. Trabajos con ferralla

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

4.2.5. Trabajos de encofrado y desencofrado

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

4.2.6. Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos.

4.2.7. Manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

4.2.8. Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

4.2.9. Prefabricación y monte de estructuras, cerramientos y equipos

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos, herramientas sueltas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

4.2.10. Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobado o desestrobado de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).caída o vuelco de los medios de elevación.

4.2.11. Montaje de instalaciones. Suelos y Acabados

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

4.3. Maquinaria y medios auxiliares

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y los medios auxiliares.
La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cabrestante de izado.
- Cabrestante de tendido subterráneo.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alzabobinas, rodillos, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Miniretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida
- Comprobador de secuencia de fases
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras
- Pinzas amperimétrica
- Termómetros

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

4.3.1. Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

4.3.2. Medios de Elevación

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobado o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

4.3.3. Andamios, Plataformas y Escaleras

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Carda del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

4.3.4. Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

5. ACTUACIONES PREVIAS

5.1. Servicios y redes de distribución afectados por la obra

Las interferencias con redes de distribución de toda índole han sido causa de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

exacta en los planos con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos.

5.2. Accesos, cerramientos y rampas

5.2.1. Accesos

Antes de vallar la obra se establecerán accesos separados, cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria, se señalizará convenientemente la entrada y salida de los mismos.

5.2.2. Cerramientos

Como medida de protección se procederá al vallado perimetral de la obra con el objeto de impedir el paso de personas y vehículos ajenos a la misma, mediante malla electrosoldada de doble torsión y postes metálicos. La altura de dicha protección no será inferior a 2 metros y deberá estar bien señalizada por la noche.

5.2.3. Rampas

Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y al 8% en las curvas. El ancho mínimo será de 5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas. Serán practicables, drenando y evacuando las aguas de lluvias, y consistentes para la carga a soportar.

5.3. Señalización

Se atenderá siempre a las indicaciones de la siguiente señalización en esta obra, si bien se modificará según las necesidades de aquellas situaciones no previstas que surjan.

En la oficina de obra se instalará un cartel con los teléfonos de interés más importantes, utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los mismos en el menor tiempo posible.

En la entrada de personal a la obra se instalarán las siguientes señales:

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra
- Utilización obligatoria del casco.
- Peligro de caída de objetos.

En los cuadros eléctricos generales y auxiliares de obra se instalarán las señales de peligro eléctrico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

En las zonas donde exista peligro de caídas de altura se utilizarán las señales de peligro:

- Caídas a distinto nivel.
- Utilización obligatoria del cinturón de seguridad.

Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir del peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.), como complemento a las medidas de protección adecuadas.

En las zonas donde exista riesgo de incendio o explosión se instalarán las señales de prohibido fumar y señales de advertencia de la existencia de dicho peligro.

En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente en lugar visible.

En el recorrido de la maquinaria y camiones se dispondrá de las señales de advertencia de peligro, de prioridad, de prohibición de entrada, de restricción y de obligación que correspondan.

En aquellos trabajos que lo requieran se señalizará la obligación del uso del Equipo de Protección Individual correspondiente (gafas, guantes, botas, mascarillas, protectores auditivos, etc.)

5.4. Instalaciones de higiene y bienestar

5.4.1. Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

En presencia de sustancias peligrosas, humedad, suciedad, la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales.

Se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas en número suficientes. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para que cualquier

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Cuando con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberán tener lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuese necesario, cerca de los puestos de trabajo. Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuviesen separados, la comunicación entre uno y otro deberá ser fácil. Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales con un número suficiente de retretes y lavabos. Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

5.5. Primeros auxilios

Aunque el objetivo global de este Estudio de seguridad y salud es prevenir los accidentes laborales y enfermedades profesionales, existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario disponer de los medios de primeros auxilios necesarios para atender a los posibles accidentados.

5.5.1. Maletín-botiquín de primeros auxilios

El uso del maletín-botiquín de primeros auxilios será manejado por personas competentes (Jefe de obra).

El contenido, características y uso quedan definidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y particulares del presente Estudio de Seguridad y Salud.

5.6. Medicina preventiva

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista adjudicatario, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realice los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Y que así mismo, exija puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por él para esta obra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

5.7. Evacuación de accidentados

Se deberán disponer de caminos de acceso a través de los cuales puedan acceder los vehículos de evacuación de accidentados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6. ACTIVIDADES PREVISTAS EN OBRA

Durante la ejecución de los trabajos y por coherencia con los capítulos del presente Estudio, se plantea la realización de las siguientes actividades, con identificación de los riesgos que conllevan:

6.1. Albañilería

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Hundimientos. - Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones
- Caída de personas de altura.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.2. Apertura de pozos

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Ambientes pobres de oxígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atmósferas tóxicas, irritantes.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Explosiones.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Inundaciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Caída de personas de altura

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.3. Asfaltado

Riesgos más frecuentes:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

6.4. Compactación y consolidación

Riesgos más frecuentes:

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Ruido. - Vuelco de máquinas y/o camiones.

6.5. Colocación de placas fotovoltaicas

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Hundimientos
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas de altura.

6.6. Desbroce por medios mecánicos

Riesgos más frecuentes:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Cuerpos extraños en ojos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

6.7. Estructura de hormigón armado con cubilote

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

6.8. Estructuras metálicas. Colocación de perfiles tubulares

Riesgos más frecuentes:

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- M Caída de objetos y/o de máquinas
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas
- Golpe por rotura de cable
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones
- Caída de personas de altura.

6.9. Excavación mecánica- zanjas

Riesgos más frecuentes:

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

6.10. Excavación mecánica a cielo abierto

Riesgos más frecuentes:

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

6.11. Instalaciones eléctricas de baja tensión

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cortes o pinchazos por manejo de guías y conductores.
- Quemaduras por mechero durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- Riesgos detectados durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio.
- Electrocución o quemaduras por manejo de las líneas eléctricas.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Proyecciones de objetos y/c fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Exposiciones a fuentes luminosas peligros
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Vuelco de máquinas y/o camiones.

7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

7.1. Generales

7.1.1. Señalización

El R.D. 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de 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.

7.1.2. Tipos de señales

- Señales de advertencia:

Forma: .... triangular

Color de fondo: .... amarillo

Color de contraste: ....negro

Color de símbolo: .... negro

- Señales de prohibición:

Forma: .... redonda

Color de fondo:..... blanco

Color de contraste: .... rojo

Color de símbolo: ... . negro

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Señales de obligación:

Forma:.....redonda

Color de fondo.....azul

Color de símbolo.....blanco

- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: ....rectangular o cuadrada

Color de fondo.....rojo

Color de símbolo.....blanco

- Señales de salvamento o socorro:

Forma..... rectangular o cuadrada

Color de fondo.....verde

Color de símbolo.....blanco

- Cinta de señalización:

En caso de señalizar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalizará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45º.

- Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

7.2. Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97)

- Zonas donde se ejecuten tareas con:

- Baja exigencia visual.....100
- Exigencia visual moderada.....200
- Exigencia visual alta.....500
- Exigencia visual muy alta.....1000
- Áreas o locales de uso ocasional.....25
- Áreas o locales de uso habitual.....100

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Vías de circulación de uso ocasional.....25
- Vías de circulación de uso habitual.....50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurran las siguientes circunstancias:

- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad

Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

7.3. Protección de personas en instalación eléctrica

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por el instalador autorizado.

En la aplicación de lo indicado en el apartado 3A del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.
- Los cables serán adecuados a la carga que has de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de la obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: 3.3 + Tensión (en KV) 1 100 (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m).
- Tajos en condiciones de humedad muy elevadas.

Es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

Se acogerá a lo dispuesto en la MIBT 028 (locales mojados).

7.3.1. Andamios

Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente (Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97).Previamente a su montaje se habrán de examinar en obra que todos sus elementos no tengan defectos apreciables a simple vista, calculando con un coeficiente de seguridad igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esa tarea, y estará autorizado para ello por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, el Responsable Técnico del Contratista Principal a pie de obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra. Serán revisados periódicamente y después de cada modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudida sísmica o cualquier otra circunstancia que pudiera afectas a su resistencia o estabilidad.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

En el andamio tubular no se deberá aplicar a los pernos un par de apriete superior al fijado por el fabricante, a fin de no sobrepasar el límite elástico del acero restando rigidez al nudo.

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los 1 montantes se realizará sobre durmientes de tablones, carriles (perfiles en "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo. Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arrostrados con las diagonales correspondientes.

También se comprobará la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m2, no será superior a 1.80 m. Para soportar cargas inferiores a 125 Kg/m2, la longitud máxima de los montantes será de 2,30 m.

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m. Los montantes y largueros están grapados sólidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m como mínimo. Únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a 4 veces el lado más pequeño de su base. En el andamio de pórticos, se respetará escrupulosamente las zonas destinadas a albergar las zancas interiores de escaleras así como las trampillas de acceso al interior de las plataformas.

En el caso de tratarse de algún modelo carente de escaleras interiores, se dispondrá lateralmente y adosada, una torre de escaleras completamente equipada, o en último extremo una escalera "de gato" adosada al montante del andamio, equipada con aros salvajadas o siria de amarre tensada verticalmente para anclaje del dispositivo de deslizamiento y retención del cinturón anticaídas de los operarios.

Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

- Quedará un pasaje mínimo de 0.60 m libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0.80 m).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina herramientas y personas, será inferior a la carga de trabaja prevista por el fabricante.
- Reparto uniforme de cargas, sin provocar desequilibrios.
- La barandilla perimetral dispondrá de todas las características reglamentarias de seguridad enunciadas anteriormente.

El piso de la plataforma de trabajo sobre los andamios tubulares de pórtico, será el normalizado por el fabricante. En aquellos casos que excepcionalmente se tenga que realizar la plataforma con madera, responderán a las características establecidas más adelante.

Bajo las plataformas de trabajo se señalizará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un periodo de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de las mismas, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0.30 m, distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical. Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener en este caso 0.60 m de altura como mínimo.

Las pasarelas o rampas de intercomunicación entre plataformas de trabajo tendrán las características enunciadas más adelante.

7.3.2. Señales óptico-acústico de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberán permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para la indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.

Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destelleante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivos de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destelleantes, etc.).

7.4. Protecciones colectivas a utilizar en obra

- Barandillas de protección.
- Pasarelas.
- Escaleras portátiles.
- Cuerda de retenida.
- Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza.
- Redes de seguridad.
- Pescantes de sustentación de redes en fachadas.
- Condena de huecos horizontales con mallazo.
- Marquesinas rígidas.
- Plataforma de carga y descarga.
- Eslinga de cadena.
- Eslinga de cable.
- Sirgas.
- Plataforma de trabajo.
- Toldos.
- Interruptores diferenciales de sensibilidad 30 mA y 300 mA.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.5. Equipos de protección individual

Del análisis de riesgos efectuado, se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver con la instalación de la protección colectiva. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de personas que intervienen en la obra. Consecuentemente, se utilizará alguna de las contenidas en el siguiente listado para cada uno de los riesgos:

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto:

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

Quemaduras físicas y químicas:

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

Proyecciones de objetos y/o fragmentos:

- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.

Ambiente pulvígeno:

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con particulas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

Aplastamientos:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.

Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.

Atmósferas tóxicas, irritantes:

- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
- Impermeables, trajes de agua.

Atrapamientos:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

Atropellos y/o colisiones. Caídas de objetos y/o de máquinas:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Caída o colapso de andamios:
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes.

Caídas de personas a distinto nivel:

- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante.
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes.

Contactos eléctricos directos:

- Calzado con protección contra descargas eléctricas.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Guantes dieléctricos.

Contactos eléctricos indirectos:

- Botas de agua.

Contagios derivados de insalubridad ambiental de la zona. Cuerpos extraños en ojos:

- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos.

Exposición a fuentes luminosas peligrosas:

- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra radiaciones
- Mandil de cuero.
- Manguitos.
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactínico.
- Pantalla para soldador de oxicorte,
- Polainas de soldador cubre-calzado.
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

Golpe por rotura de cable:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores
- Guantes de protección frente a abrasión.

Pisada sobre objetos punzantes:

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante.

Hundimientos:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos

Incendios:

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Inhalación de sustancias tóxicas:
- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

Inundaciones:

- Botas de agua
- Impermeables, trajes de agua.

Vibraciones:

- Cinturón de protección lumbar.

Sobreesfuerzos:

- Cinturón de protección lumbar.

Ruido:

- Protectores auditivos.

Caídas de personas de altura:

- Cinturón de seguridad anticaídas.

En resumen, las protecciones individuales que se prevén utilizar son:

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante
- Calzado con protección contra descargas eléctricas.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra radiaciones.
- Mandil de cuero
- Manguitos
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactínico.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Polainas de soldador cubre-calzado.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
- Botas de agua.
- Impermeables, trajes de agua

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Cinturón de protección lumbar.
- Protectores auditivos.

7.6. Instalaciones eléctricas provisionales

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

7.6.1. Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 OHMIOS.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

7.6.2. Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.6.3. Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

7.6.4. Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

7.6.5. Normas de carácter General

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

7.6.6. Estudio de revisiones de mantenimiento

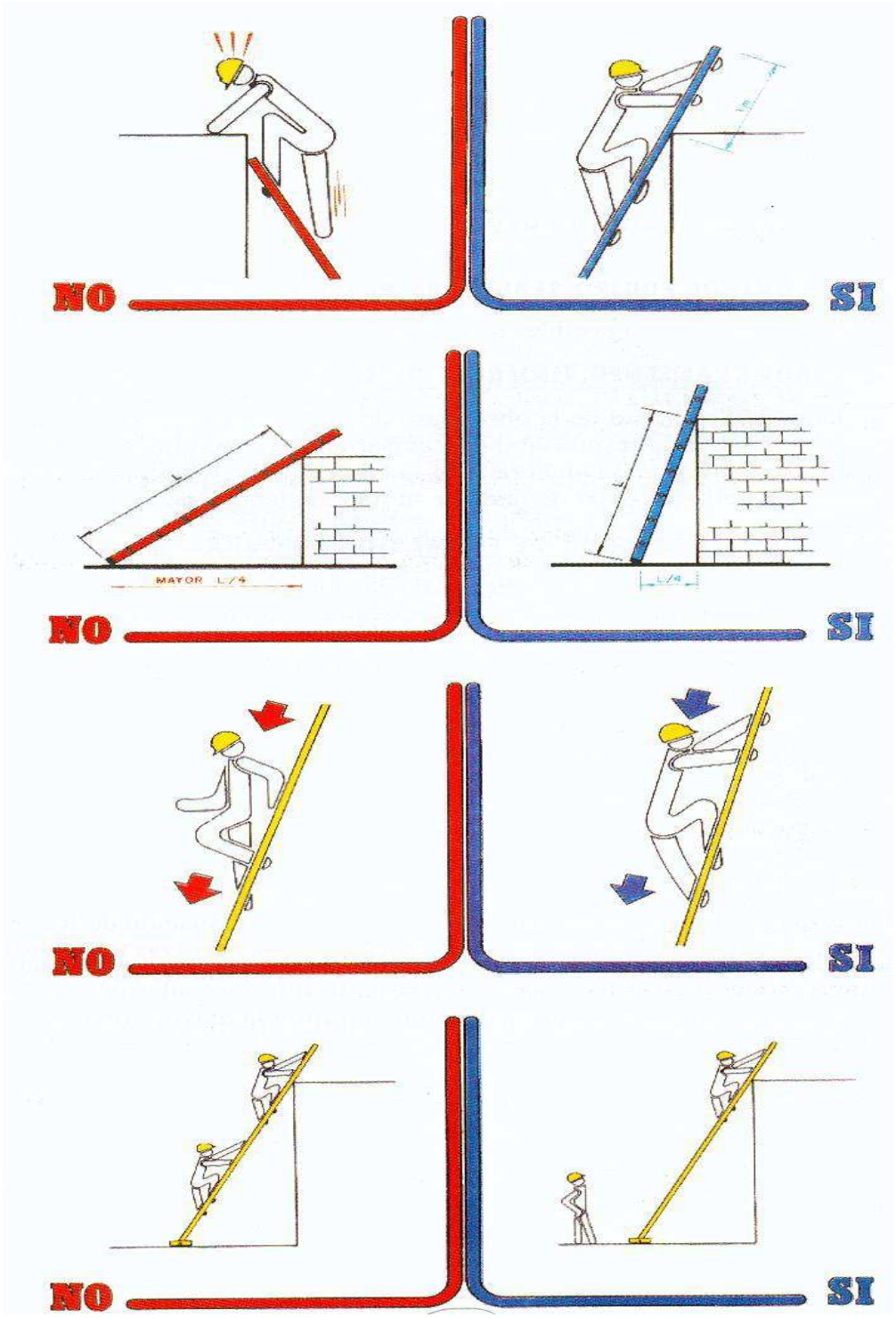
Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7.7. Indicativos visuales

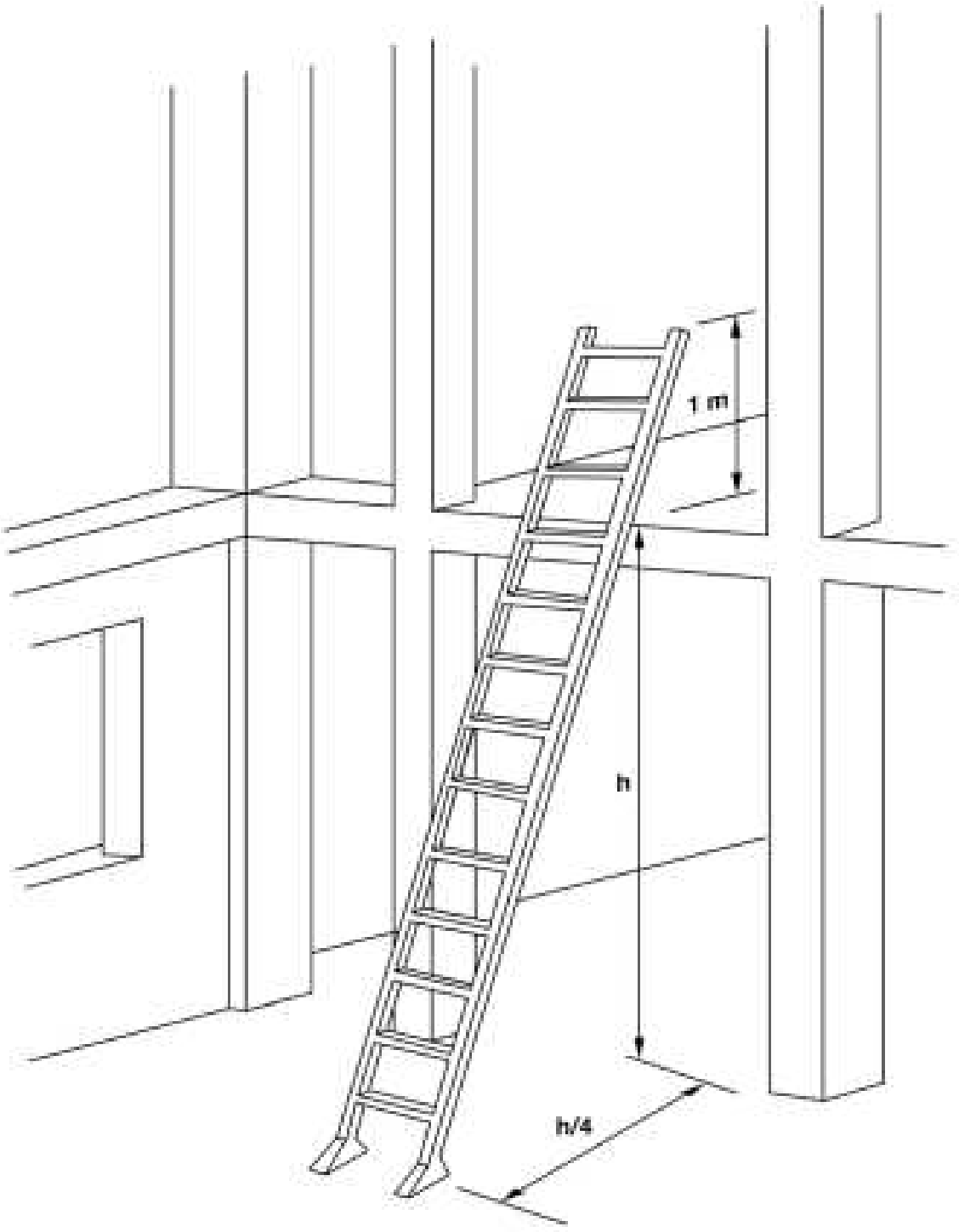
ESCALERAS DE MANO I



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

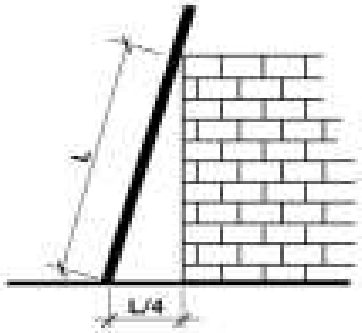
ESCALERAS DE MANO II



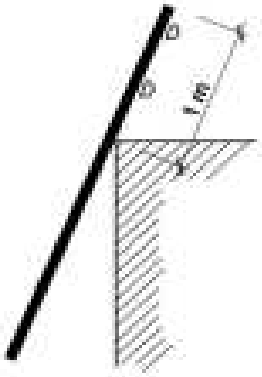
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

