COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ATALAYA GENERACIÓN

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

TABLA RESUMEN 4
1 ANTECEDENTES 6
2 OBJETO Y ALCANCE 8
3 DATOS DEL PROMOTOR 9
4 DECLARACIÓN RESPONSABLE 10
5 NORMATIVA DE APLICACIÓN 11
5.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 11
5.2 OBRA CIVIL 12
5.3 SEGURIDAD Y SALUD 12
5.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO 14
5.5 EQUIPOS 14
6 CONEXIÓN A LA RED 16
7 UBICACIÓN Y ACCESO 17
7.1 UBICACIÓN 17
7.2 RUTA DE ACCESO 18
8 PARQUE FOTOVOLTAICO 19
8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL 19
8.2 CRITERIOS DE DISEÑO 19
8.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA 21
8.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 21
8.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 21
8.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE 22
8.4.3 CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN 23
8.4.4 POWER STATION 24
8.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA 28
8.4.6 SERVIDOR WEB 29
8.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 29
8.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO 29
8.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS 33
8.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA 37
8.5.4 PUESTA A TIERRA 38
8.6 OBRA CIVIL 39
8.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL 39
8.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS 40
8.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO 41
8.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES 42
8.6.5 CIMENTACIÓN DE POWER STATIONS 43
8.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO 43
8.6.7 ARQUETAS 44

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.6.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN 45
8.7 INSTALACIONES AUXILIARES 45
8.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA 45
8.7.2 VALLADO PERIMETRAL 45
8.7.3 PANTALLA VEGETAL 46
8.7.4 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA 46
8.7.5 CASETA DE CONTROL Y MANTENIMIENTO 46
8.7.6 PUNTO LIMPIO 48
8.7.7 ESTACIÓN METEOROLÓGICA 48
9 CENTRO DE ENTREGA PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN 49
9.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE ENTREGA 49
9.2 NIVEL DE AISLAMIENTO 50
9.3 INTENSIDAD NOMINAL EN MEDIA TENSIÓN 50
9.4 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 50
9.5 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL 50
9.6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 51
9.7 CELDAS DE DISTRIBUCIÓN 51
9.7.1 CELDA DE LÍNEA 51
9.7.2 CELDA DE MEDIDA 51
9.7.3 CELDA DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN 51
10 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS 53
11 FASES DEL PROYECTO 54
11.1 ESTUDIO DEL PROYECTO 54
11.2 CONSTRUCCIÓN 54
11.3 FUNCIONAMIENTO 54
11.4 DESMANTELAMIENTO 54
12 PLANIFICACIÓN 56
13 CONCLUSIÓN 57

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TABLA RESUMEN

Tabla 1: Resumen PFV

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	
Datos generales	
Promotor	Yequera Solar 8, S.L. CIF B99544835
Término municipal del PFV	Zaragoza (Zaragoza)
Capacidad de acceso	11 MW
Potencia inversores (a 40ºC)	12,535 MVA
Potencia total módulos fotovoltaicos	14,309 MWp
Superficie de paneles instalada	69.322 m^2
Superficie poligonal del PFV	47,78 ha
Superficie vallada del PFV	25,84 ha
Perímetro del vallado del PFV	3,02 km
Ratio ha/MWp	1,8
Radiación	
Índice de radiación MEDIO DIARIO del PFV	4,56 kWh/m^2/día
Índice de radiación ANUAL de la planta en *(dato medio diario x 365 días)*	1.663 kWh/m^2
Producción energía	
Estimación de la energía eléctrica producida anual	27.249 MWh/año
Producción específica	1.904 kWh/kWp/año
Performance ratio	85,67 %
Datos técnicos	
Número de módulos 505 Wp	28.336
Seguidor solar 1 eje para 28 módulos (1V28)	1.012
Cajas de Seguridad y Protección (CSP)	44
Inversor 3.380 kVA (a 40ºC)	2
Inversor 2.310 kVA (a 40ºC)	1
Inversor 3.465 kVA (a 40ºC)	1
Power Station 3.380 kVA (1 x Inversor 3.380 kVA + 1 x CT)	2
Power Station 5.775 kVA (1 x Inversor 2.310 kVA + 1 x Inversor 3.465 kVA + 2 x CT)	1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

CENTRO DE ENTREGA PFV LA BARDINA 1 - 15 kV	
Tipo	Prefabricado en superficie con aparamenta GIS
Tensión nominal	15 kV_{ef}
Tensión asignada	24 kV_{ef}
Frecuencia nominal	50 Hz
Celdas	
- 3 Celdas de línea con interruptor-seccionador. - 1 Celda de medida y cuadro de medida. - 1 Celda de protección con interruptor automático y protecciones.	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

1 ANTECEDENTES

La sociedad YEQUERA SOLAR 8, S.L. es la promotora del PARQUE FOTOVOLTAICO (PFV) LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN en el Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza).

Con fecha 14 de mayo de 2019 para el PFV LA BARDINA 1, y con fecha 27 de enero de 2020 para el PFV LA BARDINA 1 AMPLIACIÓN, la sociedad YEQUERA SOLAR 8, S.L. depositó avales en cumplimiento del artículo 66 bis del RD 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, para la tramitación de las solicitudes de acceso a la Red de Distribución.