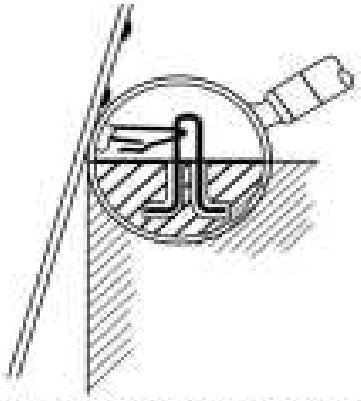
ESCALERAS DE MANO III



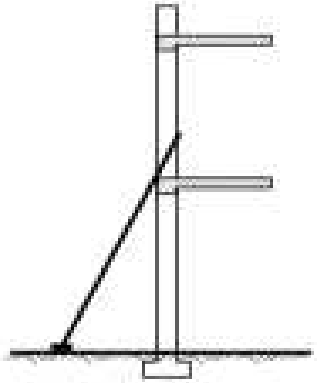
INCLINACIÓN RECOMENDADA



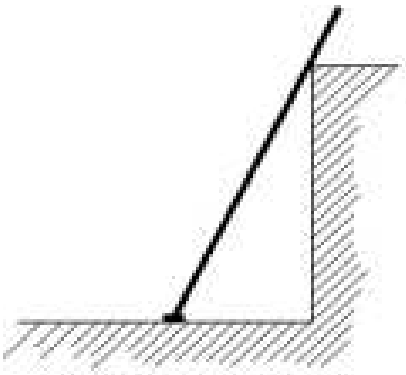
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



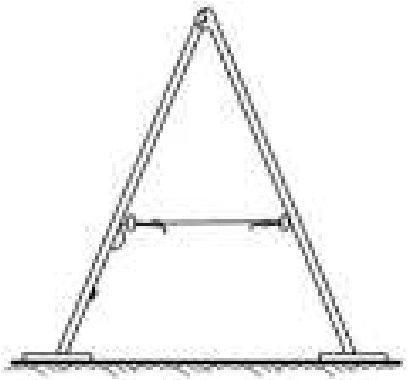
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



UN SOLO USUARIO A LA VEZ



LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

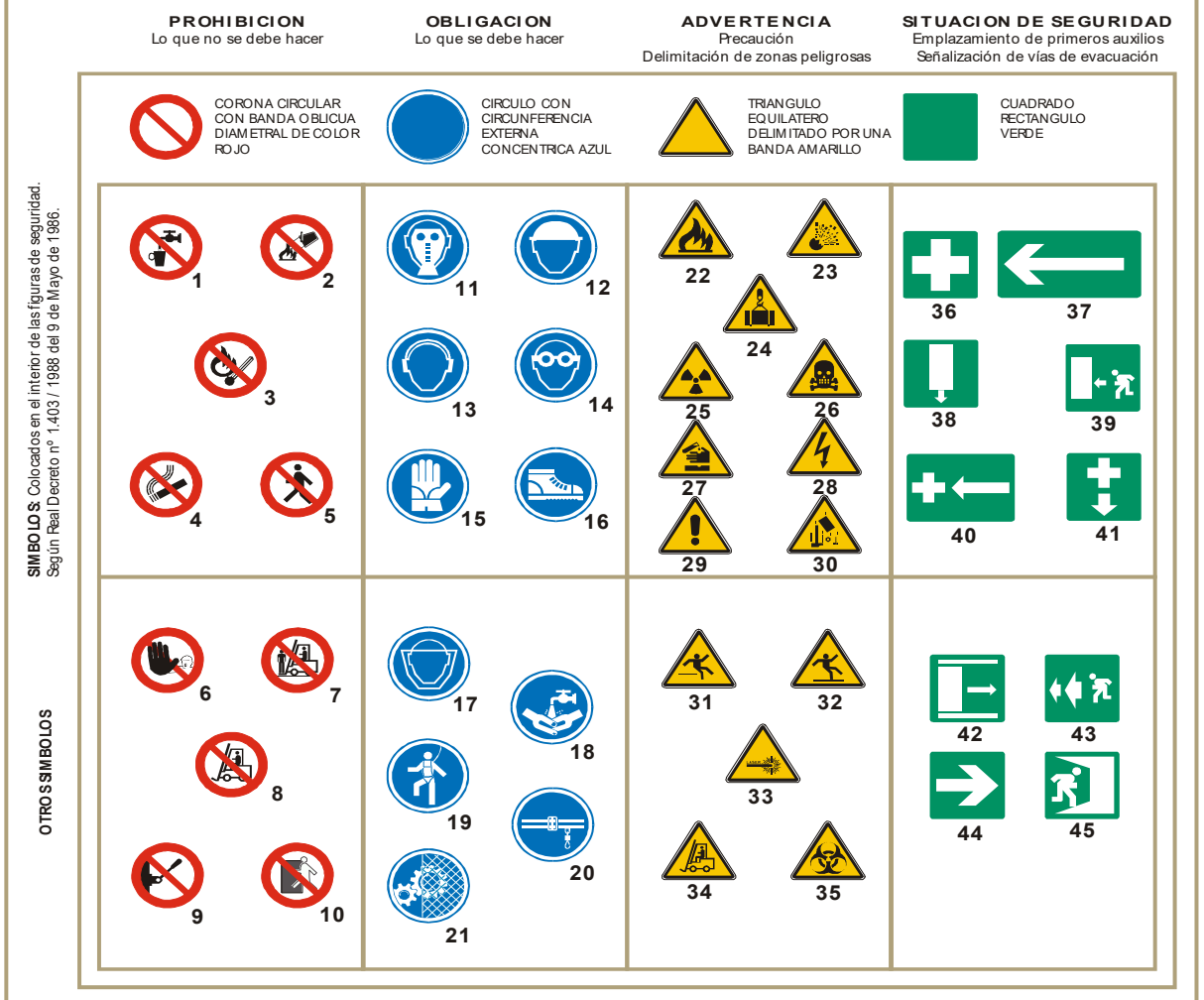
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

SEÑALIZACIÓN I

SEÑALIZACION

La señalización de seguridad en los lugares de trabajo tiene como misión llamar la atención rápidamente sobre objetos y situaciones que pueden provocar peligros.
Así como indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.
Las señales de seguridad se dividen en cuatro categorías, teniendo cada una de ellas una forma y color diferentes.



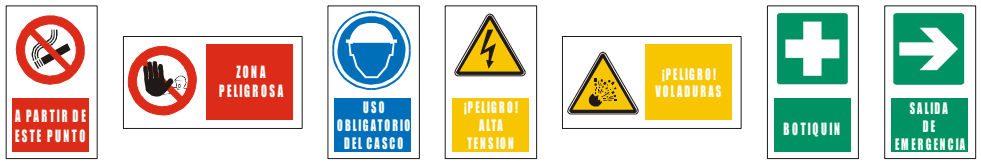
1. Agua no potable
2. Prohibido apagar con agua
3. Prohibido encender fuego
4. Prohibido fumar
5. Prohibido el paso a peatones
6. Alto! No pasar
7. Prohibido transportar personas
8. Prohibido el paso a carretillas
9. Prohibido accionar
10. No utilizar en caso de emergencia
11. Uso obligatorio de mascarilla
12. Uso obligatorio de casco
13. Uso obligatorio de protectores auditivos
14. Uso obligatorio de gafas
15. Uso obligatorio de guantes
16. Uso obligatorio de botas
17. Uso obligatorio de pantalla protectora
18. Es obligatorio lavarse las manos
19. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
20. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
21. Uso obligatorio de protector fijo
22. Riesgo de incendio
23. Riesgo de explosión
24. Riesgo de cargas suspendidas
25. Riesgo de radiación
26. Riesgo de intoxicación
27. Riesgo de corrosión
28. Riesgo eléctrico
29. Peligro indeterminado
30. Caída de objetos
31. Caídas a distinto nivel
32. Caídas al mismo nivel
33. Radiaciones láser
34. Paso de carretillas
35. Riesgo biológico
36. Equipo primeros auxilios
37. Dirección de socorro
38. Localización salida de socorro
39. Dirección hacia salida de socorro
40. Dirección hacia primeros auxilios
41. Localización primeros auxilios
42. Salida de socorro. Deslizar
43. Dirección hacia salida de socorro
44. Vía de evacuación
45. Salida en caso de emergencia

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

SEÑALIZACIÓN II

SEÑALES CON ROTULO: Si la señal de seguridad necesita una información adicional puede ser añadida mediante un rótulo.



SEÑALES COMBINADAS: Recomendables cuando el riesgo requiera más de un tipo de señal para comunicar el mensaje de seguridad.

SEÑALES CONTRA INCENDIOS: Indican la localización de equipos e instalaciones de extinción.

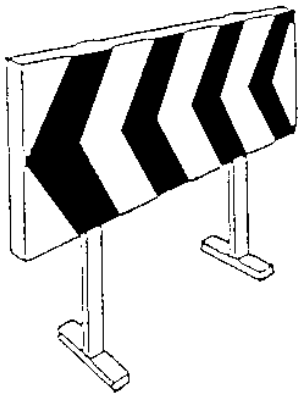
SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

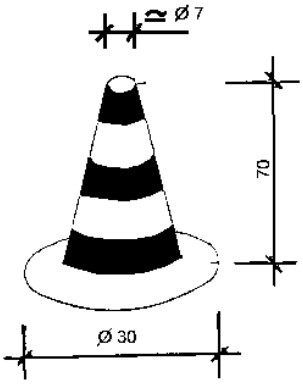
Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

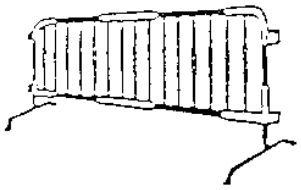
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

SEÑALIZACIÓN III

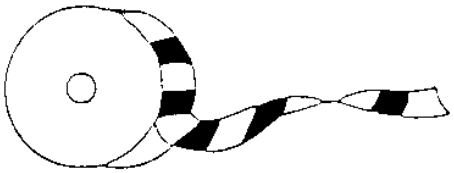




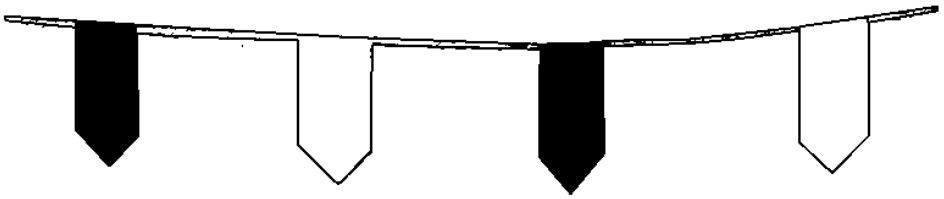
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO



CINTA BALIZAMIENTO

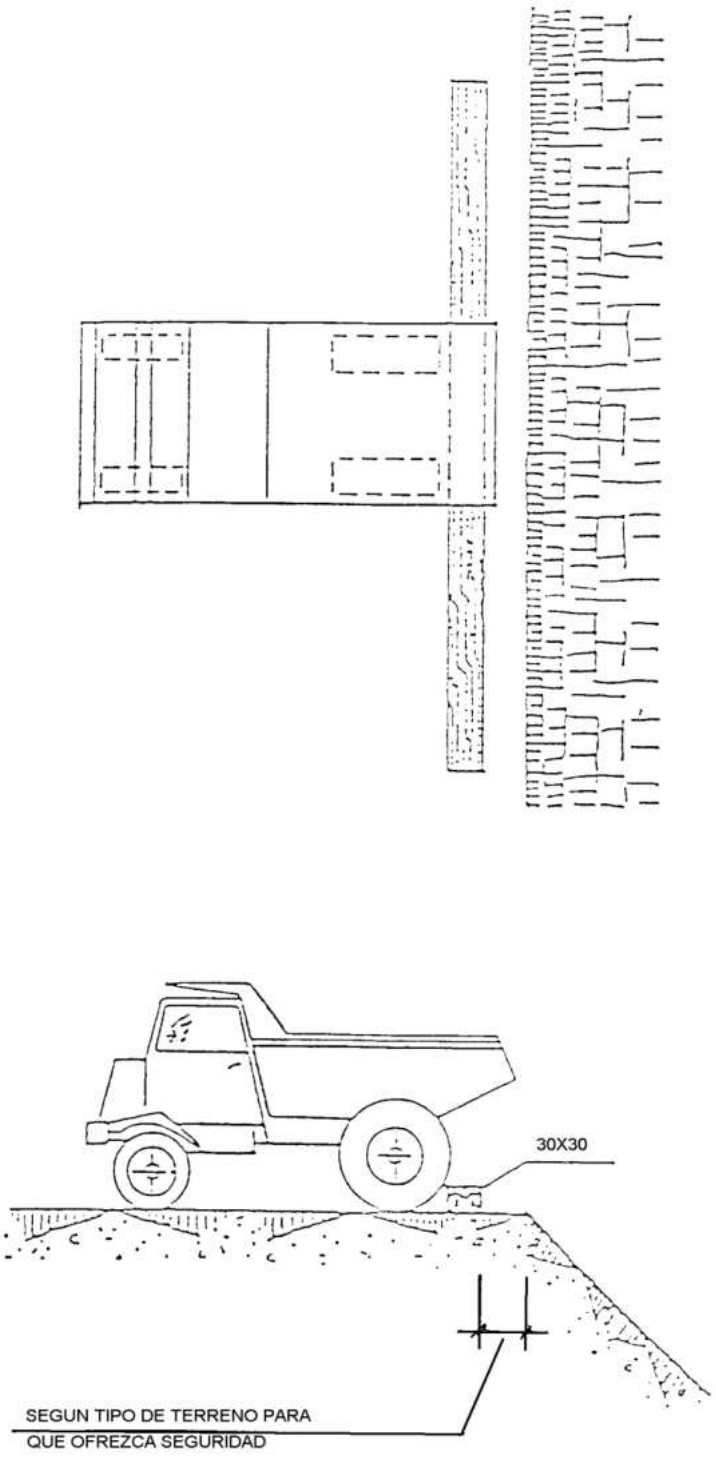


CORDON BALIZAMIENTO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

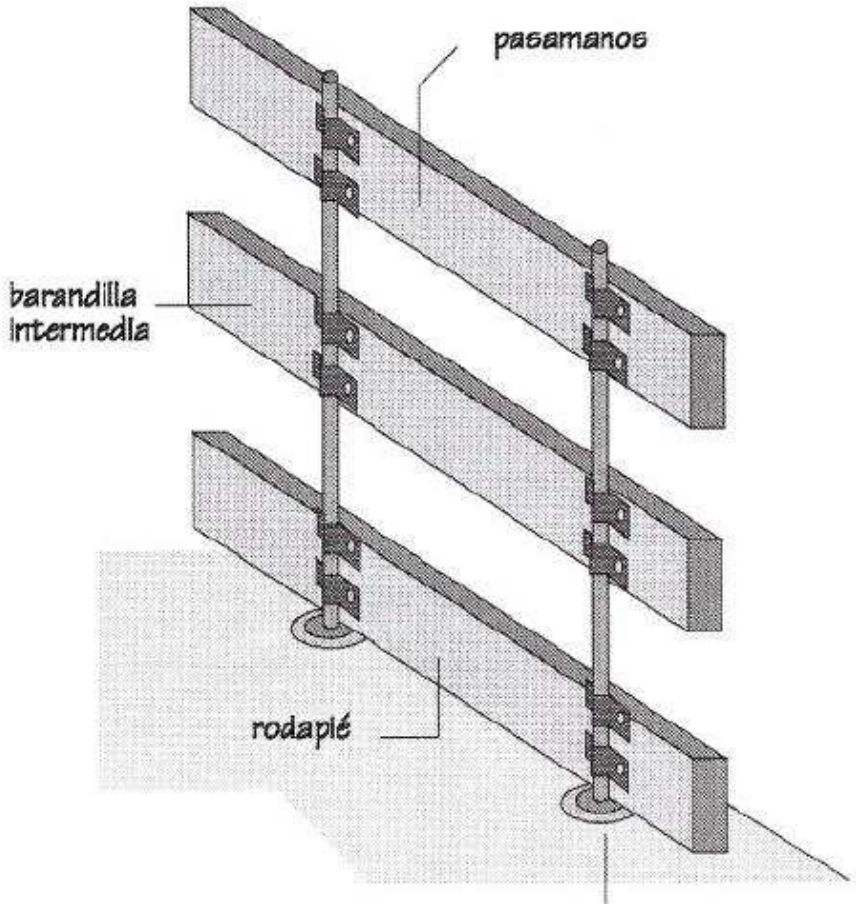
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