La sociedad anteriormente mencionada solicitó punto de conexión para el PFV LA BARDINA 1, obteniendo acceso favorable en SET JOYOSA 15 kV por parte de E-Distribución Redes Digitales, S.L.U. con fecha 16 de julio de 2019. La misma sociedad solicitó punto de conexión para el PFV LA BARDINA 1 AMPLIACIÓN “en agrupación” con el PFV LA BARDINA 1 – puesto que comparten el punto de conexión, obteniendo acceso favorable en BARRAS DE 15 kV DE LA SET JOYOSA por parte de E-Distribución Redes Digitales, S.L.U. con fecha 9 de marzo de 2020.

Posteriormente E-Distribución Redes Digitales, S.L.U. solicitó a Red Eléctrica de España aceptabilidad, desde la perspectiva de la red de transporte, para el Proyecto del PFV LA BARDINA 1, recibiendo respuesta favorable a la misma con fecha 30 de septiembre de 2019. De igual forma, E-Distribución Redes Digitales, S.L.U. solicitó a Red Eléctrica de España aceptabilidad para el Proyecto del PFV LA BARDINA 1 AMPLIACIÓN, recibiendo respuesta favorable a la misma con fecha 30 de noviembre de 2020.

Con fecha 3 de abril de 2020, YEQUERA SOLAR 8, S.L. ha recibido por parte de E-Distribución Redes Digitales, S.L.U. las Condiciones Técnico – Económicas para la conexión del PFV LA BARDINA 1, y con fecha 5 de noviembre de 2020 para la conexión del PFV LA BARDINA 1 AMPLIACIÓN, ambos dos en la SET JOYOSA 15 kV.

El 26 de noviembre de 2020 se presentó la solicitud de autorización administrativa previa y de construcción del Parque Fotovoltaico LA BARDINA 1 ante el Servicio Provincial de Zaragoza – Departamento de industria, competitividad y desarrollo empresarial, anteproyecto redactado por el ingeniero industrial Pedro Machín Iturria con número de visado VD03801-20A y fecha 17/11/2020, siendo admitida a trámite con fecha 10 de diciembre de 2020 y número de expediente G-SO-Z-247/2020. De igual modo, se

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

presentó la solicitud de autorización administrativa previa y de construcción del Parque Fotovoltaico LA BARDINA 1 AMPLIACIÓN el 8 de mayo de 2021, proyecto redactado por el ingeniero industrial Pedro Machín Iturria con número de visado VD01119-21A y fecha 13/04/2021, siendo admitida a trámite con fecha 18 de mayo de 2021 y número de expediente G-Z-2021-022.

El 18 de junio de 2021 se presentó la solicitud de unificación de los parques fotovoltaicos PFV Bardina 1 (Expte G-SO-Z-247/2020) y PFV Bardina 1 Ampliación (Expte G-Z-2021-022) en un único expediente, ante el Servicio Provincial de Zaragoza – Departamento de industria, competitividad y desarrollo empresarial, recibiendo respuesta favorable el 22 de junio de 2021. Así, se procede a actualizar los permisos de acceso y conexión concedidos para adaptarlos a las características de la instalación resultante de la agrupación, y su tramitación como un único expediente con número G-SO-Z-247/2020.

Con fecha 6 de septiembre de 2021, el INAGA emite Resolución por la que se adopta la decisión de no someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria y emite informe de impacto ambiental favorable de las plantas fotovoltaicas “La Bardina1”, “La Bardina 1 Ampliación”, “La Bardina 2” y “La Bardina 2 Ampliación” y su infraestructura de evacuación conjunta.

Para continuar con la tramitación y obtener la Autorización Previa y de Construcción del PFV La Bardina 1 y su ampliación, y sus infraestructuras de evacuación, se presenta este documento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN, ubicado en el Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza), para tramitar todos los permisos y autorizaciones legalmente necesarios para proceder a su construcción, montaje y puesta en servicio de las instalaciones.

En la parte de obra civil se incluye el acondicionamiento del terreno, el hincado de los seguidores, zanjas eléctricas de baja y media tensión (BT y MT), las cimentaciones de los centros de transformación, los viales del parque fotovoltaico y las instalaciones auxiliares.

En la parte de infraestructura eléctrica se realizará el cálculo y dimensionado del generador fotovoltaico, así como el cálculo de los conductores de corriente continua que conectan los módulos fotovoltaicos con las cajas de seccionamiento y protección y la conexión de dichas cajas con las Power Stations.

Además, se realizará también el cálculo de los conductores de corriente alterna que transportan la energía desde los centros de transformación hasta el CENTRO DE ENTREGA (CE) del parque fotovoltaico, situado dentro del PFV en la linde del vallado y dotado de acceso exterior.