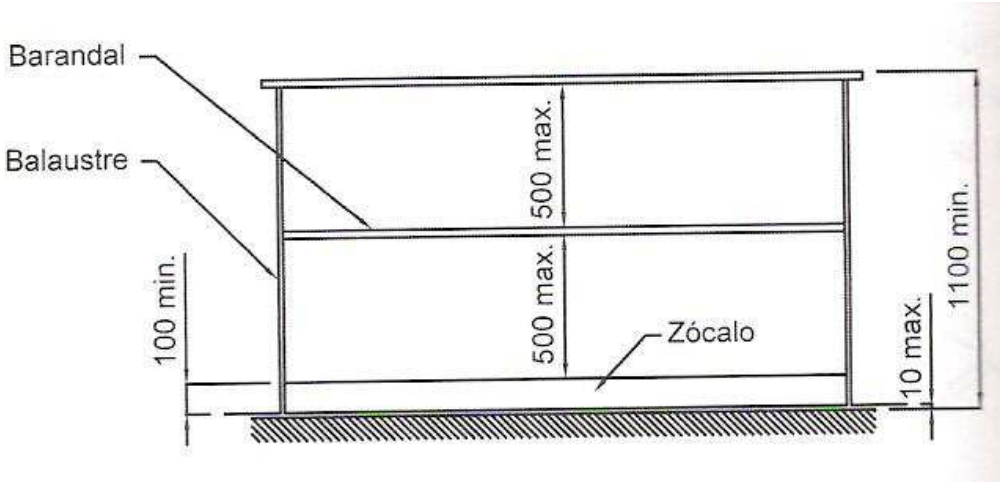


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

BARANDILLA DE PROTECCIÓN

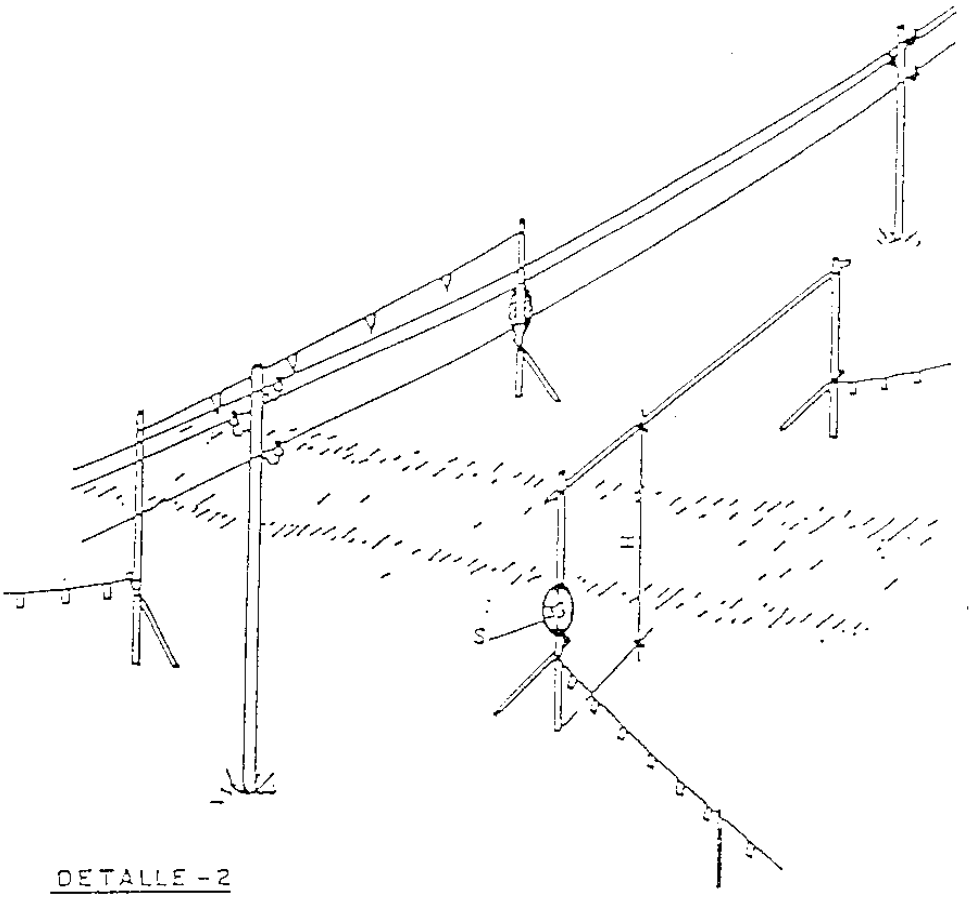




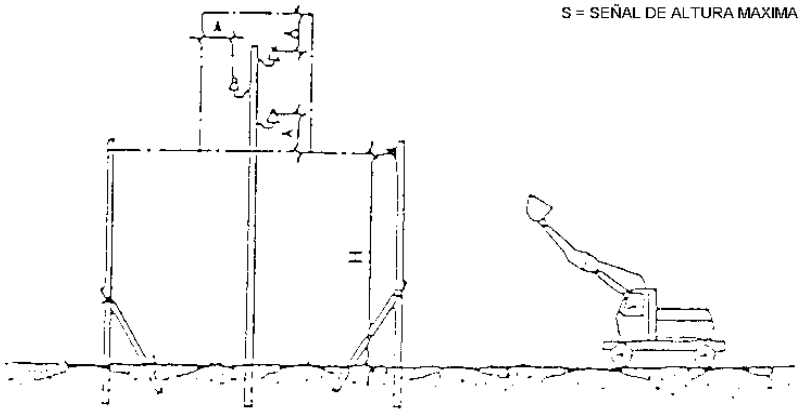
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



DETALLE - 2

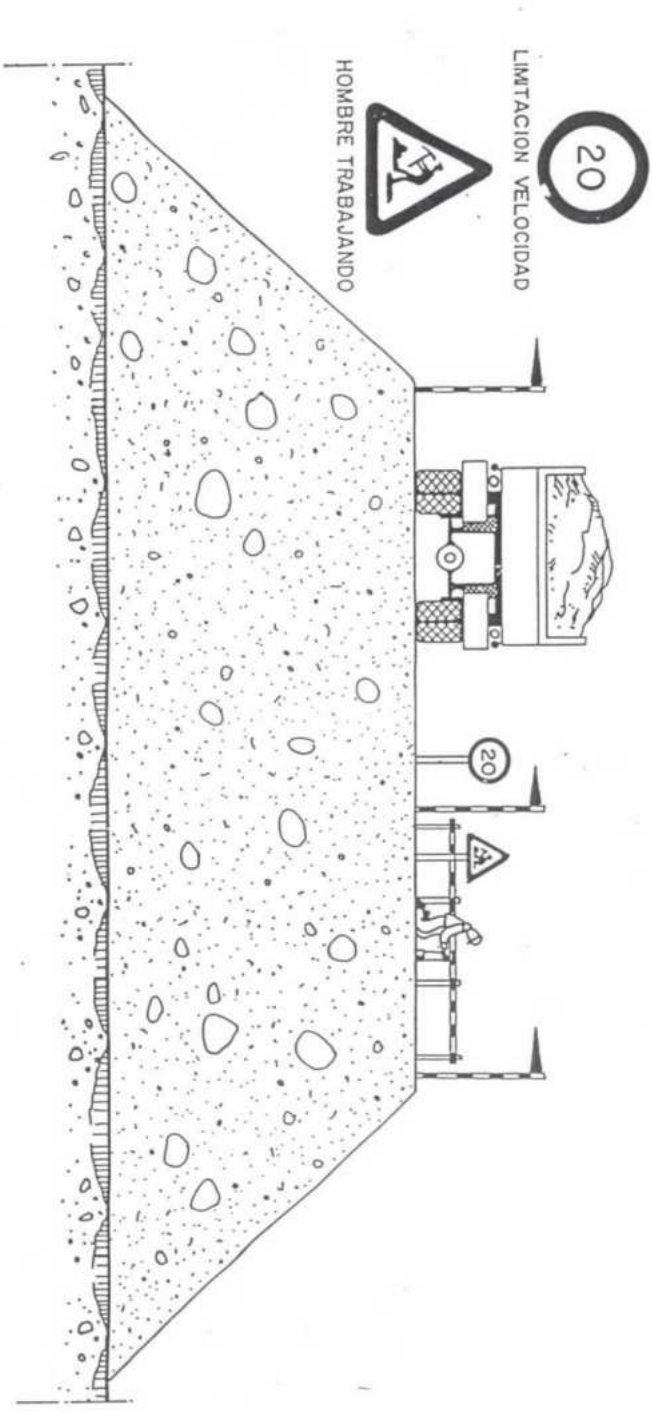


H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

TERRAPLENES Y RELLENOS



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

CODIGO DE SEÑALES DE 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

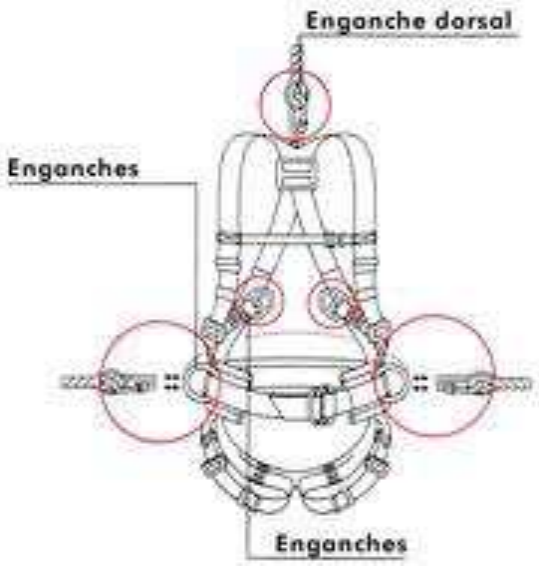
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

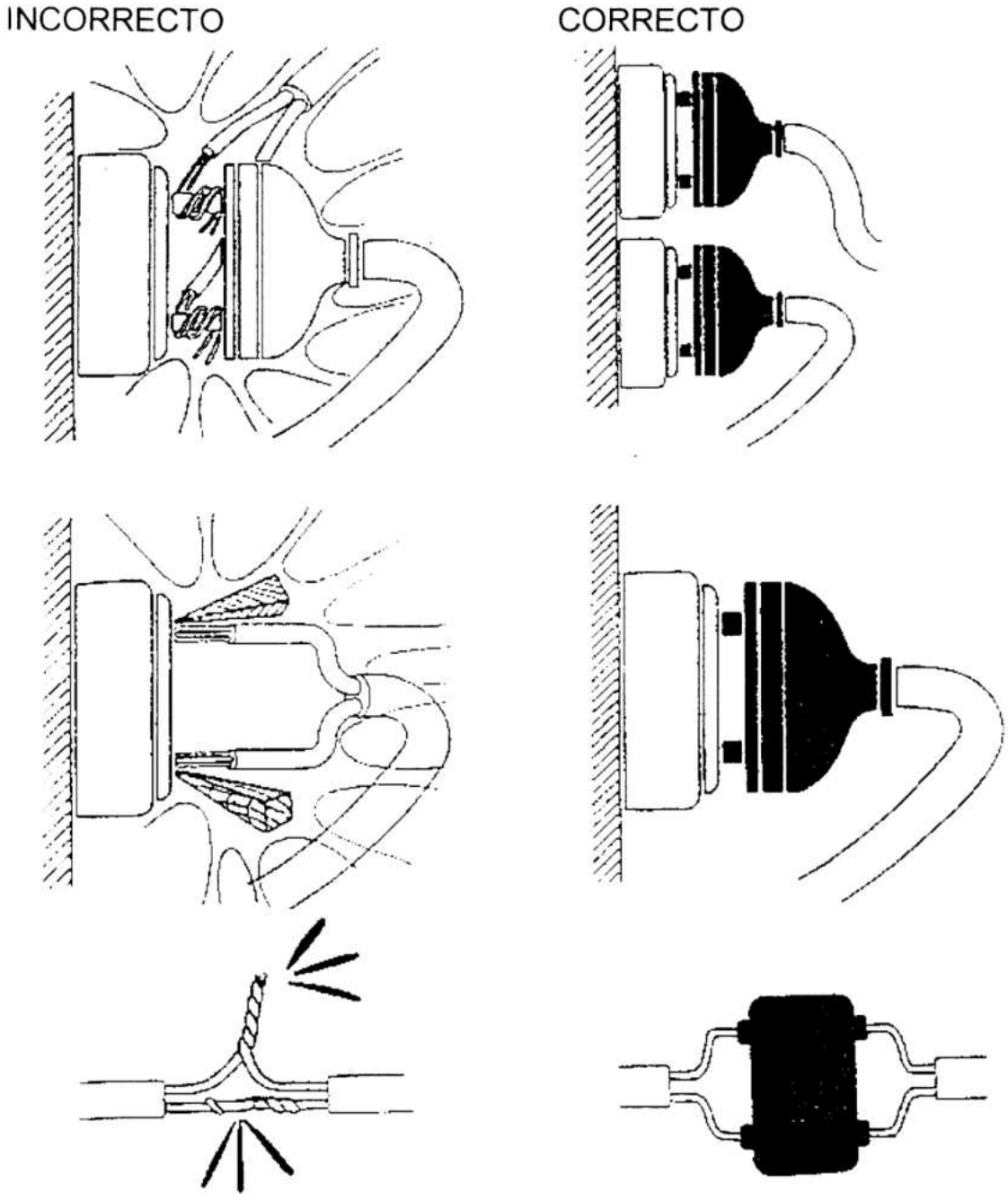
EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

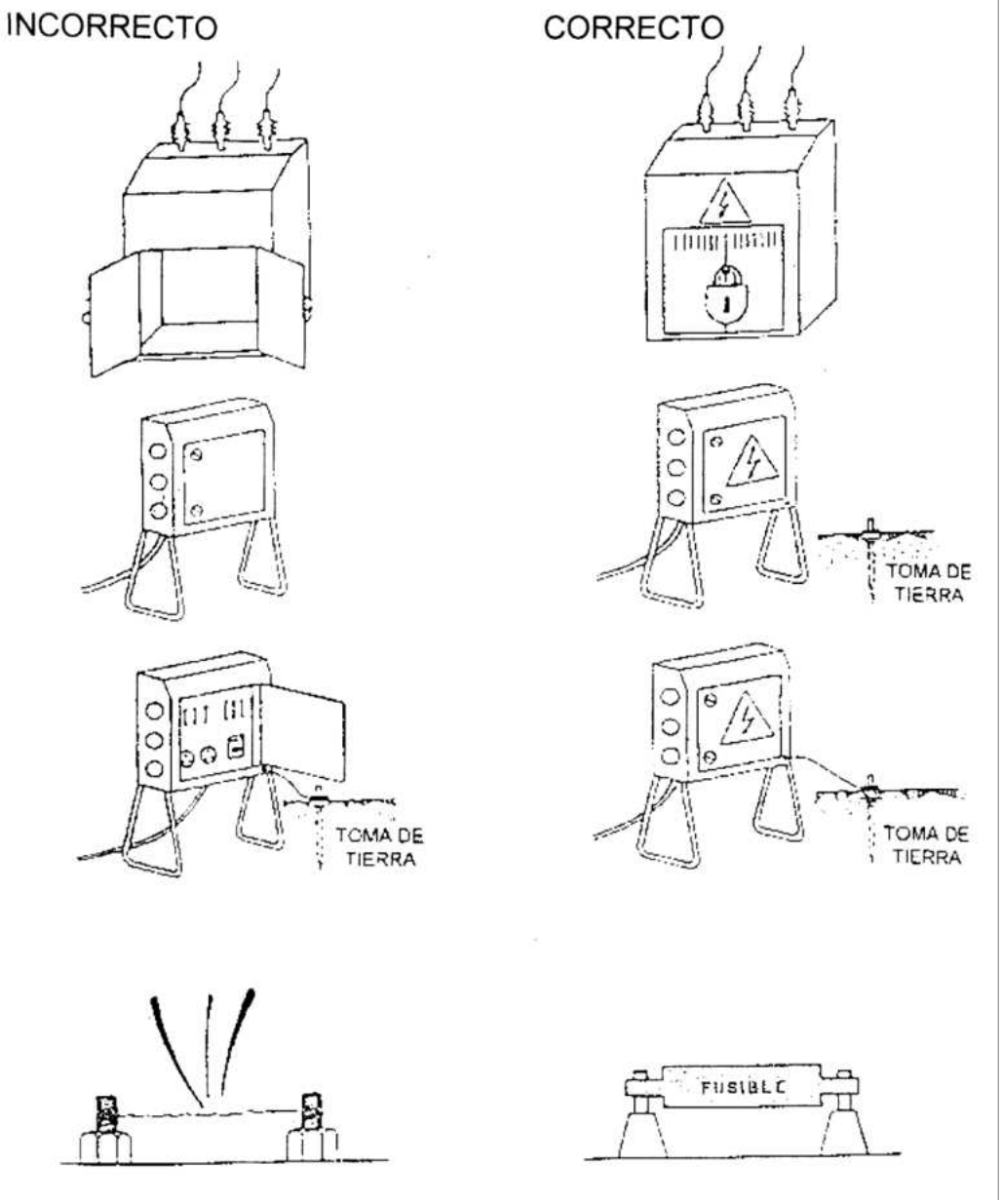
RIESGOS ELÉCTRICOS I



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

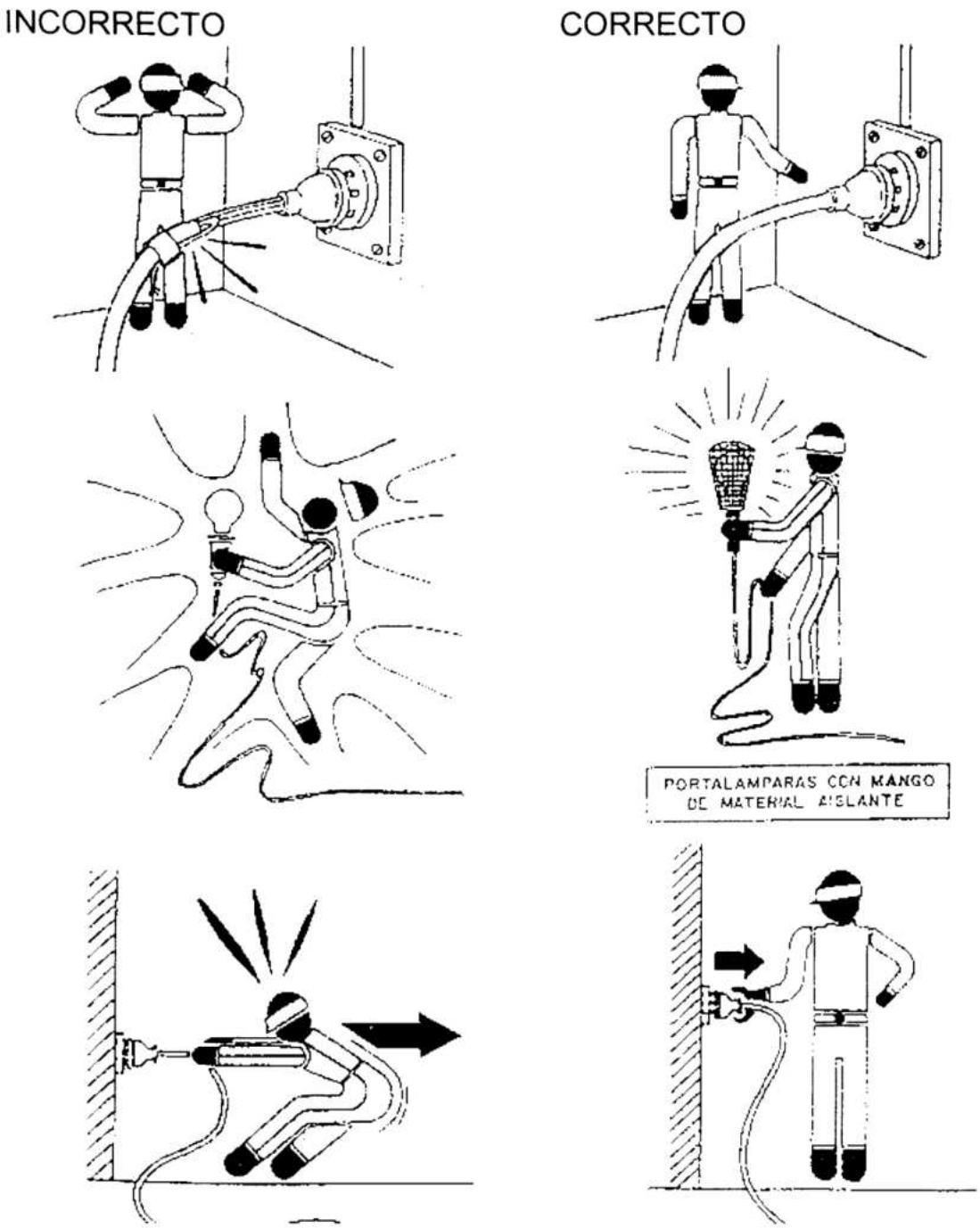
RIESGOS ELÉCTRICOS II



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

RIESGOS ELÉCTRICOS III



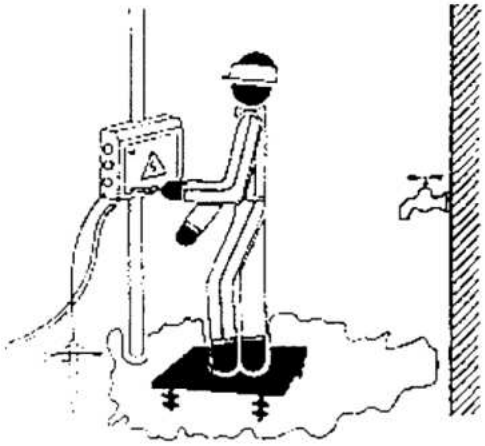
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