Desde este CE y mediante una línea aéreo-subterránea de 15 kV, objeto de otro proyecto, se evacuará la energía generada por el PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN hasta la SET JOYOSA 15 kV (existente), punto de entrega final de la energía.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

3 DATOS DEL PROMOTOR

- Titular: YEQUERA SOLAR 8, S.L.
- CIF: B99544835
- 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

4 DECLARACIÓN RESPONSABLE

Don Pedro Machín Iturria, mayor de edad, con DNI 25.462.782-B, con titulación de Ingeniero Industrial y nº de colegiado 2474 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja y domicilio a efectos de notificaciones en Calle Argualas 40, 1ºD, 50012 de Zaragoza,

DECLARA, bajo su responsabilidad que, en la fecha de elaboración y firma del presente proyecto de PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN:

- Está en posesión de la titulación indicada.
- Dicha titulación otorga competencia legal suficiente para la elaboración del trabajo profesional indicado.
- Está colegiado con el número y en el colegio profesional indicados.
- No se encuentra inhabilitado para el ejercicio de la profesión.
- Conoce la responsabilidad civil derivada del trabajo profesional indicado.
- El trabajo profesional indicado se ha ejecutado conforme la normativa vigente de aplicación al mismo, que le es de aplicación, a los efectos del cumplimiento de lo establecido en el apartado 1.b) del artículo 53 de la Ley 24/2013, del 26 de diciembre, del Sector eléctrico.

Y para que así conste y produzca los efectos oportunos, expido y suscribo esta Declaración no faltando a la verdad de los datos e informaciones contenidas en la misma.



Zaragoza, septiembre de 2021
Fdo. Pedro Machín Iturria
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 2.474 del COIIAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

5 NORMATIVA DE APLICACIÓN

5.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- 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.
- 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))
- 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 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.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

5.2 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.
- Instrucción de hormigón estructural, Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- 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.

5.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

5.4 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)
- 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)).

5.5 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6 CONEXIÓN A LA RED

El PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN ha obtenido acceso a la Red de Distribución en la Subestación JOYOSA 15 kV.

La evacuación de la energía generada por el parque se realizará de manera conjunta con el resto de instalaciones del mismo Promotor que también han obtenido acceso al mismo nudo, compartiendo para ello una Línea Aéreo-Subterránea de Media Tensión de 15 kV, desde los Centros de Entrega de los PFV's hasta los puntos de conexión determinados por E-DISTRIBUCIÓN en la SET LA JOYOSA 15 kV (objeto de otro proyecto).

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 (11 MW). Este control se realizará mediante el Power Plant Controler (PPC), ubicado en el Centro de Entrega.

Las infraestructuras de evacuación de la energía transformada son las siguientes:

- PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN.
- CENTRO DE ENTREGA PFV LA BARDINA 1.
- Línea Aéreo-Subterránea de Evacuación de media tensión 15 kV, entre el Centro de Entrega y la SET LA JOYOSA (objeto de otro proyecto).

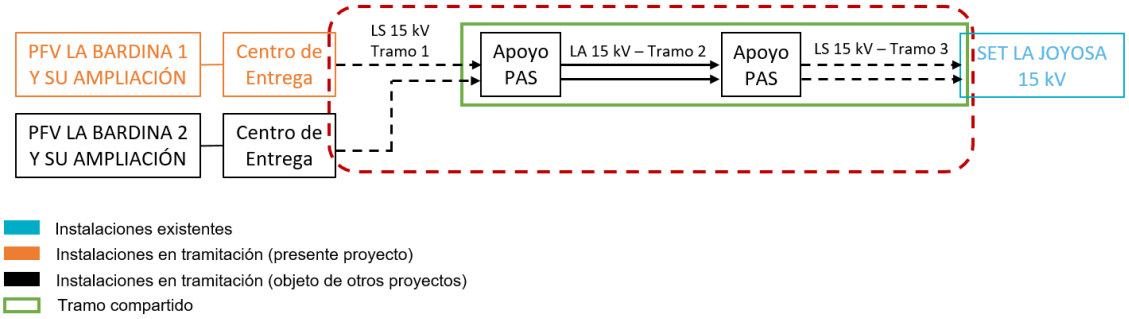


Ilustración 1: Infraestructuras de evacuación

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

7 UBICACIÓN Y ACCESO

7.1 UBICACIÓN

El PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN está ubicado a 255 metros sobre el nivel del mar en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza).

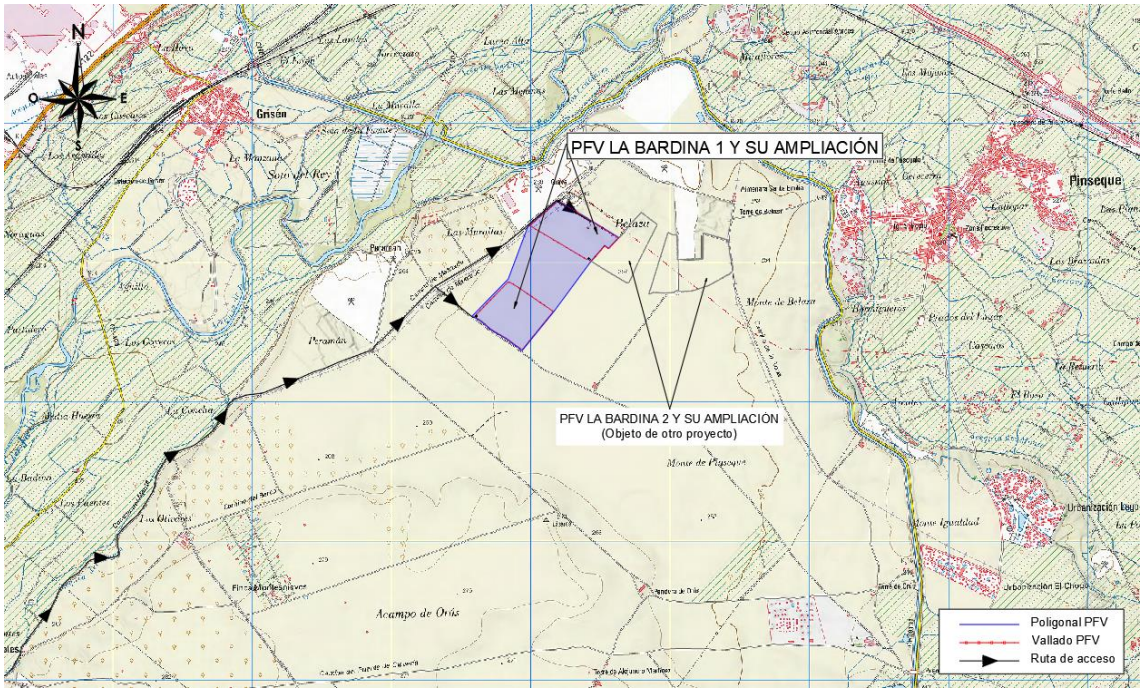


Ilustración 2: Ubicación del PFV

Las fincas destinadas para la implantación del PFV se encuentran detalladas en el documento Anejos y en el documento Planos. En la Tabla 2 se recogen las dimensiones generales del parque.

Tabla 2: Dimensiones PFV

Dimensiones PFV	
Superficie poligonal del PFV	47,78 ha
Superficie vallado PFV	25,84 ha
Longitud del vallado del PFV	3,02 km

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

verse en la Ilustración 3 donde se muestra la radiación global media para la región peninsular de España.

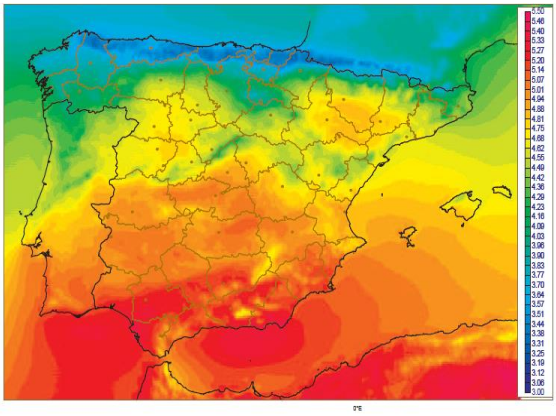


Ilustración 3: Radiación Global media en España [1983-2005] (kWh/m^2-día) SIS (CM-SAF).

- 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.

- 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.

7.2 RUTA DE ACCESO

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.

El PFV está situado en el término municipal de Zaragoza, en la provincia de Zaragoza.

El acceso al parque se realiza desde el Camino de Maltriado, al que se llega partiendo de Bárboles y tomando el camino del Monte. La localidad de Bárboles está comunicada con la carretera A-122. Desde la zona Este de Bárboles se toma el camino del Monte, adyacente a la Acequia del Monte. Tras haber circulado aproximadamente 5 kilómetros hacia el Norte se llega al Camino de Maltriado y a las dos zonas valladas del PFV.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8 PARQUE FOTOVOLTAICO

8.1 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 28.336 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 505 Wp, 1.012 seguidores fotovoltaicos a un eje de 1Vx28 con pitch de entre 4,5 y 6,5 metros, 44 cajas de seccionamiento y protección (CSP), 1 Power Station (PS) de 5,775 MVA y 2 PS de 3,38 MVA, conectadas con el Centro de Entrega del PFV mediante una red subterránea de 15 kV.

8.2 CRITERIOS DE DISEÑO

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

1. Informe de impacto ambiental (Exp. INAGA/500201/01B/2020/10041
   Se añaden las modificaciones necesarias para cumplir las medidas preventivas correctoras adicionales al proyecto. Especialmente relevantes en la fase actual del proyecto es la adición de una franja vegetal de 8 metros en torno al perímetro de la instalación.

2. 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 entre 4,5 y 6,5 metros.

3. El número de módulos en serie de las ramas:
   Este número está limitado por los siguientes valores:
   - V_{OC}: 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:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.
- 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 28 módulos en serie por rama.

4. <u>El número de ramas que entran a la CSP será menor que el número máximo de entradas que ésta permite:</u>

   Se utilizan CSPs con 16, 24 y 32 entradas.