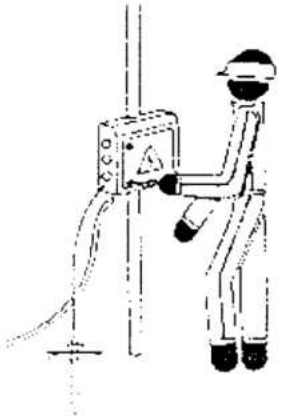
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

RIESGOS ELÉCTRICOS IV

INCORRECTO

CORRECTO

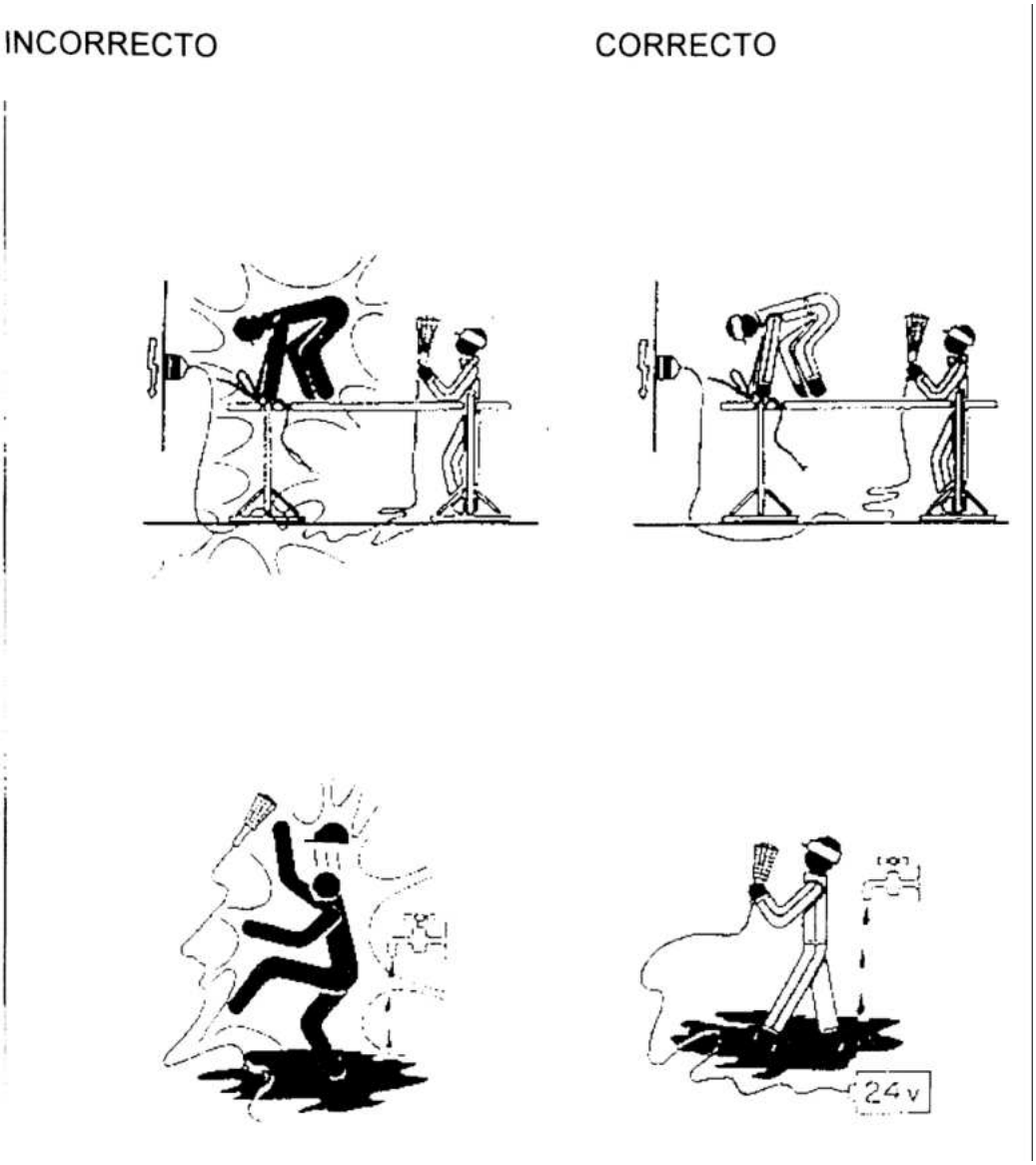




Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

RIESGOS ELÉCTRICOS V

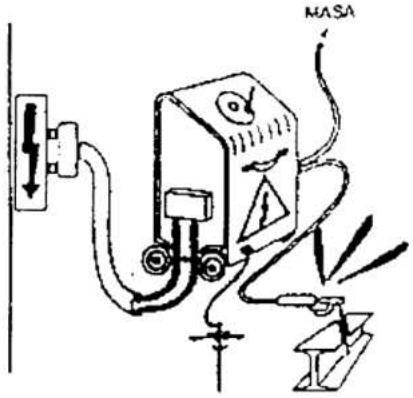


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

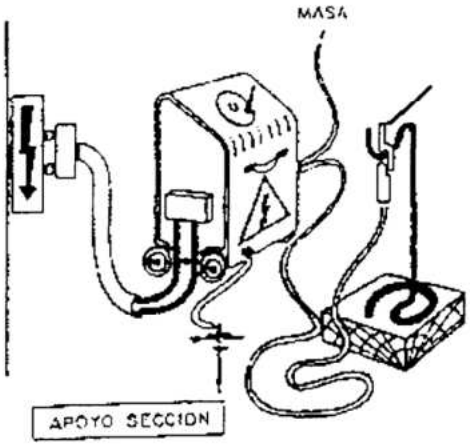
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

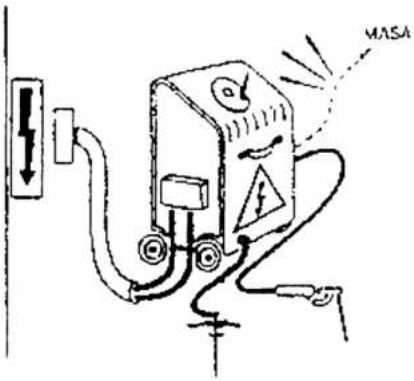
TRABAJOS DE SOLDADURA

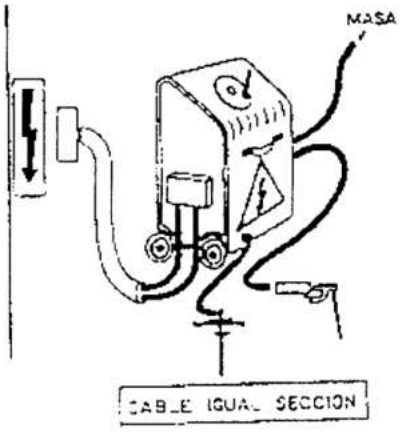
INCORRECTO

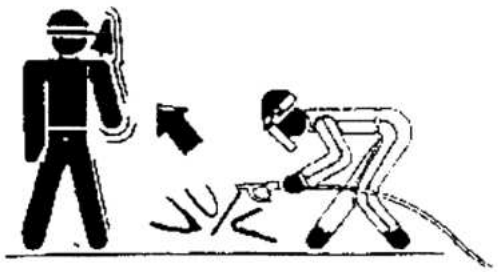


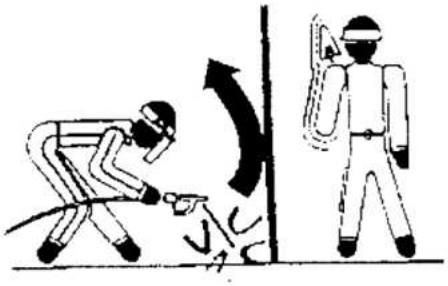
CORRECTO







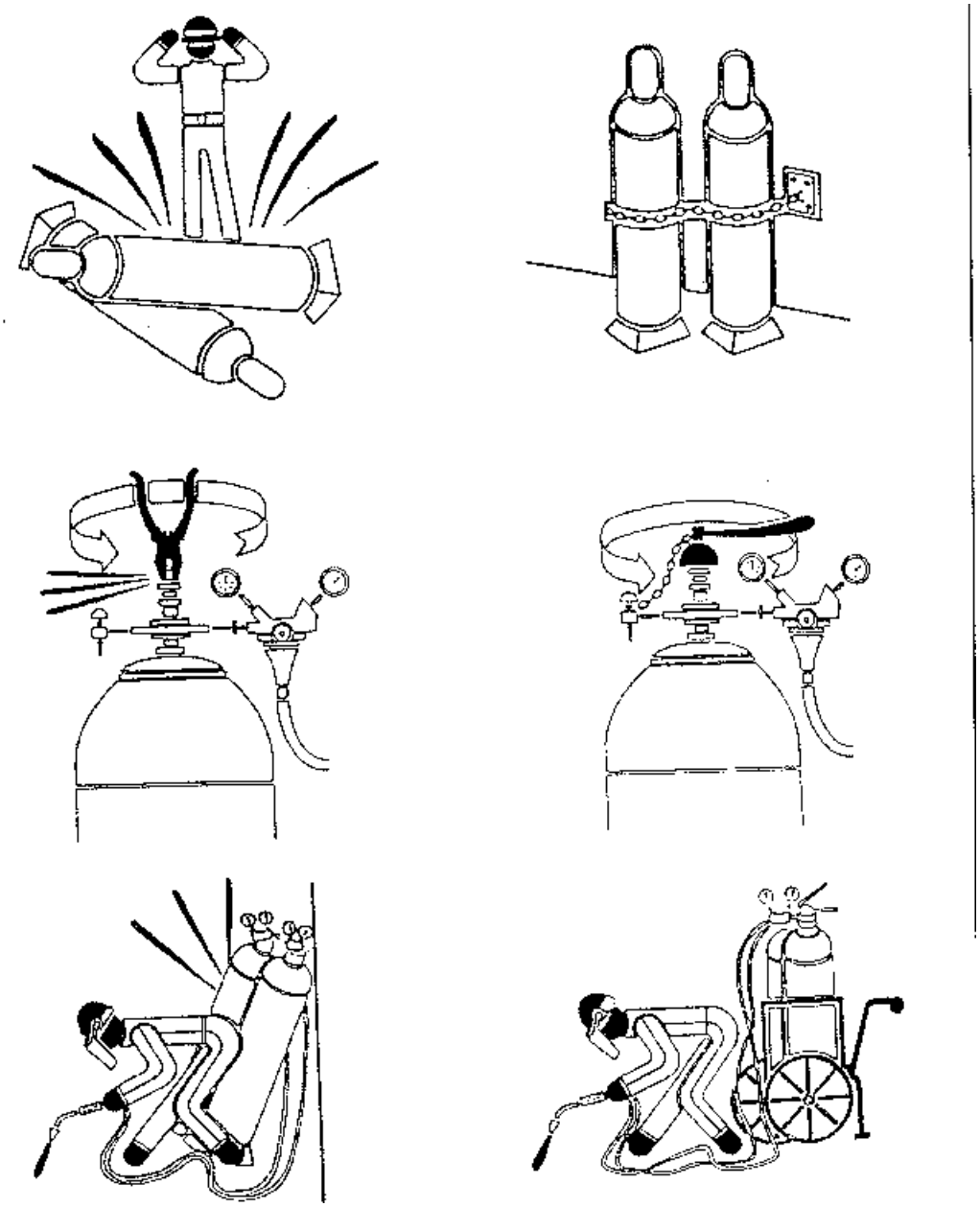




Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

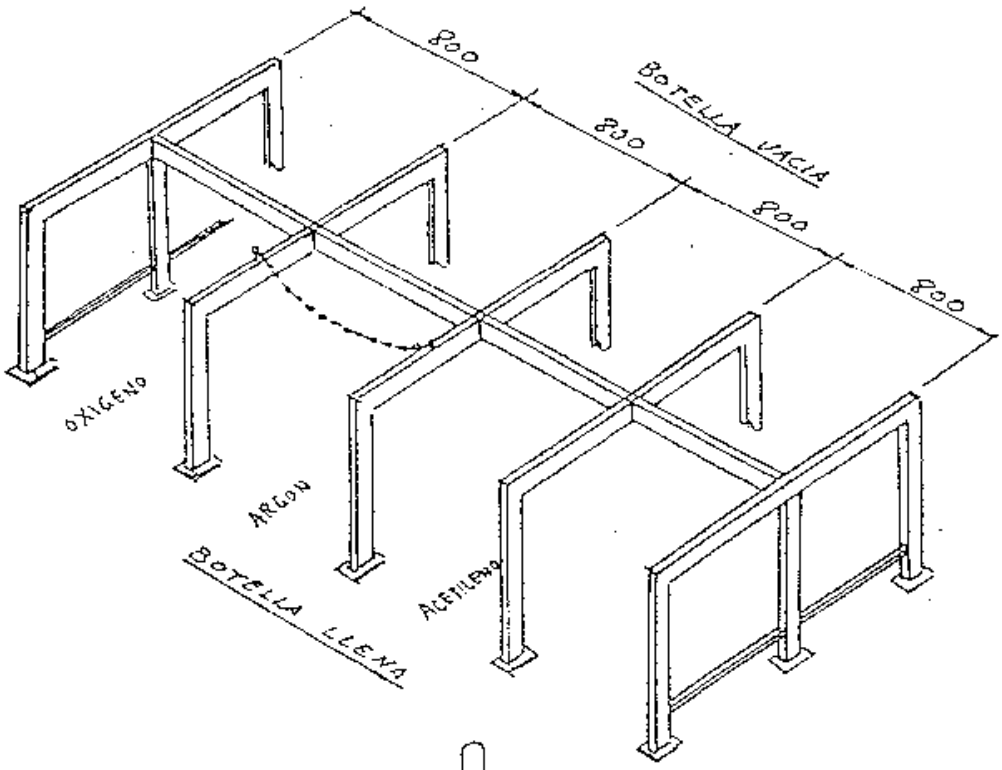
MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I)

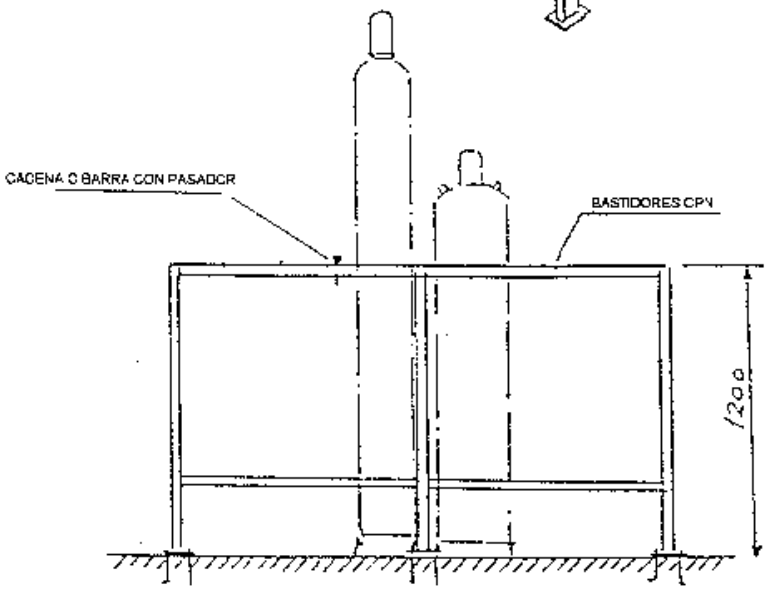


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (II)





Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA

NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTES

LEVES

GRAVES

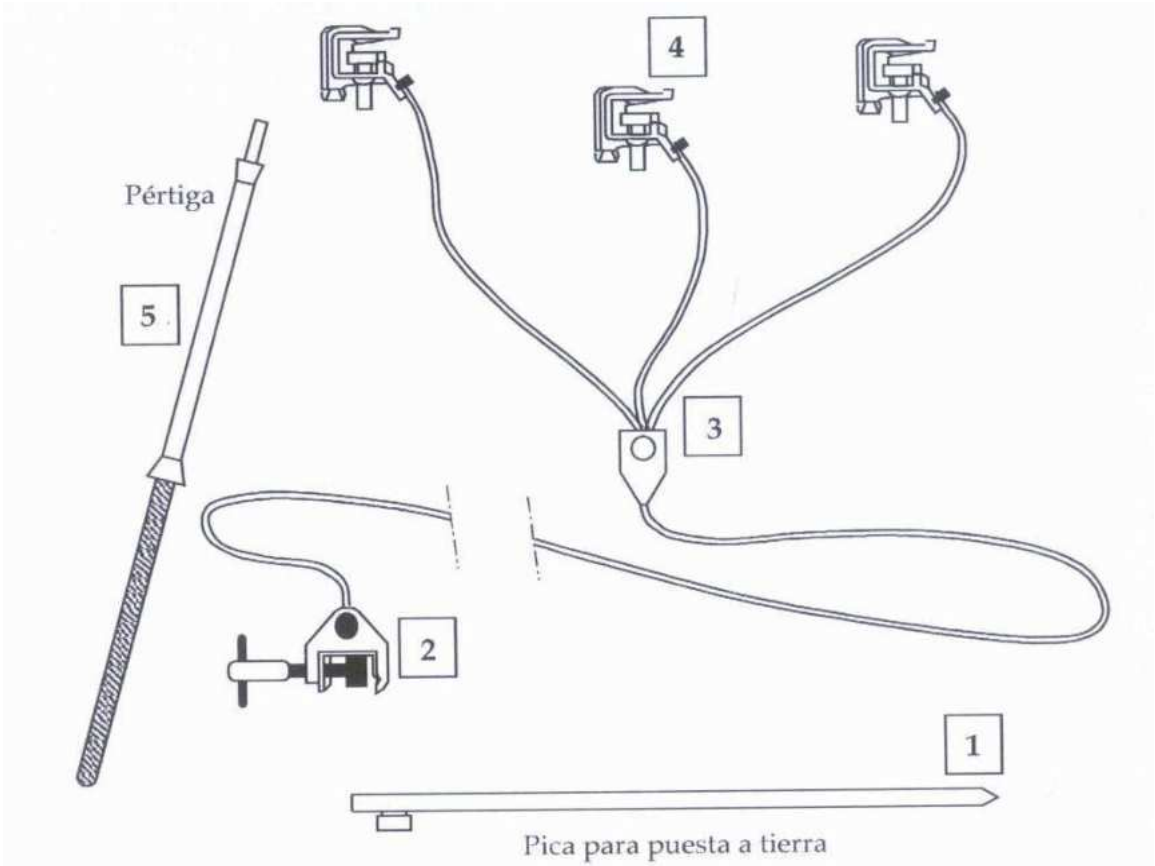
TELEFONOS DE URGENCIA

HOSPITAL	DELEGACION	POLICIA
SERVICIO MEDICO	JEFE DE OBRA	BOMBEROS
AMBULANCIA	JEFE ADMTVO	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTATILES



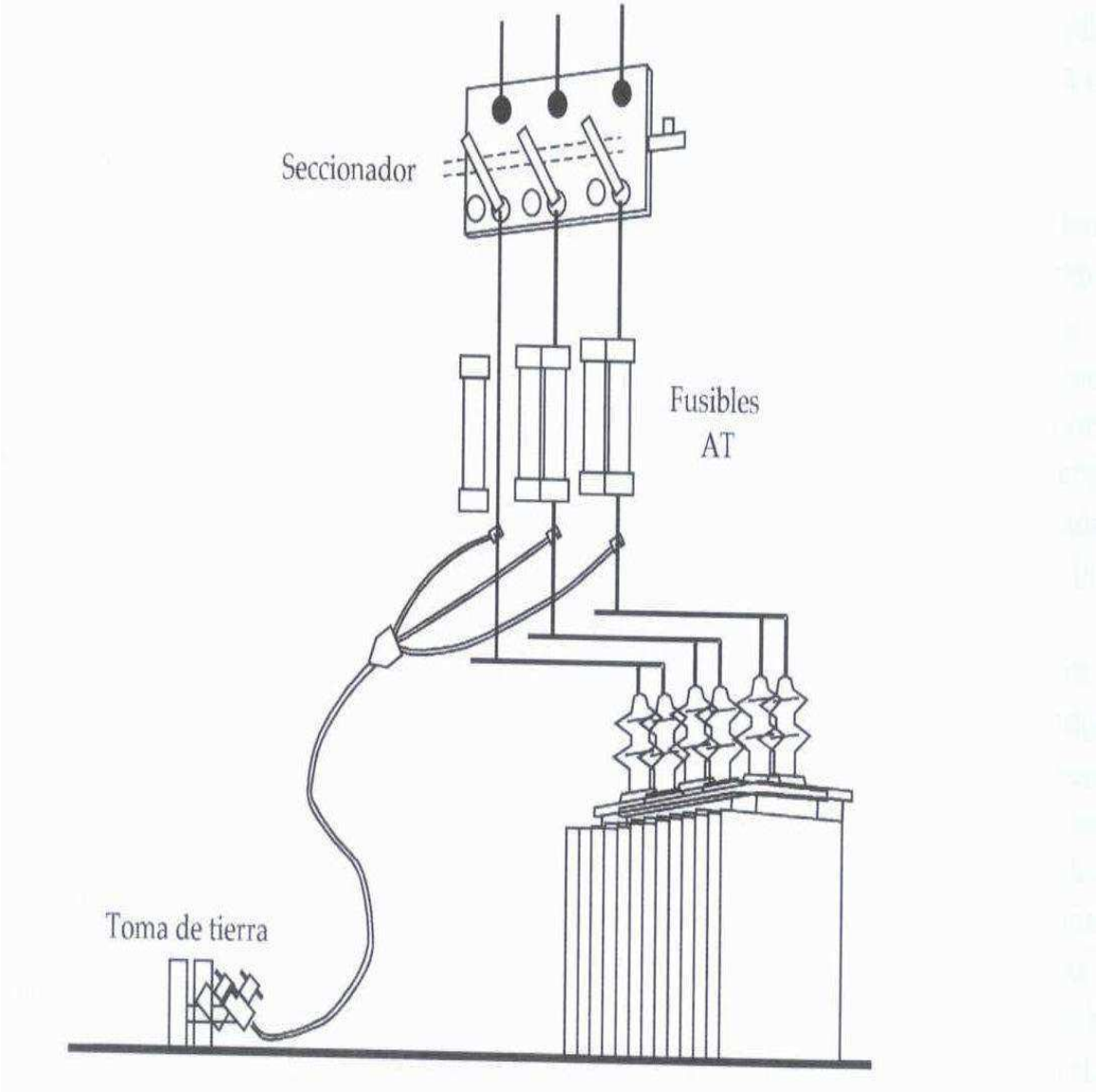
ELEMENTOS DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE PUESTA A TIERRA

1. Piqueta o electrodo de toma de tierra
2. Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra
3. Conductores de puesta a tierra y en cortocircuito
4. Pinzas para conectar a los conductores de la instalación
5. Pértiga aislante adecuada al nivel de tensión nominal

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

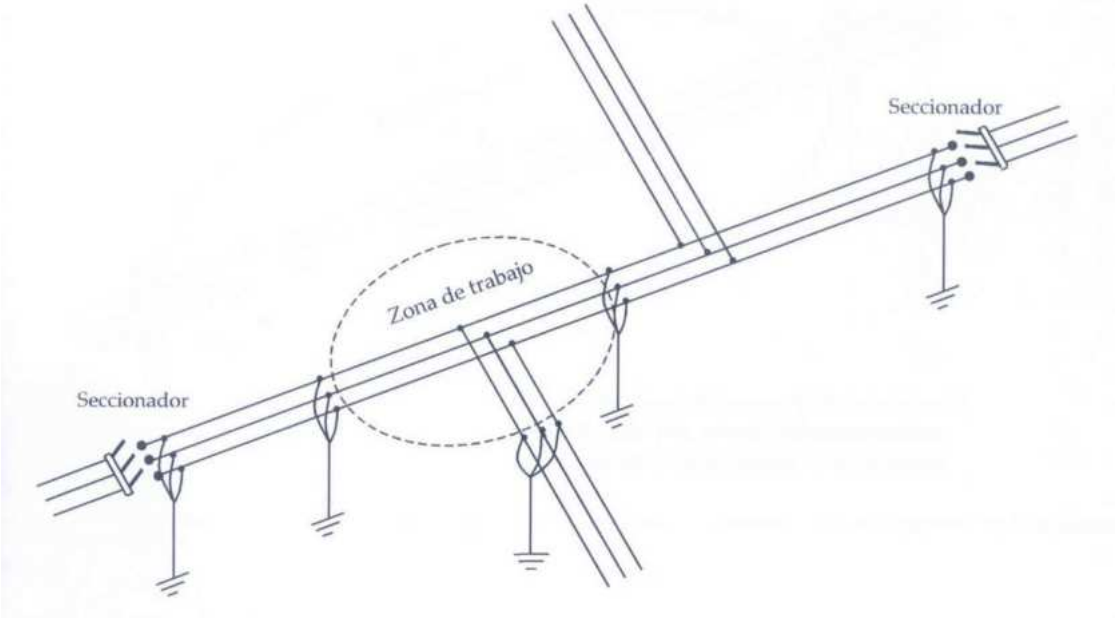
CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



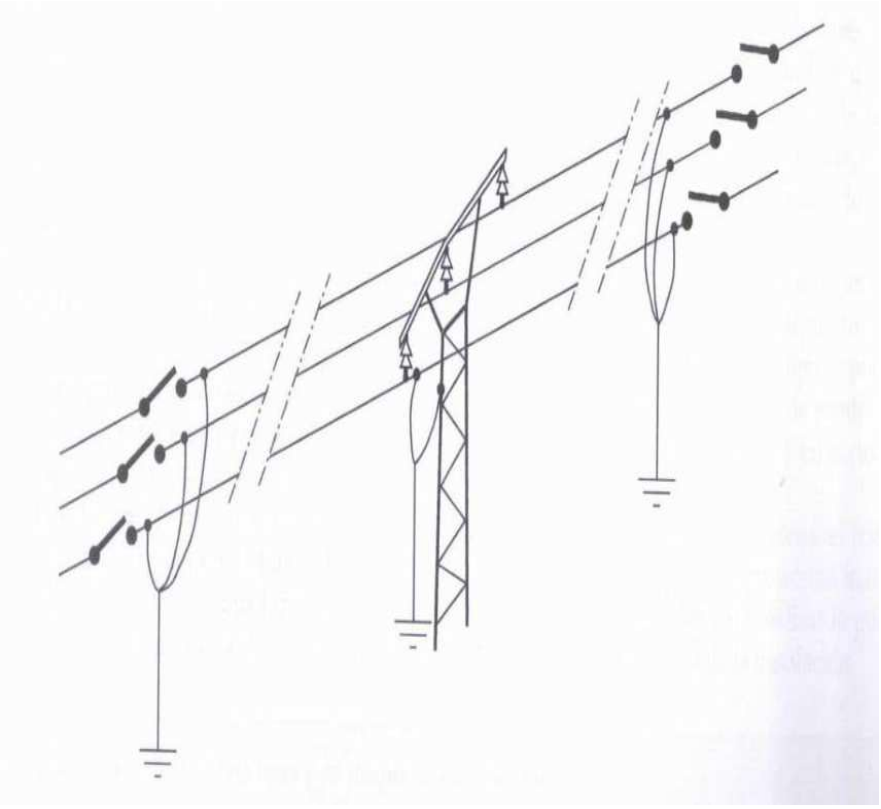
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



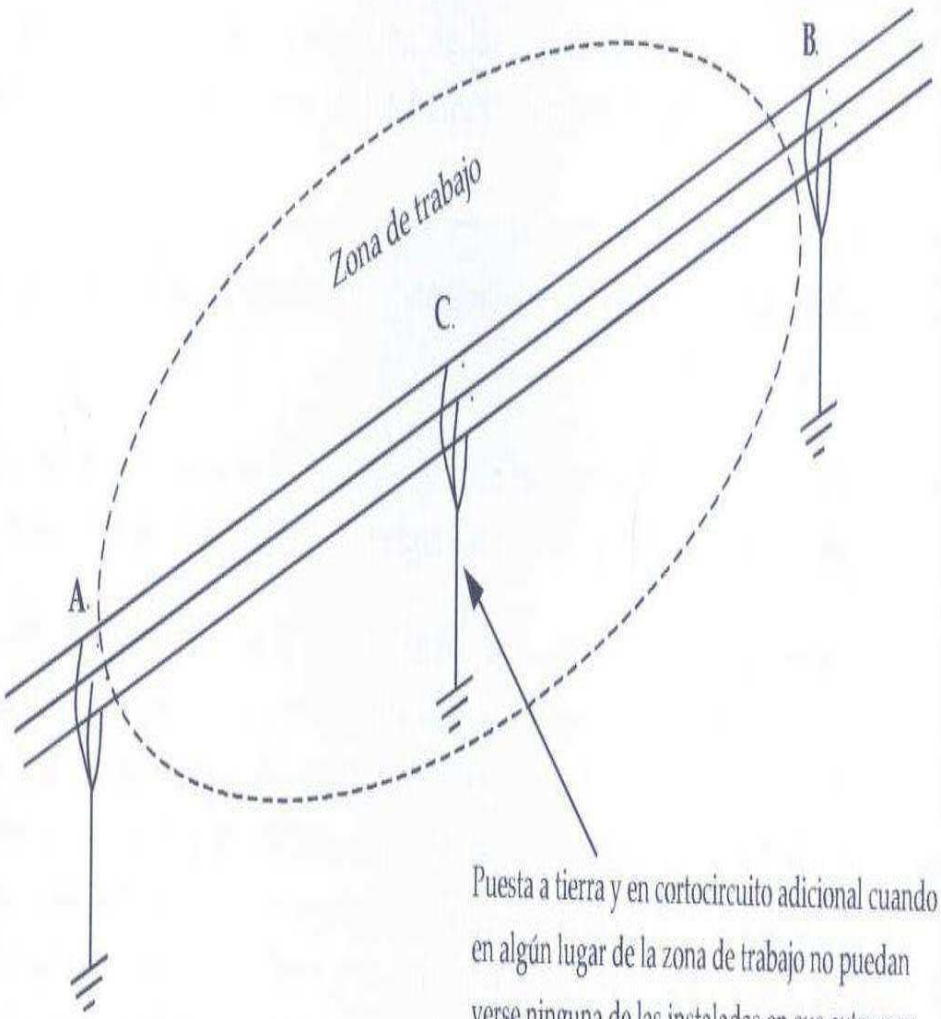
CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ANEXO I: NTP-278 Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras.

Introducción

Definición

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura máxima ≤ 2 m.
- Profundidad máxima ≤7 m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

Medidas de prevención

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrán avalar las características de cortes del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural. (Fig. 1)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

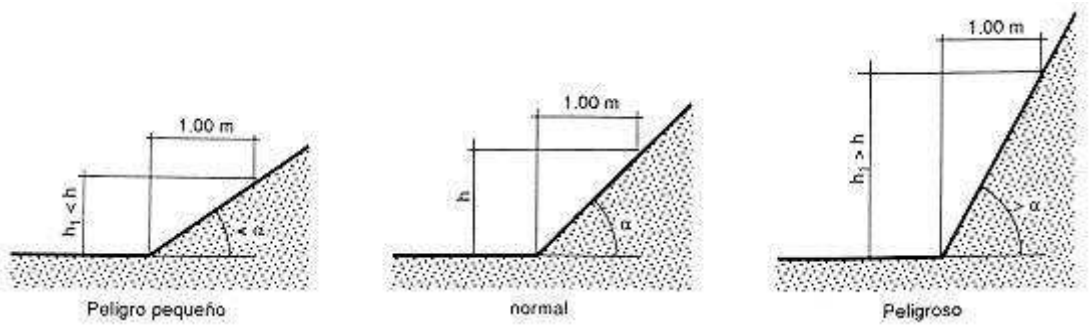


Fig. 1: Talud natural de α^o

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre 60º y 90º para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del boe de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la Fig. 2.

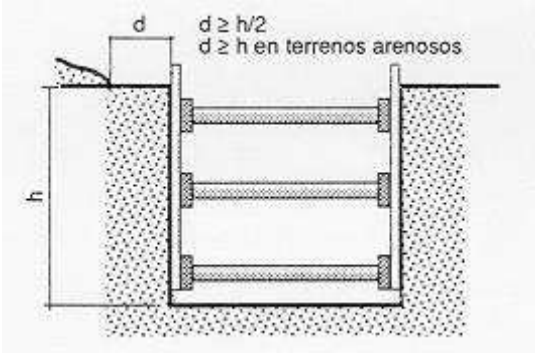


Fig. 2

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo, de salvamento, así como de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud ß no mayor de 60º y de la resistencia a compresión simple del terreno (Fig. 3).

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud ß	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm²				
		0,250	0,375	0,500	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
		(H máx. en m)*				

**Valores intermedios se interpolarán linealmente*

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

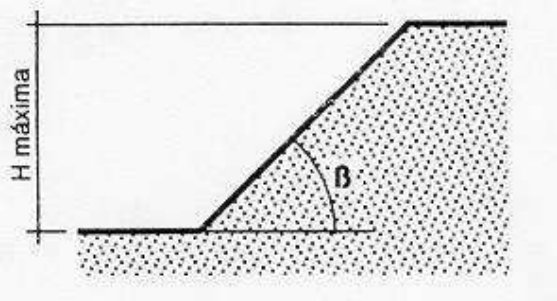


Fig. 3

La altura máxima admisible H máx. en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60º y 90º (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m (Fig. 4).

*Tabla 2: Altura máxima admisible H máx. en m**

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	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	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

** Valores intermedios se interpolarán linealmente*

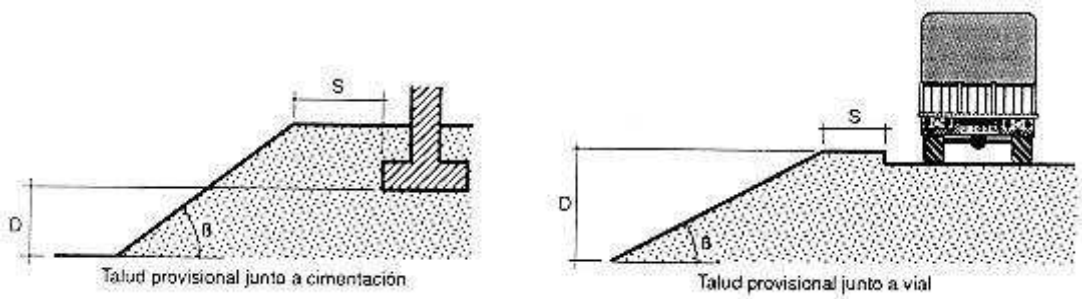


Fig. 4

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 5), entre la coronación del corte y el borde de la solicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

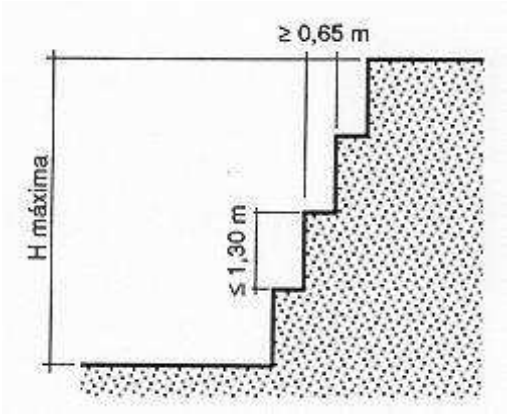


Fig. 5

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	β > 60°	β ≤ 60°
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique (Fig. 6) que:

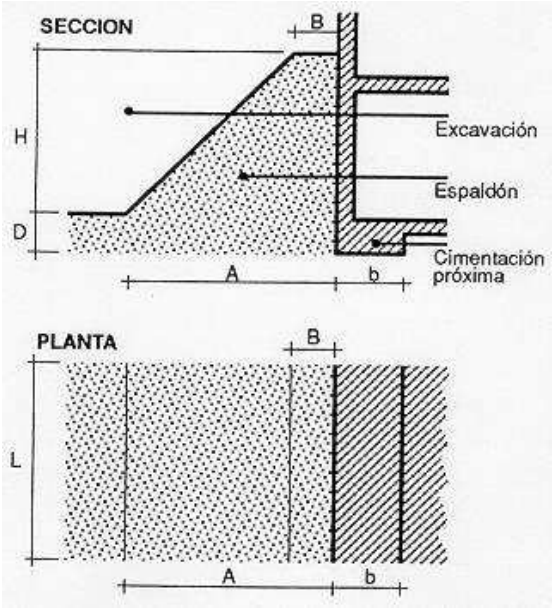


Fig. 6

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

$$q_s \leq 0{,}9\ (m.R_w + n)$$

siendo:

q_s = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm^2.

R_w = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm^2.

m = Factor de influencia (tabla 4).

n = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm^2. (Tabla 5)

Para valores de A < b, debe tomarse en general n = 0

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia, m.*

	D/b									
b/L	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
≥ 1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

*Siendo (fig. 6):

b = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm^2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Peso específico aparente del terreno γ en g/cm^3	$\frac{A+B}{2A} \cdot H$ en m.						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

Siendo (fig. 6):

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m.

H = Profundidad del corte en m.

Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitación de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno en cuestión, si existen o no solicitaciones y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

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*

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitación de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

$P \leq (h + d/2$ ó $P \leq d/2$ respectivamente, (Fig. 7)

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.

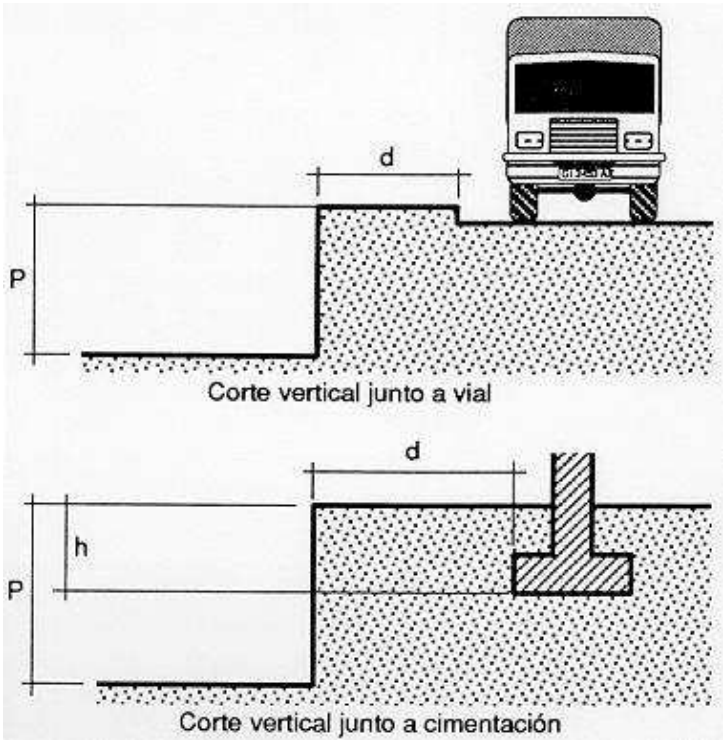


Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

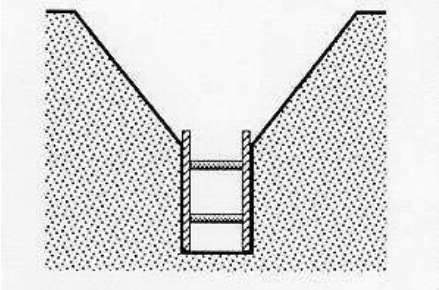


Fig. 8

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Sistemas de entibación usuales

Por entibación se entiende toda fortificación para contención de tierras, realizada generalmente con madera.