5. <u>El número de CSP que entran al inversor será menor que el número máximo de entradas que éste permite:</u>

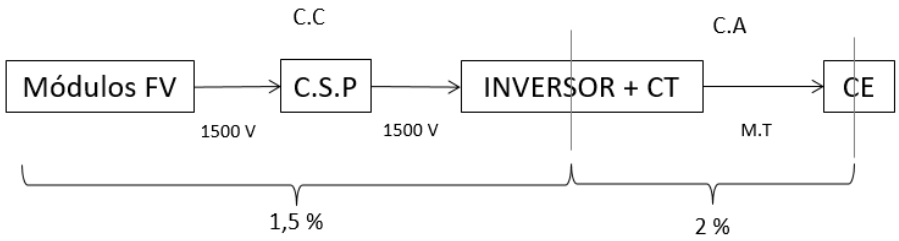
   El número máximo de entradas que admiten los inversores es de 36.

6. <u>La óptima ubicación de las Power Stations:</u>

   Se han tenido en cuenta los criterios de:

   - Sombras: Para evitar provocar sombras en los módulos, se han ubicado al norte de los mismos. 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.

7. <u>Pérdidas eléctricas:</u>



- En BT continua entre las ramas y los inversores:
  - Caída tensión < 1,5 %
- En MT alterna entre los inversores y el Centro de entrega:
  - Caída tensión < 2 %
  - Pérdidas < 2 % de la potencia total instalada

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8. Cumplimiento del Código de Red:

   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: 30% de potencia reactiva inductiva y 30 % de potencia reactiva capacitiva), se instala un 14% más de potencia en inversores (12,535 MVA) que la capacidad de acceso del PFV (11 MW). Ver Anejo de Cálculos eléctricos para una explicación detallada.

9. 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 (12,535 MVA) es inferior a la potencia total de los módulos fotovoltaicos (14,309 MWp).

8.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La simulación energética se ha realizado mediante el programa PVSYST. La metodología y los resultados completos del estudio de producción de energía se muestran en el Documento Anejos.

8.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

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

8.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para el presente estudio se consideran módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de la marca Risen RSM150-8-480M-505M cuyas características técnicas se muestran en la tabla y en el documento Anejos. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 3: Características del módulo fotovoltaico. Fuente: Risen Solar Technology

Risen RSM150-8-480M-505M		
Pmax	505	W
Vmpp	43,10	V
Impp	11,74	A
Voc	51,23	V
Isc	12,53	A
Eficiencia	20,6	%
V max sistema	1500	V_{DC}
Coeficiente de T para Pmpp	-0,36	%/°K
Coeficiente de T para Voc	-0,28	%/°K
Coeficiente de T para Isc	0,05	%/°K
Largo	2.220	mm
Ancho	1.102	mm
Alto	35	mm
Área	2,446	m^2
Tamaño de conductor	12 / 4	AWG /mm^2
Peso del módulo	28,0	kg

Como se muestra en la ilustración, el fabricante de módulos fotovoltaicos asegura una vida útil de 25 años con una eficiencia de al menos el 84,8 % de su potencia nominal, y una dependencia lineal de la eficiencia con el tiempo.

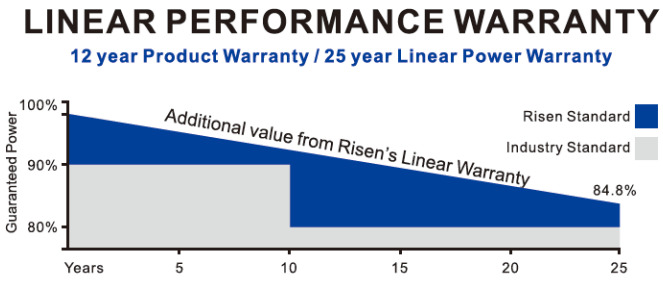


Ilustración 4. Rendimiento y vida útil del módulo fotovoltaico. Fuente: Risen Solar Technology

8.4.2 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Para el presente PFV se propone utilizar el modelo de seguidor solar a un eje STI-H250 de STI Norland o similar, con una configuración de 28 (1V x 28) módulos por seguidor.

En las zonas en que se supere la pendiente máxima aceptada por el seguidor, se podrá realizar movimiento de tierras para adecuar el terreno a la pendiente permitida.

El control de la orientación de los módulos (rango +/- 55º) 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.

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.

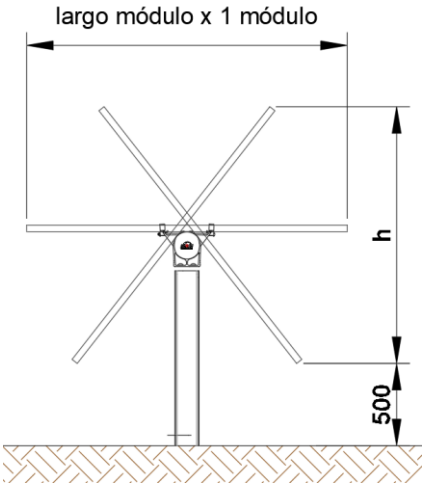


Ilustración 5: Detalle del seguidor, vista perfil. Fuente: STI-Norland

8.4.3 CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

Para agrupar todos los circuitos de las ramas se han instalado adosadas a la estructura del seguidor las Cajas de Seccionamiento y Protección (CSP). Su función es adecuar el número de salidas de las ramas al número de entradas de los inversores y optimizar las secciones del cableado en la parte de corriente continua.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

El número de CSP conectadas al inversor utilizado dependerá del máximo voltaje e intensidad de entrada admisibles por el mismo. El número máximo de ramas conectadas a cada CSP viene dado por el número de entradas del modelo utilizado, 16, 24 o 32, pudiéndose conectar menos ramas en algunas CSP en caso de que fuese necesario para poder adaptar la potencia requerida por el PFV.

Para la protección de cada una de las ramas de módulos fotovoltaicos se instalan fusibles de tipo gPV de 20 A / 1500V. Las cajas deben ser de tipo IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y al polvo que producen una progresiva degradación en los circuitos.

Para el parque proyectado se propone el modelo STRING-COMBINER de la marca SMA. Toda la información se encuentra disponible en el documento Anejos.

Tabla 4: Especificaciones técnicas de la caja de seccionamiento y protección

Modelo: String combiner SMA		
Entrada	Voltaje de entrada nominal	< 1.500 V DC
	Corriente de entrada nominal por entrada	13,75 A
	Número de entradas	16, 24, 32
Salida	Voltaje de salida nominal	<1.500 V DC
	Máxima corriente de salida	330 A
	Número de salidas	1/2
	Diámetro de cable de salida	De 70 a 400 mm^2

8.4.4 POWER STATION

Se propone utilizar una solución integrada que incluye el inversor y el transformador: la MEDIUM VOLTAGE SKID y la TWIN SKID de la marca POWER ELECTRONICS (ver Ilustración 6 e Ilustración 7).

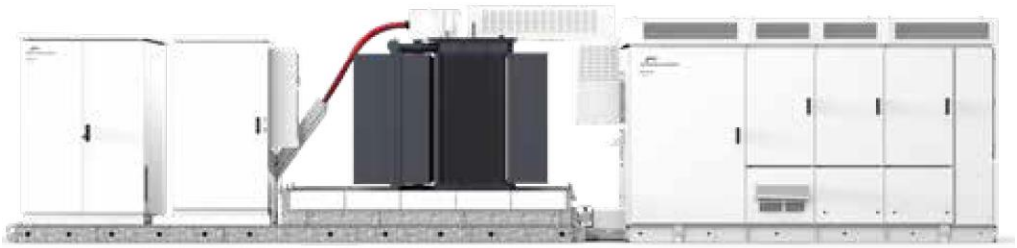


Ilustración 6: Medium Voltage Skid. Fuente: Power Electronics

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

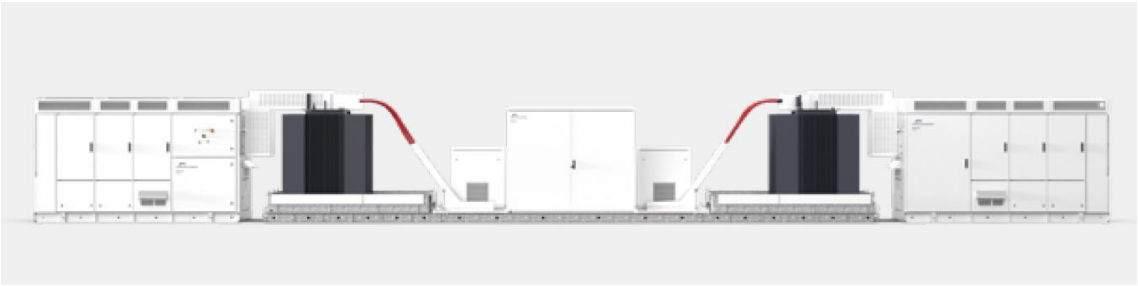


Ilustración 7: Twin Skid. Fuente: Power Electronics

Es una solución Plug & Play que funciona con voltajes de hasta 1.500 V DC y contiene todo el equipamiento necesario para la transformación de la energía generada. Las estaciones han sido diseñadas para cumplir con los requisitos de plantas de energía fotovoltaica a gran escala. Son instalaciones compactas de exterior fabricadas en acero galvanizado de alta resistencia que contienen los inversores y la aparamenta de media tensión (celda de protección, transformador exterior, tanque de aceite y filtro). Este contenedor está compuesto por tres zonas diferenciadas: inversor, transformador y aparamenta eléctrica. En la Tabla 5 se muestra la descripción de los componentes principales de la Power Station.

Se proponen las siguientes Power Station para ajustarse en mejor medida a la potencia de la planta y para cumplir con el Código de Red:

PS MV SKID de 3.380 kVA (1 inversor + 1 transformador)
PS TWIN SKID de 5.775 kVA (2 inversores + 2 transformadores)

Tabla 5: Descripción general de componentes de la Power Station

Designación	Descripción
Inversor	Inversor fotovoltaico que convierte la corriente directa generada en el campo de módulos FV a CA compatible con la red.
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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.4.4.1 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. Cada inversor permite hasta 36 entradas de corriente continua en paralelo a las que se conectan las salidas de las C.S.P.