Entibación con tablas horizontales

Se emplea cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia excavación (0,80 m a 1,30 m) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja. (Fig. 9)

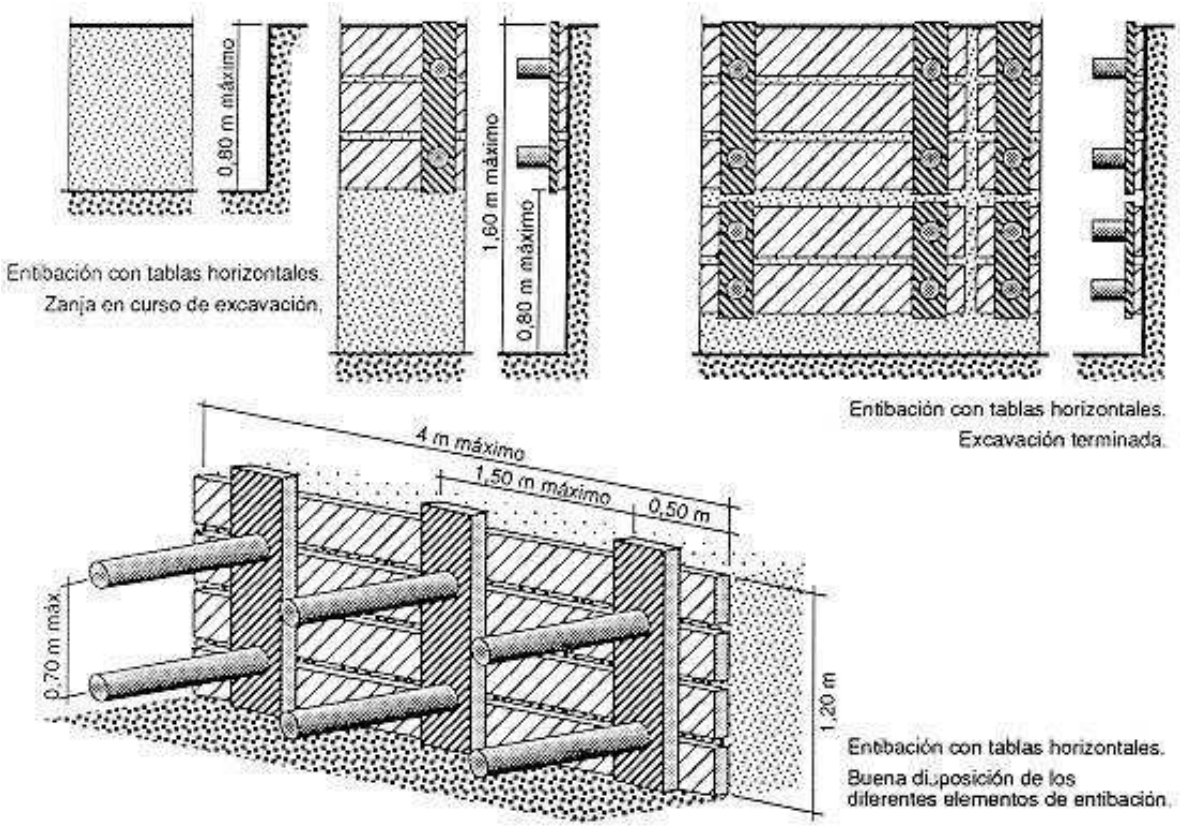


Fig. 9

Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, éstas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación (entibación cuajada), el 50% (entibación semicuajada) e incluso menos de esta proporción (entibación ligera).

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista solicitación de cimentación o vial (Tabla 6), mediante las tablas nº 7, 8, 9, 10, 11, 12 puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Tabla: 7

ENTIBACION SEMICUAJADA

↓E ↓ → q → S

Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del Tablero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del tablero E en mm						Separación vertical S en cm
20	25	30	52	65	76	
0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30
0,06	0,10	0,14	0,43	0,68	0,92	50
		0,06	0,19	0,30	0,41	75
			0,10	0,16	0,23	100
Grueso mínimo del tablero E en mm						

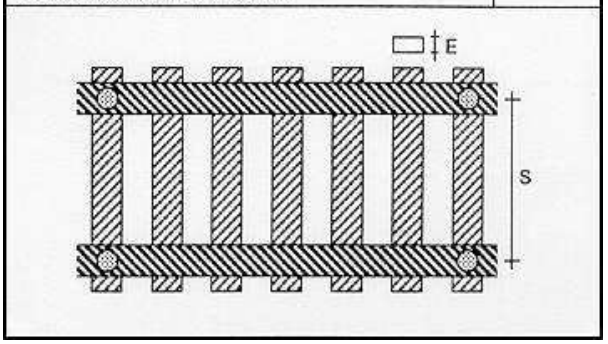


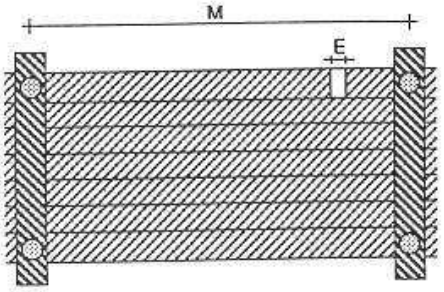
Tabla 9

ENTIBACION CUAJADA

↓E ↓ → q → M

Determinación de la separacione horizontal M en cm, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del tablero E en mm			Separación horizontal M o A en cm
52	65	76	
0,21	0,33	0,46	100
0,13	0,21	0,29	125
0,07	0,15	0,20	150
0,05	0,09	0,15	175
0,03	0,06	0,10	200
Empuje q en kg/cm²			



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 8

ENTIBACION SEMICUAJADA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, ver
S en cm y horizontal M en cm, en función del gru
mínimo F en mm del cabecero y del empuje total
kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical	Separaci horizon
52	65	76	S + 30 en cm	M en cr
0,12	0,20	0,27	50	100
0,08	0,12	0,17	50	125
0,04	0,05	0,12	50	150
	0,05	0,09	50	175
0,10	0,16	0,22	60	100
0,06	0,10	0,14	60	125
	0,07	0,10	60	150
	0,04	0,07	60	175
0,08	0,12	0,18	76	100
0,05	0,08	0,10	75	125
		0,08	75	150
0,07	0,12	0,16	80	100
0,06	0,07	0,10	80	125
	0,05	0,07	80	150
0,06	0,00	0,12	100	100
	0,00	0,08	100	125
0,00	0,00	0,00	100	100
	0,00	0,00	100	125

Empuje q en kg/cm²

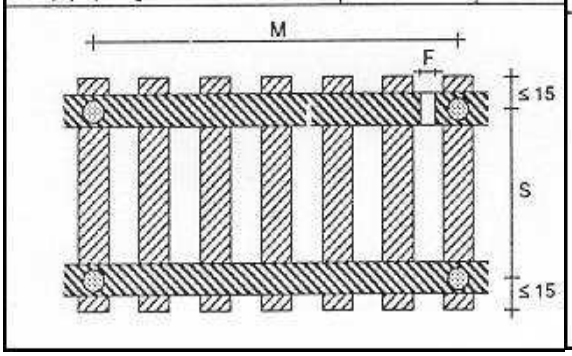


Tabla 10

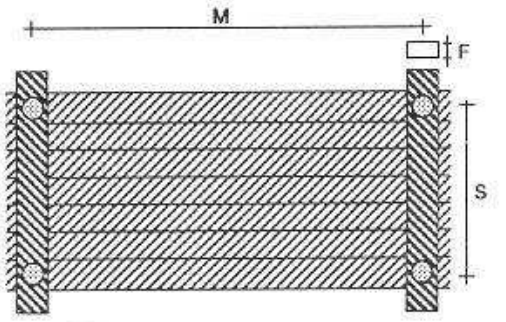
ENTIBACION CUAJADA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, ver
S en cm y horizontal M en cm, en función del gru
mínimo F en mm del cabecero y del empuje total
kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical	Separac horizon
52	65	76	S en cm	M en c
0,36	0,56	0,76	30	100
0,20	0,31	0,43	40	
0,12	0,20	0,27	50	
0,09	0,14	0,19	60	
0,26	0,45	0,60	30	125
0,16	0,25	0,34	40	
0,10	0,16	0,22	50	
0,07	0,11	0,15	60	
0,24	0,37	0,50	30	150
0,13	0,21	0,28	40	
0,08	0,13	0,18	50	
0,06	0,09	0,12	60	
0,20	0,32	0,43	30	175
0,11	0,18	0,24	40	
0,07	0,11	0,15	50	
0,05	0,08	0,11	60	
0,18	0,28	0,38	30	200
0,10	0,15	0,21	40	
0,06	0,10	0,13	50	
0,04	0,07	0,09	60	

Empuje q en kg/cm²



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Tabla 11

ENTIBACION LIGERA

F ↓
↓
→ q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,10	0,16	0,23	30	100
0,06	0,10	0,14	30	125
	0,07	0,10	30	150
	0,05	0,07	30	175
		0,05	30	200
0,06	0,10	0,13	50	100
0,04	0,06	0,08	50	125
	0,04	0,06	50	150
		0,04	50	175
0,04	0,06	0,09	75	100
	0,04	0,06	75	125
		0,04	75	150
	0,05	0,06	100	100
Empuje q en kg cm³		0,04	100	125

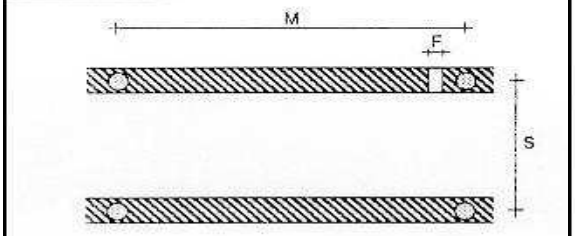


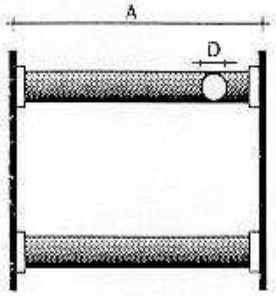
Tabla 12

ENTIBACIONES CUAJADA, SEMICUAJADA Y LIGERA

↓
H max
↓
D

Determinación del diámetro mínimo D en cm del codal, de longitud ≤ 2 m, libre de pandeo y de aplastamiento del durmiente, en función del empuje horizontal H en kg que soporta, o viceversa.
Siendo en zanjas con entibación:
Ligera: H = 1,50 q.M.S.
Cuajada o semicuajada: H = 0,75 q.M.S.

H max. en kg	1.570	1.900	2.260	2.650	3.080	3.530
D en cm	10	11	12	13	14	15



Otros sistemas de entibación

Además de los vistos existen otros sistemas que se alejan de los tradicionales, que son seguros frente al riesgo de atrapamiento de personas por desprendimiento de tierras, pero que en general requieren de medios que sólo disponen empresas especializadas, conociéndose con el nombre de entibaciones especiales, tales son el sistema Quillery, el Heidbrader, el Lamers, los que emplean dispositivos deslizantes, etc. Por ser el más accesible al común denominador de las empresas destacaremos aquí el primero de los mencionados.

Sistema Quillery

Es aplicable hasta una profundidad recomendable de 3,50 m en terrenos de buena cohesión.

Consiste en unos paneles de revestimiento de longitud 2-2,50 m que se preparan en las proximidades de la zanja y que una vez abierta ésta se introducen en la misma. Si la profundidad sobrepasa los 2-2,50 m se realiza en una primera fase hasta esta

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

profundidad y en una segunda fase se alcanzan los 3,50 m de profundidad máxima recomendable. (Fig. 10)

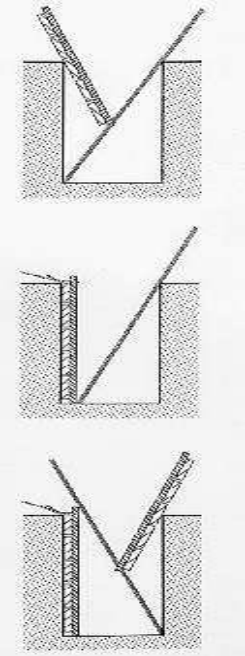


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR

Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 6.2: ESYS PRESUPUESTO

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Índice

1 PROTECCIONES INDIVIDUALES 2
2 PROTECCIONES COLECTIVAS 2
3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 3
4 PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3
5 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 3
6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 3
7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO 4
8 RESUMEN PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD 4

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Chaleco reflectante	10	4,55	45,45 €
Casco de Seguridad con barbuquejo	10	3,24	32,40 €
Gafas antiproyecciones	5	5,22	26,10 €
Mascarilla de papel	20	0,45	9,00 €
Protector Auditivo (tapón)	5	0,63	3,15 €
Protector auditivo (cascos)	5	4,72	23,58 €
Arnés de seguridad	15	45,24	678,65 €
Mono de trabajo	10	18,04	180,36 €
Trajes impermeables	10	7,79	77,85 €
Par de guantes de goma finos	10	2,81	28,08 €
Par de guantes de cuero	10	4,28	42,75 €
Par de guantes anticorte	10	4,61	46,08 €
Par de guantes dieléctricos	2	18,05	36,09 €
Pares de botas de agua	10	18,32	183,15 €
Pares de botas de seguridad	10	13,72	137,16 €
Pares de botas dieléctricas	2	27,09	54,18 €
Pantalla soldador	3	14,69	44,06 €
Gafas sopletero	3	4,91	14,72 €
Pantalla facial	3	6,39	19,17 €
Chaquetas cuero soldador	3	10,12	30,35 €
Pares Manguitos de soldador	3	3,15	9,45 €
Mandil Soldador	3	13,64	40,91 €
TOTAL PROTECCIONES PERSONALES			**1.762,68 €**

2 PROTECCIONES COLECTIVAS

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Mampara antiproyecciones	1	37,05	37,05 €
Cable fiador para sujeción de cinturón en cubiertas y estructuras	10	2,39	23,85 €
Señalización zanja con varilla de 8 mm, 1m y banderola	1.000	0,14	135,00 €
Malla de balizamiento 1m de alto por 50m de largo.	4	22,61	90,43 €
Cinta de balizamiento rollo de 200 m lineales	1	8,22	8,22 €
Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	20	22,73	454,68 €
Señalización de protección excavación	10	20,03	200,34 €
Señal normalizada de STOP con soporte	10	21,02	210,15 €
Barandilla protección huecos en altura	10	7,06	70,56 €
Carteles indicativos de riesgo con soporte	10	18,41	184,05 €
Carteles indicativos de riesgo sin soporte	10	5,22	52,20 €
Horas mantenimiento y reparación de las protecciones colectivas	60	11,12	666,90 €
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS			**2.133,43 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Extintores de polvo polivalente, incluido el soporte y la colocación	10	47,71	477,09 €
TOTAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS			**477,09 €**

4 PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Instalación de puesta a tierra compuesta por cables de cobre y electrodo conectado a tierra.	1	41,54	41,54 €
Armario eléctrico con elementos de protecciones adecuados (diferenciales)	1	463,68	463,68 €
Maquinaria de protección en acceso a cuadro eléctrico de obra formada por soportes de tubos y plataformas de madera, incluido montaje y desmontaje.	1	113,20	113,20 €
TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA			**618,42 €**

5 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina de 6 x 2,40m, incluida la instalación de fuerza y alumbrado	3	81,15	243,46 €
Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	1	22,81	22,81 €
Mesa metálica, capacidad 10 personas	1	18,17	18,17 €
Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos	2	16,81	33,62 €
Equipo de limpieza y conservación de instalaciones y reposiciones.	6	19,04	114,21 €
Mes de alquiler WC Químico Portátil y mantenimiento.	3	225,70	677,11 €
TOTAL INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR			**1.109,38 €**

6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Reconocimientos médicos	10	20,86	208,62 €
Botiquín completo	2	83,79	167,58 €
Reposición de material de curas	1	81,16	81,16 €
Día Teléfono móvil de emergencia	30	0,32	9,45 €
TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS			**466,81 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Horas de formación de seguridad	20	21,18	423,54 €
Horas de reuniones de comité de seguridad	12	70,59	847,04 €
Meses de control y asesoramiento de seguridad (Visitas Técnicas de Seguridad)	3	315,72	947,16 €
TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN			**2.217,74 €**

8 RESUMEN PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

RESUMEN	IMPORTE
1.- PROTECCIONES INDIVIDUALES	1.762,68 €
2.- PROTECCIONES COLECTIVAS	2.133,43 €
3.- EXTINCIÓN DE INCENDIOS	477,09 €
4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	618,42 €
5.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	1.109,38 €
6.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	466,81 €
7.- VIGILANCIA Y FORMACIÓN	2.217,74 €
TOTAL EUROS	**8.785,55 €**

La suma total del presupuesto de seguridad y salud para el proyecto de ejecución del PFV RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUCIÓN asciende a **OCHO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (8.785,55 €)**

Zaragoza, abril 2024
Fdo. Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada Nº 3.420 COIIAR
Al servicio de la empresa
Atalaya Generación S.L.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

PROYECTO

PARQUE FOTOVOLTAICO RALLAMBLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 6.3: ESYS PLIEGO DE CONDICIONES

Término Municipal de Santa Eulalia del Campo (Teruel)

En Zaragoza, abril de 2024

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

ÍNDICE

ÍNDICE 1
1. LEGISLACIÓN APLICABLE 2
1.1 Aspectos generales 2
1.2 Condiciones ambientales 3
1.3 Incendios 3
1.4 Instalaciones eléctricas 3
1.5 Maquinaria 4
1.6 Equipos de protección individual (E.P.I) 4
1.7 Señalización 5
2. CONDICIONES GENERALES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 5
2.1. Comienzo de las obras 5
2.2. Protecciones personales 6
2.3. Protecciones colectivas 19
2.4. Plan de seguridad y salud 22
2.5. Vigilante de seguridad y comité de seguridad e higiene 23
2.6. Instalaciones médicas 24
2.7. Instalaciones de higiene y bienestar 24

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1. LEGISLACIÓN APLICABLE

1.1 Aspectos generales

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. O.M. 31 de Enero de 1940. BOE 3 de Febrero de 1940, en vigor capítulo VII
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo. R.D. 486 de 14 de Abril de 1997. BOE 23 de Abril de 1997.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en la Industria de la Construcción. O.M. 20 de Mayo de 1952. BOE 15 de Junio de 1958.
- Prescripciones de Seguridad en la Industria de la Edificación. Convenio O.I.T. 23 de Junio de 1937, ratificado el 12 de Junio de 1958
- Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas. D. 2414/1961 de 30 de Noviembre. BOE 7 de Diciembre de 1961.
- Regulación de la Jornada de Trabajo, Jornadas Especiales y Descanso. R.D. 2001/1983 de 28 de Julio. BOE 3 de Agosto de 1983
- Establecimiento de Modelos de Notificación de Accidentes de Trabajo. O.M. 16 de diciembre de 1987. BOE 29 de Diciembre de 1987.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de Noviembre. BOE 10 de Noviembre de 1995.
- Reglamento de los Servicios de Prevención. R.D. 39/1997 de 17 de Enero. BOE 31 de Enero de 1997.
- Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997. BOE 23 de Abril de 1997.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo. R.D. 486/1997 de 14 de Abril. BOE 23 de Abril de 1997.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación Manual de Cargas que entrañen Riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. R.D. 487/1997 de 14 de Abril de 1997. BOE 23 de Abril de 1997.
- Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo. R.D. 664/1997 de 12 de Mayo. BOE de 24 de Mayo de 1997.
- Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo. R.D. 665/1997 de 12 de Mayo. BOE de 24 de Mayo de 1997.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual. R.D. 773/1997 de 30 de Mayo. BOE de 12 de Junio de 1997.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo. R.D. 1215/1997 de 18 de Julio. BOE de 7 de Agosto de 1997.
- Disposiciones mínimas destinadas a proteger la Seguridad y la Salud de los Trabajadores en las Actividades Mineras. R.D. 1389/1997 de 5 de Septiembre. BOE de 7 de Octubre de 1997.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción. R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre. BOE de 25 de Octubre de 1997.

1.2 Condiciones ambientales

Protección de los Trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a ruido durante el trabajo. R.D. 1316/1989 de 27 de Octubre. BOE 2 de Noviembre de 1989.

1.3 Incendios

Norma Básica Edificaciones N.B.E. - C.P.I. / 96. Ordenanzas Municipales.

1.4 Instalaciones eléctricas

- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión. D. 3151/1968 de 28 de Noviembre. BOE 27 de Diciembre de 1968. Rectificado: BOE 8 de Marzo de 1969.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. D. 2413/1973 de 20 de Septiembre. BOE 9 de Octubre de 1973.
- Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 3275/82, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Orden de 18 de octubre de 1984, por las que se aprueban las ITC de Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- R.D. 614/2.001, de 8 de junio, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores delante del riesgo eléctrico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.5 Maquinaria

- Reglamento de Recipientes a Presión. D. 16 de Agosto de 1969. BOE 28 de Octubre de 1969. Modificaciones: BOE 17 de Febrero de 1972 y 13 de Marzo de 1972.
- Reglamento de Aparatos Elevadores para obras. O.M. 23 de Mayo de 1977. BOE 14 de Junio de 1977. Modificaciones: BOE 7 de Marzo de 1981 y 16 de Noviembre de 1981.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas. R.D. 1495/1986 de 26 de Mayo. BOE 21 de Julio de 1986. Correcciones: BOE 4 de Octubre de 1986.
- Aplicación Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estado Miembros, sobre máquinas R.D. 1435/1992 de 20 de Enero. BOE 8 de Febrero de 1995.
- ITC - MIE - AEM2: Grúas Torre desmontables para obras. O. 28 de Junio de 1988. BOE 7 de Julio de 1988. Modificación: O. 16 de Abril de 1990. BOE 24 de Abril de 1990.
- ITC - MIE - AEM3: Carretas Automotrices de manutención. O. 26 de Mayo de 1989. BOE 9 de Junio de 1989.
- ITC - MIE - MSG1: Máquinas, Elementos de Máquinas o Sistemas de Protección utilizados. O. 8 de Abril de 1991. BOE 11 de Abril de 1991.
- ITC - MIE AEM4: Grúas móviles.
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obra.

1.6 Equipos de protección individual (E.P.I)

- Comercialización y Libre Circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual. R.D. 1407/1992 de 20 de Noviembre.
- BOE 28 de Diciembre de 1992. Modificado por O.M. de 16 de Mayo de 1994 y por R.D. 159/1995 de 3 de Febrero.
- BOE 8 de Marzo de 1995. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual. R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

1.7 Señalización

- Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. R.D. 485/1997. BOE 14 de Abril de 1997.

2. CONDICIONES GENERALES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

2.1. Comienzo de las obras

Deberá señalarse en el Libro de Órdenes Oficial, la fecha de comienzo de obra, que quedará refrendada con las firmas del Director de Obra, del Jefe de Obra del contratista y de un representante de la Propiedad.

Asimismo y antes de comenzar las obras, deben supervisarse las prendas y los elementos de protección individual o colectiva para ver si su estado de conservación y sus condiciones de utilización son óptimos. En caso contrario se desecharán adquiriendo el Contratista otros nuevos.

Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las normas de homologación de Ministerio de Trabajo (O.M 15.7.74). Además, y antes de comenzar las obras, el área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos e incluso si han de producirse excavaciones, regarla ligeramente para evitar la producción de polvo. Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente (del orden de 120 lux en las zonas de trabajo, y de 10 lux en el resto), cuando se ejerciten trabajos nocturnos. Cuando no se ejerciten trabajos durante la noche deberá mantenerse al menos una iluminación mínima en el conjunto con objeto de detectar posibles peligros y para observar correctamente todas las señales de aviso y de protección.

De no ser así, deben señalizar todos los obstáculos indicando claramente sus características como la tensión de una línea eléctrica, la importancia del tráfico en una carretera, etc. e instruir convenientemente a sus operarios. Especialmente al personal que maneja la maquinaria de obra debe tener muy advertido el peligro que representan las líneas eléctricas y que en ningún caso podrá acercarse con ningún elemento de las máquinas a menos de 2 m (sí la línea es superior a los 50.000 voltios la distancia mínima será de 4 m).

Todos los cruces subterráneos, y muy especialmente los de energía eléctrica deben quedar perfectamente señalizados sin olvidar su cota de profundidad.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.2. Protecciones personales

Todas las prendas de protección individual de los operarios o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Todo elemento de protección personal se ajustará a la Normas Técnicas Reglamentarias MT, de homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17.5.74) (B.O.E 19-5- 1974), siempre que exista Norma. En los casos que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a las prestaciones respectivas que se les pide para lo que se pedirá al fabricante informe de los ensayos realizados. Cuando por circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega. Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, por ejemplo por un accidente, será desechado y repuesto al momento. Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. Toda prenda o equipo de protección individual, y todo elemento de protección colectiva, estará adecuadamente concebido y suficientemente acabado para su uso y nunca representará un riesgo o daño en sí mismo. Se considera imprescindible el uso de los útiles de protección indicados en el apartado 1.4.1 de la Memoria cuyas prescripciones se exponen seguidamente.

2.2.1. Prescripción del casco de seguridad no metálico

Los cascos utilizados por los operarios pueden ser: Clase N, cascos de uso normal, aislantes para baja tensión (1.000 V), o Clase E, distinguiéndose E-AT aislantes para alta tensión (25.000 V), y la clase E-B resistentes a muy baja temperatura (-15º).

El casco constará de casquete, que define la forma general del casco y éste, a su vez, de la parte superior o copa, una parte más alta de la copa, y ala borde que se extiende a lo largo del contorno de la base de la copa. La parte del ala situada por encima de la cara podrá ser más ancha, constituyendo la visera.

El arnés o atalaje es el elemento de sujeción que sostendrá el casquete sobre la cabeza del usuario. Se distinguirá lo que sigue: Banda de contorno, parte del arnés que abraza la cabeza y banda de amortiguación, y parte del arnés en contacto con la bóveda craneana. Entre los accesorios señalaremos al barboquejo, o cinta de sujeción, ajustable, que pasa por debajo de la barbilla y se fija en dos o más puntos. Los accesorios nunca restarán eficacia al casco. La luz libre, distancia entre la parte interna

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

de la cima de la copa y la parte superior del atalaje, siempre será superior a 21 milímetros. La altura del arnés, medida desde el borde inferior de la banda de contorno a la zona más alta del mismo, variará de 75 milímetros a 87 milímetros, de la menor a la mayor talla posible.

La masa del casco completo, determinada en condiciones normales y excluidos los accesorios, no sobrepasará en ningún caso los 450 gramos. La anchura de la banda de contorno será como mínimo de 25 milímetros.

Los cascos serán fabricados con materiales incombustibles y resistentes a las grasas, sales y elementos atmosféricos. Las partes que se hallen en contacto con la cabeza del usuario no afectarán a la piel y se confeccionarán con material rígido, hidrófugo y de fácil limpieza y desinfección.

El casquete tendrá superficie lisa, con o sin nervaduras, bordes redondeados y carecerá de aristas y resaltes peligrosos, tanto exterior como interiormente. No presentará rugosidades, hendiduras, burbujas ni defectos que mermen las características resistentes y protectoras del mismo. Ni las zonas de unión ni el atalaje en sí causarán daño o ejercerán presiones incómodas sobre la cabeza del usuario.

Entre casquete y atalaje quedará un espacio de aireación que no será inferior a cinco milímetros, excepto en la zona de acoplamiento arnés-casquete. El modelo tipo habrá sido sometido al ensayo de choque, mediante percutor de acero, sin que ninguna parte del arnés o casquete presente rotura. También habrá sido sometido al ensayo de perforación, mediante punzón de acero, sin que la penetración pueda sobrepasar los ocho milímetros. Ensayo de resistencia la llama, sin que llamee más de quince segundos o goteen. Ensayo eléctrico sometido a una tensión de dos kilovoltios, 5 Hz, tres segundos, la corriente de fuga no podrá ser superior a tres mA, en el ensayo de perforación elevando la tensión a 2 kV, quince segundos, tampoco la corriente de fuga sobrepasará los tres mA.

En el caso del casco clase E-AT, las tensiones de ensayo al aislamiento y a la perforación serán de 25 kV y de 30 kV respectivamente. En ambos casos la corriente de fuga no podrá ser superior a 10 mA.

En el caso del casco clase E-B, en el modelo tipo, se realizarán los ensayos de choque y perforación, con buenos resultados habiéndose acondicionado éste a -15 + 2ºC. Todos los cascos que se utilicen por los operarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-1, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 14.12.74.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.2.2. Prescripción del calzado de seguridad

El calzado de seguridad que utilizarán los operarios, serán botas de seguridad clase III. Es decir, provistas de puntera metálica de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes y aplastamientos, y suelo de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.

La bota deberá cubrir convenientemente el pie y sujetarse al mismo, permitiendo desarrollar un movimiento adecuado al trabajo. Carecerá de imperfecciones y estará tratada para evitar deterioros por agua o humedad. El forro y demás partes internas no producirán efectos nocivos, permitiendo, en lo posible, la transpiración. Su peso no sobrepasará los 800 gramos. Llevará refuerzos amortiguadores de material elástico. Tanto la puntera como la suela de seguridad deberán formar parte integrante de la bota, no pudiéndose separar sin que ésta quede destruida. El material será apropiado a las prestaciones de uso, carecerá de rebabas y aristas y estará montado de forma que no entrañe por sí mismo riesgo, ni cause daños al usuario.

Todos los elementos metálicos que tengan función protectora serán resistentes a la corrosión. El modelo tipo sufrirá un ensayo de resistencia al aplastamiento sobre la puntera hasta los 1.500 kg (14.715 N) y la luz libre durante la prueba será superior a 15 milímetros, no sufriendo rotura.

También se ensayarán al impacto, manteniéndose una luz libre mínima y no apreciándose rotura. El ensayo de perforación se hará mediante punzón con fuerza mínima de perforación de 110 kgf (1.079 N), sobre la suela, sin que se aprecie perforación.

Mediante flexómetro, que permita variar el ángulo formado por la suela y el tacón, de 0º a 60º, con frecuencia de 300 ciclos por minuto y hasta 10.000 ciclos, se hará el ensayo de plegado. No se deberá observar ni roturas, ni grietas o alteraciones.

El ensayo de corrosión se realizará en cámara de niebla salina, manteniéndose durante el tiempo de prueba, y sin que presente signos de corrosión. Todas las botas de seguridad clase III que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 31.1.1980.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.2.3. Prescripción del protector auditivo

El protector auditivo que utilizarán los operarios, será como mínimo clase E. Es una protección personal utilizada para reducir el nivel de ruido que percibe el operario cuando está situado en ambiente ruidoso. Consiste en dos casquetes que ajustan convenientemente a cada lado de la cabeza por medio de elementos almohadillados, quedando el pabellón externo de los oídos en el interior de los mismos, y el sistema de sujeción por arnés.

El modelo tipo habrá sido probado por un escucha, es decir, persona con una pérdida de audición no mayor de 10 dB, respecto de un audiograma normal en cada uno de los oídos y para una de las frecuencias de ensayo.

Se definirá el umbral de referencia como el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir una sensación auditiva en el escucha situado en el lugar de ensayo y sin protector auditivo. El umbral de ensayo será el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir sensación auditiva en el escucha en el lugar de prueba y con el protector auditivo tipo colocado, y sometido a prueba. La atenuación será la diferencia expresada en decibelios, entre el umbral de ensayo y el umbral de referencia.

Como señales de ensayo para realizar la medida de atenuación en el umbral se utilizarán tonos puros de las frecuencias que siguen: 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz. Los protectores auditivos de clase E cumplirán lo que sigue: para frecuencias bajas de 250 Hz, la suma mínima de atenuación será 10 dB. Para frecuencias medias de 500 a 4.000 Hz, la atenuación mínima de 20 dB, y la suma mínima de atenuación 95 dB. Para frecuencias altas de 6.000 y 8.000 Hz, la suma mínima de atenuación será 35 dB. Todos los protectores auditivos que se utilicen por los operarios estarán homologados por los ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-2, Resolución de la dirección General de Trabajo del 28.6.1975.

2.2.4. Prescripción de guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los operarios, serán de uso general anticorte, antipinchazos y antierosiones para el manejo de materiales, objetos y herramientas. Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agentes agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades. Se adaptarán a la configuración de las manos haciendo confortable su uso. No serán en ningún caso ambidextros.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

La talla, medida del perímetro del contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario. La longitud, distancia expresada en milímetros, desde la punta del medio o corazón hasta el filo del guante, o sea límite de la manga, será en general de 320 milímetros o menos. Es decir, los guantes, en general, serán cortos, excepto en aquellos casos que por trabajos especiales haya que utilizar los medios, 320 milímetros a 430 milímetros, o largos, mayores de 430 milímetros. Los materiales que entren en su composición y formación nunca producirán dermatosis.

2.2.5. Prescripción del cinturón de seguridad

Los cinturones de seguridad empleados por los operarios, serán cinturones de sujeción clase A, tipo 2. Es decir, cinturón de seguridad utilizado por el usuario para sostenerle a un punto de anclaje anulando la posibilidad de caída libre. Estará constituido por una faja y un elemento de amarre, estando provisto de dos zonas de conexión. Podrá ser utilizado abrazando el elemento de amarre a una estructura.

La faja estará confeccionada con materiales flexibles que carezcan de empalmes y deshilachaduras. Los cantos o bordes no deben tener aristas vivas que puedan causar molestias. La inserción de elementos metálicos no ejercerá presión directa sobre el usuario. Todos los elementos metálicos, hebillas, argollas en S y mosquetón, sufrirán en el modelo tipo, un ensayo a la tracción de 700 kgf (6.867 N) y una carga de rotura no inferior a 1.000 kgf (9.810 N). Serán también resistentes a la corrosión. La faja sufrirá ensayo de tracción, flexión, al encogimiento y al rasgado.

Si el elemento de amarre fuese una cuerda, será de fibra natural, artificial o mixta, de trenzado y diámetro uniforme, mínimo 10 milímetros, y carecerá de imperfecciones. Si fuese una banda debe carecer de empalmes y no tendrá aristas vivas. Este elemento de amarre también sufrirá ensayo a la tracción en el modelo tipo.

2.2.6. Prescripción de gafas de seguridad

Las gafas de seguridad que utilizarán los operarios serán gafas de montura universal contra impactos, como mínimo clase A, siendo convenientes de clase D.

Las gafas deberán cumplir los requisitos que siguen. Serán ligeras de peso y de buen acabado, no existiendo rebabas ni aristas cortantes o punzantes. Podrán limpiarse fácilmente y tolerarán desinfecciones periódicas sin merma de sus prestaciones. No existirán huecos libres en el ajuste de los oculares a la montura. Dispondrán de aireación

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

suficiente para evitar en lo posible el empañamiento de los oculares en condiciones normales de uso.

Todas las piezas o elementos metálicos, en el modelo tipo, se someterán a ensayo de corrosión, no debiendo observarse la aparición de puntos apreciables de corrosión. Los materiales no metálicos que entren en su fabricación no deberán inflamarse al someterse a un ensayo de 500ºC de temperatura y sometidos a la llama la velocidad de combustión no será superior a 60 m/minuto. Los oculares estarán firmemente fijados en la montura, no debiendo desprenderse a consecuencia de un impacto de bola de acero de 44 gramos de masa, desde 130 cm de altura, repetido tres veces consecutivas.

Los oculares estarán construidos en cualquier material de uso oftálmico, con tal que soporte las pruebas correspondientes. Tendrán buen acabado, y no presentarán defectos superficiales o estructurales que puedan alterar la visión normal del usuario. El valor de la transmisión media al visible, medida con espectrofotómetro, será superior al 89.

Si el modelo tipo supera la prueba al impacto de bola de acero de 44 gramos, desde una altura de 130 cm, repetido tres veces, será de clase A. Sí supera la prueba de impactos de punzón, será clase B. Si superase el impacto a perdigones de plomo de 4,5 milímetros de diámetros clase C. En el caso que supere todas las pruebas citadas se clasificarán como clase D.

Todas las gafas de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-16, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 14.6.1978.

2.2.7. Prescripción de mascarilla antipolvo

La mascarilla antipolvo que emplearán los operarios estará homologada. La mascarilla antipolvo es un adaptador facial que cubre las entradas a las vías respiratorias, siendo sometido el aire del medio ambiente, antes de su inhalación por el usuario, a una filtración de tipo mecánico.

Los materiales constituyentes del cuerpo de la mascarilla podrán ser metálicos, elastómeros o plásticos, con las características que siguen. No producirán dermatosis y su olor no podrá ser causa de trastornos en el trabajador. Serán incombustibles o de combustión lenta. Los arneses podrán ser cintas portadoras; los materiales de las cintas serán de tipo elastómero y tendrán las características expuestas anteriormente. Las mascarillas podrán ser de diversas tallas, pero en cualquier caso tendrán unas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

dimensiones tales que cubran perfectamente las entradas a las vías respiratorias. La pieza de conexión, parte destinada a acoplar el filtro, en su acoplamiento no presentará fugas.

La válvula de inhalación, su fuga no podrá ser superior a 2.400 ml/minuto a la exhalación, y su pérdida de carga a la inhalación no podrá ser superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa). En las válvulas de exhalación su fuga a la inhalación no podrá ser superior a 40 m1/minuto, y su pérdida de carga a la exhalación no será superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa). El cuerpo de la mascarilla ofrecerá un buen ajuste con la cara del usuario y sus uniones con los distintos elementos constitutivos cerrarán herméticamente.

Todas las mascarillas antipolvo que se utilicen por los operarios estarán, como se ha dicho, homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-7, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28.7.1975.

2.2.8. Prescripción de bota impermeable al agua y a la humedad

Las botas impermeables al agua y a la humedad que utilizarán los operarios, será Clase N, pudiéndose emplear también la clase E. La bota impermeable deberá cubrir convenientemente el pie y, como mínimo, al tercio inferior de la pierna, permitiendo al usuario desarrollar el movimiento adecuado al andar en la mayoría de los trabajos.

La bota impermeable deberá confeccionarse con caucho natural o sintético y otros productos sintéticos, no rígidos, y siempre que no afecten a la piel del usuario.

Asimismo carecerán de imperfecciones o deformaciones que mermen sus propiedades, así como de orificios, cuerpos extraños u otros defectos que puedan mermar su funcionalidad.

Los materiales de la suela y tacón deberán poseer unas características adherentes tales que eviten deslizamientos, tanto en suelos secos como en aquellos que estén afectados por el agua.

El material de la bota tendrá unas propiedades tales que impidan el paso de la humedad ambiente hacia el interior.

La bota impermeable se fabricará, a ser posible, en una sola pieza, pudiéndose adoptar un sistema de cierre diseñado de forma que la bota permanezca estanca.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Podrán confeccionarse con soporte o sin él, sin forro o bien forradas anteriormente, con una o más capas de tejido no absorbente, que no produzca efectos nocivos en el usuario.

La superficie de la suela y el tacón, destinada a tomar contacto con el suelo, estará provista de resaltes y hendiduras, abiertos hacia los extremos para facilitar la eliminación de material adherido.

Las botas impermeables serán lo suficientemente flexibles para no causar molestias al usuario, debiendo diseñarse de forma que sean fáciles de calzar. Cuando el sistema de cierra o cualquier otro accesorio sea metálico deberá ser resistentes a la corrosión.