Los fabricantes dan varias potencias para diferentes temperaturas ambiente (habitualmente 25 o 40 y 50ºC), siendo la máxima potencia del inversor aquella asociada a la menor temperatura ambiente, en el caso del fabricante empleado en este proyecto, 40ºC.

Para el parque proyectado se propone utilizar los inversores trifásicos HEMK de Power Electronics (o similar) de 3.380, 2.310 y 3.465 kVA, cuyas características técnicas se resumen en laTabla 6.

Tabla 6: Especificaciones técnicas de los inversores. Fuente: Power Electronics

Modelo		FS3270K	FS2235K	FS3350K
Salida	Potencia nominal a 50ºC (kVA/kW)	3.270	2.235	3.350
	Potencia nomina a 40ºC (kVA/kW)	3.380	2.310	3.465
	Máxima corriente a 40ºC (A)	3.175	2.117	3.175
	Tensión (V_{ac})	615	630	
	Frecuencia (Hz)	50		
	Factor de potencia	1		
Entrada	Máxima Tensión M_{pp} (V_{dc})	1.310		
	Min. Tensión M_{pp} (V_{dc})	870	891	
	Máxima tensión (V_{dc})	1.500		
	Máxima corriente (A)	3.970	2.645	3.970

8.4.4.2 Transformador

La salida de tensión del inversor (<1.500 V) se eleva en el transformador hasta la tensión de la subestación de evacuación de energía.

El transformador es de tipo seco / aceite con conexión Dy11 con bajos requisitos de mantenimiento y está optimizado para el mejor funcionamiento durante toda la vida útil de la planta.

La conexión eléctrica entre las celdas de MT y el transformador será con cables de 12/20 kV del tipo RH5Z1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al.

La conexión eléctrica en baja tensión entre los inversores y los transformadores de potencia se realizará mediante pletinas de Cu de sección adecuada a la corriente a transportar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.4.4.3 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.

Dimensiones: 500 mm de ancho x 2.100 mm de alto x 1.100 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

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:	50 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

Dimensiones: 500 mm de ancho x 2.100 mm de alto x 1.100 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	1.000 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: 50 kA

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

8.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

El controlador de planta fotovoltaica propuesto Free Sun 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO



Ilustración 8: Power Plant Controler. Fuente: Power Electronics

8.4.6 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.

8.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

8.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

El esquema general de conexión de un parque fotovoltaico se puede observar en la ilustración. Los módulos FV agrupados en ramas se conectan a las CSP, las cuales combinan este cableado adaptándolo para poder conectarse a los inversores.

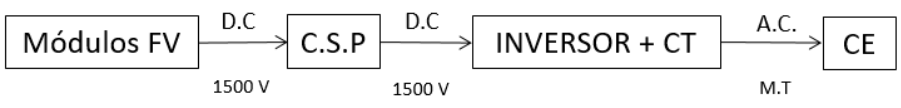


Ilustración 9: Esquema general de conexión del PFV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Para cumplir con los requisitos del Código de Red, se debe sobreinstalar en este PFV un 14 % de potencia en inversores.

Por lo tanto, el PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN está compuesto por 3 bloques de potencia: 2 de 3,38 MVA y 1 de 5,775 MVA. La potencia se limitará a la capacidad de acceso del PFV (11 MW) mediante el Power Plant Controller, ubicado en la sala de celdas del PFV dentro del Centro de Entrega. La potencia total de módulos fotovoltaicos del parque fotovoltaico es de 14,309 MWp.

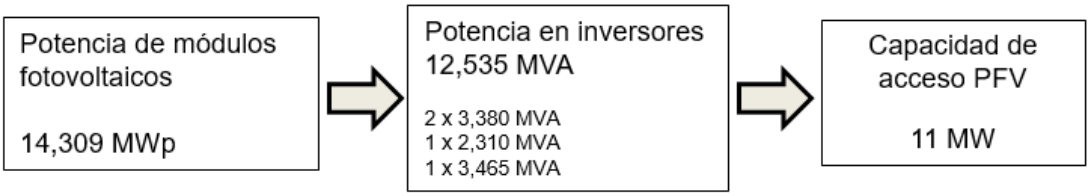


Ilustración 10: Diagrama de potencias del PFV

8.5.1.1 Tramo ramas de módulos FV – CSP

Las ramas están formadas por 28 módulos fotovoltaicos conectados en serie. La configuración de los seguidores es de 1V x 28, por lo que cada seguidor contiene una única rama.