El espesor de la caña deberá ser lo más homogéneo posible, evitándose irregularidades que puedan alterar su calidad, funcionalidad y prestaciones. El modelo tipo se someterá a ensayos de envejecimiento en caliente, envejecimiento en frío, de humedad, de impermeabilidad y de perforación con punzón, debiendo de superarlos.

Todas las botas impermeables, utilizadas por los operarios, deberán estar homologadas de acuerdo con las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria M-27, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 3.12.1981.

2.2.9. Prescripción de equipo para soldador

El equipo de soldador que utilizarán los soldadores, será de elementos homologados, el que lo esté, y los que no lo estén los adecuados del mercado para su función específica. El equipo estará compuesto por los elementos que siguen. Pantalla de soldador, mandil de cuero, par de manguitos, par de polainas, y par de guantes para soldador.

La pantalla será metálica, de la adecuada robustez para proteger al soldador de chispas, esquirlas, escorias y proyecciones de metal fundido. Estará provista de filtros especiales para la intensidad de las radiaciones a las que ha de hacer frente. Se podrá poner cristales de protección mecánica, contra impactos, que podrán ser cubrefiltros o antecristales. Los cubrefiltros preservarán a los filtros de los riesgos mecánicos, prolongando así su vida. La misión de los antecristales es la de proteger los ojos del usuario de los riesgos derivados de las posibles roturas que pueda sufrir el filtro, y en aquellas operaciones laborales en las que no es necesario el uso de filtro, como descascarillado de la soldadura o picado de la escoria. Los antecristales irán situados entre el filtro y los ojos del usuario.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

El mandil, manguitos, polainas y guantes, estarán realizados en cuero o material sintético, incombustible, flexible y resistente a los impactos de partículas metálicas, fundidas o sólidas. Serán cómodos para el usuario, no producirán dermatosis y por sí mismos nunca supondrán un riesgo.

Los elementos homologados, lo estarán en virtud a que el modelo tipo habrá superado las especificaciones y ensayos de las Normas Técnicas Reglamentarias MT-3, MT-19, Resoluciones de la Dirección General de Trabajo.

2.2.10. Prescripción de guantes aislantes de la electricidad

Los guantes aislantes de la electricidad que utilizarán los operarios, serán para actuación sobre instalaciones de baja tensión hasta 1.000 V o para maniobra de instalación alta tensión hasta 30.000 V.

En los guantes se podrá emplear como materia prima en su fabricación caucho de alta calidad, natural o sintético o cualquier otro material de similares características aislantes y mecánicas, pudiendo llevar o no un revestimiento interior de fibras textiles naturales. En caso de guantes que posean dicho revestimiento, éste recubrirá la totalidad de la superficie interior del guante. Carecerán de costuras, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.

Podrán utilizarse colorantes y otros aditivos en el proceso de fabricación, siempre que no disminuyan sus características ni produzcan dermatosis.

Se adaptarán a la configuración de las manos, haciendo confortable su uso. No serán en ningún caso ambidextros.

Los aislantes de baja tensión serán guantes normales, con longitud desde la punta del dedo medio o corazón al filo del guante menor o igual a 430 milímetros. Los aislantes de alta tensión serán largos, mayor la longitud de 430 milímetros. El espesor será variable, según los diversos puntos del guante, pero el máximo admitido será de 2,6 milímetros.

En el modelo tipo, la resistencia a la tracción no será inferior a 110 kg/cm2, el alargamiento a la rotura no será inferior a 600 por 100 y la deformación permanente no será superior al 18 por ciento. Serán sometidos a prueba de envejecimiento, después de la cual mantendrán como mínimo el 80 por 100 del valor de sus características mecánicas y conservarán las propiedades eléctricas que se indican. Los guantes de baja tensión tendrán una corriente de fuga de 8 mA sometidos a una tensión de 5.000 V y una tensión de perforación de 6.500 V, todo ello medido con una fuente de frecuencia

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

de 50 Hz. Los guantes de alta tensión tendrán una corriente de fuga de 20 mA a una tensión de prueba de 30.000 V y una tensión de perforación de 35.000 V.

Todos los guantes aislantes de la electricidad empleados por los operarios estarán homologados, según las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria MT-4, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28.7.1975.

2.2.11. Prescripción de seguridad para la corriente eléctrica de Baja Tensión

No hay que olvidar que está demostrado estadísticamente, que el mayor número de accidentes eléctricos se produce por la corriente alterna de baja tensión. Por ello, los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión por todos los medios que siguen.

No acercándose a ningún elemento de baja tensión, manteniéndose a una distancia de 0,50 m, si no es con las protecciones adecuadas, gafas de protección, casco, guantes aislantes y herramientas precisamente protegidas para trabajar a baja tensión. Si se sospechase que el elemento está bajo alta tensión, mientras el Contratista adjudicatario averigua oficial y exactamente la tensión a que está sometido, se obligará, con señalización adecuada, a los operarios y las herramientas por ellos utilizados a mantenerse a una distancia no menor de 4 m.

Caso de que la obra se interfiera con una línea aérea de baja tensión, y no se pudiera retirar ésta, se montarán los correspondientes pórticos de protección manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 0.50 m.

Las protecciones contra contactos indirectos se conseguirán combinando adecuadamente las Instrucciones Técnicas Complementarias MT BT, 039, 031 y 044 del Reglamento Electrotécnico para baja Tensión (esta última citada se corresponde con la norma UNE 20383-75)

Se combina, en suma, la toma de tierra de todas las masas posibles con los interruptores diferenciales, de tal manera que en el ambiente exterior de la obra, posiblemente húmedo en ocasiones ninguna masa tome nunca una tensión igual o superior a 24 Voltios. La tierra se obtiene mediante unas picas de acero recubierto de cobre, de diámetro mínimo 14 milímetros y longitud mínima 2 metros. Caso de varias picas, la distancia entre ellas será como mínimo vez y media su longitud, y siempre sus cabezas quedarán 50 centímetros por debajo del suelo. Si son varias estarán unidas en paralelo. El conductor será cobre de 35 milímetros cuadrados de sección. La toma de tierra así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 ohmios. Se conectará a las

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

tomas de tierra de todos los cuadros generales de obra de baja tensión. Todas las masas posibles deberán quedar conectadas a tierra.

Todas las salidas de alumbrado, de los cuadros generales de obra de baja tensión, estarán dotadas con interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad, y todas las salidas de fuerza, de dichos cuadros, estarán dotadas con interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.

La toma de tierra se volverá a medir en la época más seca del año.

2.2.12. Prescripción de seguridad para la corriente eléctrica de Alta Tensión

Dada la suma gravedad que casi siempre supone un accidente con corriente eléctrica de alta tensión, siempre que un elemento con alta tensión intervenga, o como parte de la obra, o se interfiera con ella, el contratista adjudicatario queda obligado a enterarse oficial y exactamente de la tensión. Se dirigirá para ello a la compañía distribuidora de electricidad o a la entidad propietaria del elemento con tensión.

En función de la tensión averiguada, se considerarán distancias mínimas de seguridad, para los trabajos en la proximidad de instalaciones en tensión medidas entre el punto más próximo con tensión y cualquier parte extrema del cuerpo del operario o de las herramientas por él utilizadas, las que siguen:

- Tensiones desde 1 a 18 kV 0,50 m
- Tensiones mayores de 18 kV hasta35 kV 0,70 m
- Tensiones mayores de 35 kV hasta80 kV 1,30 m
- Tensiones mayores de 80 kV hasta140 kV 2,00 m
- Tensiones mayores de 140 kV hasta 250 kV 3,00 m
- Tensiones mayores de 250 kV 4,00 m

Caso que la obra se interfiriera con una línea aérea de alta tensión, se montarán los pórticos de protección, manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 4 m.

Si esta distancia de 4 m no permitiera mantener por debajo del dintel el paso de vehículos y de operario, se atendrá a la tabla dada anteriormente. En los casos que haya que atravesar por debajo de la catenaria, la distancia medida en todas las direcciones, y más desfavorables, del dintel a los conductores de contacto, no será inferior a 0,50 m. Se fijará el dintel, manteniendo los mínimos dichos, lo más bajo posible, pero de tal manera que permita el paso de vehículos de obra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Los trabajos en instalaciones de alta tensión se realizarán, siempre, por personal especializado, y al menos por dos personas para que puedan auxiliarse. Se adoptarán las precauciones que siguen:

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
- Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando la zona de trabajo.
- Para la reposición de fusibles de alta tensión se observarán, como mínimo, los apartados anteriores.

En trabajos y maniobras en seccionadores e interruptores, se seguirán las siguientes normas:

Para el aislamiento del personal se emplearán los siguientes elementos:

Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo. En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen, cuando proceda, que no puede maniobrarse.

En trabajos y maniobras en transformadores, se actuará como sigue:

El secundario del transformador deberá estar siempre cerrado o en cortocircuito, cuidando que nunca quede abierto. Si se manipulan aceites se tendrán a mano los elementos de extinción. Si el trabajo es en celda, con instalación fija, contra incendios, estará dispuesta para su accionamiento manual. Cuando el trabajo se efectúe en el propio transformador estará bloqueada para evitar que su funcionamiento imprevisto pueda ocasionar accidentes a los trabajadores situados en su cuba.

Una vez separado el condensador o una batería de condensadores estáticos de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos, deberán ponerse en cortocircuito y a tierra, esperando lo necesario para su descarga.

En los alternadores, motores asíncronos, dinamos y motores eléctricos, antes de manipular en el interior de una máquina se comprobará lo que sigue:

- Que la máquina está parada.
- Que las bornas de salida están en cortocircuito y a tierra.
- Que la protección contra incendios está bloqueada.
- Que están retirados los fusibles de la alimentación del rotor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

- Que la atmósfera no es inflamable o explosiva

Quedará prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación de alta tensión, antes de dejar sin tensión los conductores y aparatos contenidos en ellas. Recíprocamente, se prohíbe dar tensión sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

Solo se establecerá el servicio de una instalación eléctrica de alta tensión, cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando en ella.

Las operaciones que conducen a la puesta de servicio se harán en el orden que sigue:

En el lugar de trabajo, se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo, después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha concluido.

En el origen de la alimentación, recibida la comunicación de que se ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

Cuando por necesidades de obra sea preciso montar equipos de alta tensión, tales como líneas de alta tensión y transformador de potencia, necesitando darles tensión, se pondrá el debido cuidado en cumplir el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y especialmente sus instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 09 y 13.

2.2.13. Prescripción de Extintores

Los extintores de incendio, emplazados en la obra, estarán fabricados con acero de alta embutibilidad y alta soldabilidad. Se encontrarán bien acabados y terminados, sin rebabas, de tal manera que su manipulación nunca suponga un riesgo por sí misma.

Los extintores estarán esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y dotados con manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga. Se revisarán periódicamente y como máximo cada seis meses.

El recipiente del extintor cumplirá el Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1244/1979 del 4 de Abril de 1979 (B.O.E. 29-5-1979).

Los extintores estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalará en

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato.

Los extintores portátiles estarán a la vista. En los puntos donde su visibilidad quede obstaculizada se implantará una señal que indique su localización

Los extintores portátiles se emplazarán sobre paramento vertical a una altura de 1,20 metros, medida desde el suelo a la base del extintor.

El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica MIE-EP (C.M. 31-5-1982).

Para su mayor versatilidad y evitar dilaciones por titubeos, todos los extintores serán portátiles, de polvo polivalente y de 12 kg de capacidad de carga. Uno de ellos se instalará en el interior de la obra, y precisamente cerca de la puerta principal de entrada y salida.

Si existiese instalación de alta tensión, para el caso que ella fuera el origen de un siniestro, se emplazará cerca de la instalación con alta tensión un extintor. Este será precisamente de dióxido de carbono, CO_2, de 5 kg de capacidad de carga.

2.2.14. Medios auxiliares de topografía

Estos medios tales como cintas, jalones, miras, etc. serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.

2.3. Protecciones colectivas

El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos, y el movimiento del personal en la obra debe quedar previsto estableciendo itinerarios obligatorios.

Se señalizarán las líneas enterradas de comunicaciones, telefónicas, de transporte de energía, etc. así como, las conducciones de gas, agua, etc., que puedan ser afectadas durante los trabajos de movimiento de tierras, estableciendo las protecciones necesarias para respetarlas.

Se señalizarán y protegerán las líneas y conducciones aéreas que puedan ser afectadas por los movimientos de las máquinas y de los vehículos.

Se deberán señalizar y balizar los accesos y recorridos de vehículos, así como los bordes de las excavaciones.

Si la extracción de los productos de excavación se hace con grúas, éstas deben llevar elementos de seguridad contra la caída de los mismos.

Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente del orden de 120 lux en las zonas de trabajo y de 10 lux en el resto. En los trabajos de mayor definición se

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

emplearán lámparas portátiles. Caso de hacerse los trabajos sin interrupción de la circulación, tendrá sumo cuidado de emplear luz que no afecte a las señales de tráfico ni a las propias de la obra.

Las medidas de protección de zonas o puntos peligrosos serán, entre otras, las siguientes:

Barandillas y vallas para la protección y limitación de zonas peligrosas. Tendrán una altura de al menos 90 cm y estarán construidas de tubos o redondos metálicos de rigidez suficiente.

Señales. Todas las señales deberán tener las dimensiones y colores reglamentados por la administración competente.

Bandas de separación en calles de gran tráfico. Se colocarán con pies derechos metálicos bien empotrados en el terreno. La banda será de plástico de colores amarillo y negro en trozos de unos 10 cm de longitud. Podrá ser sustituida por cuerdas o varillas metálicas con colgantes de colores vivos cada 10 cm. En ambos casos la resistencia mínima a tracción será de 50 kg.

Conos de separación en carreteras. Se colocarán lo suficientemente próximos para delimitar en todo caso la zona de trabajo o de peligro.

La rampa de acceso se hará con caída hacia el muro de pantalla. Los camiones circularán lo más cerca posible de él.

Los cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Las plataformas de trabajo tendrán como mínimo 60 mm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

Las escaleras de mano deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

Las plataformas voladas tendrán la suficiente resistencia para la carga que deben soportar, estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.

Los extintores serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente, cumpliendo las condiciones específicamente señaladas en la normativa vigente, y muy especialmente en la NBE/CPI-82.

Todas las transmisiones mecánicas deberán quedar señalizadas en forma eficiente de manera que se eviten posibles accidentes.

Todas las herramientas deben estar en buen estado de uso, ajustándose a su cometido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se debe prohibir suplementar los mangos de cualquier herramienta para producir un par de fuerza mayor y, en este mismo sentido, se debe prohibir, también, que dichos mangos sean accionados por dos trabajadores, salvo las llaves de apriete de tirafondos.

En evitación de peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado, especialmente los dedicados al movimiento de tierras y todos los que han de circular por camino sinuosos. Toda la maquinaria de obra, vehículos de transporte y maquinaria pesada de vía estará pintada en colores vivos y tendrá los equipos de seguridad reglamentarios en buenas condiciones de funcionamiento.

Para su mejor control deben llevar bien visibles placas donde se especifiquen la tara y la carga máxima, el peso máximo por eje y la presión sobre el terreno de la maquinaria que se mueve sobre cadenas. También se evitará exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición. Todos los vehículos de motor llevarán correctamente los dispositivos de frenado, para lo que se harán revisiones muy frecuentes. También deben llevar frenos servidos los vehículos remolcados.

La maquinaria eléctrica que haya de utilizarse en forma fija, o semifija, tendrá sus cuadros de acometida a la red provistos de protección contra sobrecarga, cortocircuito y puesta a tierra. Se establecerán reducciones de velocidad para todo tipo de vehículos según las características del trabajo. En la de mucha circulación se colocarán bandas de balizamiento de obra en toda la longitud del tajo. En las cercanías de las líneas eléctricas no se trabajará con maquinaria cuya parte más saliente pueda quedar, a menos de 2 metros de la misma, excepto si está cortada la corriente eléctrica, en cuyo caso será necesario poner una toma a tierra de cobre de 25 milímetros cuadrados de sección mínima conectada una pica bien húmeda o a los carriles. Si la línea tiene más de 50 kV la aproximación será de 4 m.

Deben inspeccionarse las zonas donde puedan producirse fisuras, grietas, erosiones, encharcamientos, abultamientos, etc. por si fuera necesario tomar medidas de precaución, independientemente de su corrección si procede.

El Contratista deberá disponer de suficiente cantidad de todos los útiles y prendas de seguridad y de los repuestos necesarios. Por ser el adjudicatario de la obra debe responsabilizarse de que los subcontratistas dispongan también de estos elementos y, en su caso, suplir las deficiencias que pudiera haber.

Si se utilizan explosivos se tomarán las precauciones necesarias para evitar desgracias personales y daños en las cosas. Para ello debe señalizarse convenientemente el área de peligro, se pondrá vigilancia en la misma y se harán señales acústicas al comienzo de la voladura y una vez terminada. Debe tenerse muy

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

presente que no se iniciará esta operación hasta que se tenga plena seguridad de que en el área de peligro no queda ninguna persona ajena a la voladura y a los agentes de vigilancia y que éstos estén suficientemente protegidos de interferencias en conducciones de servicios, aéreas o subterráneas.

Normas de actuación durante los trabajos

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la apertura de zanja y pozos pueda ser seguido inmediatamente por su colocación.

Los productos de excavación que no se lleven a vertedero, se depositarán a una distancia 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.

Las áreas de trabajo en las que la excavación de cimentaciones suponga riesgos de caídas de altura, se acotarán con barandilla de 0,90 m de altura y rodapié de 0,20 de anchura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Siempre que la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50 m, se colocarán escaleras que tendrán una anchura mínima de 0,50 m con pendiente no superior a 1:4.

Los laterales de la excavación se sanearán antes del descenso del personal a los mismos, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, empleando 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.

2.4. Plan de seguridad y salud

De acuerdo con este estudio, empresa adjudicataria de las obras redactará, antes del comienzo de las mismas, un Plan de Seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este estudio. Este Plan, debe ser revisado y aprobado, por el Coordinador de Seguridad y Salud.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

Se incluirá en la misma periodicidad de las revisiones que han de hacerse a los vehículos y maquinaria asignada a la obra.

En la oficina principal del Contratista, o en el punto que determine la Dirección de Obra, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto, facilitado por el organismo competente.

Este libro constará de hojas cuadruplicadas que se destinarán a:

1. Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia.
2. Dirección de obra de la misma
3. Contratista adjudicatario de la obra y nombre del Coordinador de Seguridad y Salud y representantes de los trabajadores.

De acuerdo al Real Decreto 1627/97, indicado anteriormente podrán hacer anotaciones en dicho libro:

La dirección de Obra.

Los representantes del Contratista.

Los Técnicos de los Gabinetes Provinciales de Seguridad y Salud.

Los miembros del Comité de Seguridad. En su defecto, los Vigilantes de Seguridad y los representantes de los trabajadores.

Únicamente se podrán hacer anotaciones relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

El Contratista enviará en un plazo de 24 horas cada una de las copias a los destinatarios previstos anteriormente.

- Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad e higiene.

- Servicio Médico

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

2.5. Vigilante de seguridad y comité de seguridad e higiene

Se nombrará el Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Se constituirá el Comité cuando proceda, según la Ordenanza Laboral de Construcción o, en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003420
ISABEL DEL CAMPO PALACIOS
VISADO Nº. : VD01886-24A
DE FECHA : 8/5/24
E-VISADO

2.6. Instalaciones médicas

Tanto el botiquín de oficina como el de los tajos, en caso de que exista, se revisarán semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

2.7. Instalaciones de higiene y bienestar

En función del personal de oficina, almacenes y taller, se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

Zaragoza, abril 2024
Fdo. Isabel del Campo Palacios
Ingeniera Industrial
Colegiada Nº 3.420 COIIAR
Al servicio de la empresa
Atalaya Generación S.L.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02283-24 y VISADO electrónico VD01886-24A de 08/05/2024. CSV = FVEDSFAE7Y0L8U6E verificable en https://coiiar.e-gestion.es