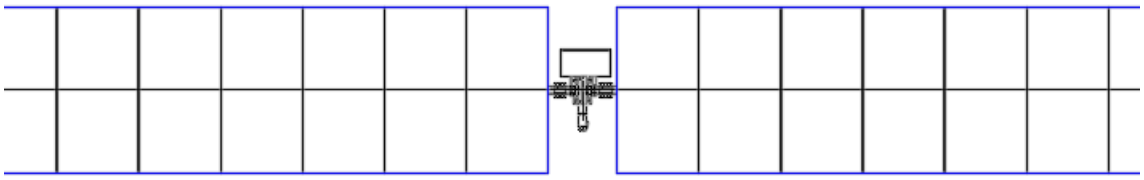


Ilustración 11: Seguidor fotovoltaico configuración 1V

Los cables de baja tensión (BT) para la conexión entre las ramas y las CSP son de cobre de 2 x 1 x 6 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.

8.5.1.2 Tramo CSP – Inversores

Para ajustarse a la potencia pico del parque fotovoltaico de la manera exacta teniendo en cuenta la orografía disponible, se utilizan diferentes tipos de bloques ramas - CSP:

Los cables de BT para la conexión entre las CSP y los inversores serán de aluminio de 2 x 2 x 240 / 400 mm^2 de sección, de tipo XZ1 con aislamiento 1,8 kV en continua e irán directamente enterrados en zanja excepto en los cruces donde irán entubados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 7: Componentes básicos bloques tipo CSP

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Nº módulos/rama	28			
Nº ramas	24	21	17	7
Nº módulos/CSP	672	588	476	196
Cable String – C.S.P.	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 6 Cu			
Fusible protección ramas	20 A, 1.500 V			
C.S.P	1			
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)			
Potencia de módulos fotovoltaicos (kWp)	339,36	296,94	240,38	98,98

8.5.1.3 Bloque 3,380 MVA

La Power Station MV SKID de 3,38 MVA consta de un centro de transformación 615/15.000V, un inversor trifásico de 3.380 kVA y celdas de media tensión. A la P.S. se conectan 12 CSPs: 11 de tipo A y 1 CSP de tipo D, que recogen la energía generada por 7.588 módulos fotovoltaicos de 505 Wp. El PFV consta de dos PS de 3,38 MVA.

Tabla 8: Componentes básicos para bloque de 3,38 MVA

Características bloque 3,38 MVA	
Número de bloques en el PFV	2
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	7.588
Módulos en serie	28
Ramas en paralelo	271
Bloques C.S.P	12 (11 CSP A + 1 CSP D)
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)
Fusibles protección inversor	12 x (160/500 A, 1.500 V)
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	3,38
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	3.831,94

8.5.1.4 Bloque 5,775 MVA

La Power Station TWIN SKID de 5,775 MVA consta de dos centros de transformación 630/15.000V, dos inversores trifásicos (uno de 2.310 kVA y uno de 3.465 kVA) y celdas de media tensión. A la P.S. se conectan 20 CSPs: 8 CSP al inversor de 2,31 MVA y 12 CSP al inversor de 3,465 MVA, que recogen la energía generada por 5.292/7.868 módulos fotovoltaicos de 505 Wp.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 9: Componentes básicos para bloque de 5,775 MVA

Características bloque 5,775 MVA		
	Inversor 2,31 MVA	**Inversor 3,465 MVA**
Número de bloques en el PFV	1	1
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	5.292	7.868
Módulos en serie	28	
Ramas en paralelo	189	281
Bloques C.S.P	8 (7 CSP A + 1 CSP B)	12 (11 CSP A + 1 CSP C)
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)	
Fusibles protección inversor	8 x (425/500 A, 1.500 V)	12 x (400/500 A, 1.500 V)
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	2,31	3,465
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	2.672,46	3.973,34

8.5.1.5 PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

Los 11 MW del PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN están conectados en dos circuitos eléctricos, que unen los bloques de potencia con el Centro de Entrega:

- Circuito 1: PS3 (3,38 MVA) – PS2 (3,38 MVA) – CE
- Circuito 2: PS1 (5,775 MVA) – CE

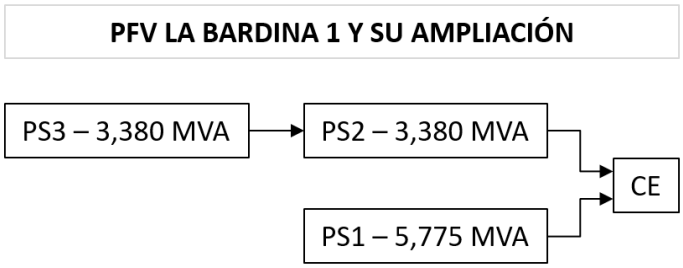


Ilustración 12: Esquema de conexión de la red de MT del PFV

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

Tabla 10: Componentes básicos para Parque Fotovoltaico

Descripción	Cantidad
Número de módulos 505 Wp	28.336
Ramas en paralelo	1.012
Cajas de Seguridad y Protección (CSP)	44
CSP A	40
CSP B	1
CSP C	1
CSP D	1
Inversor 3.380 kVA	2
Inversor 2.310 kVA	1
Inversor 3.465 kVA	1
Power Station 3.380 kVA	2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Descripción	Cantidad
Power Station 5.775 kVA	1
Capacidad de acceso (MW)	11,00
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	12,535
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	14,309

8.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

8.5.2.1 Circuitos de Baja Tensión

Los circuitos de energía eléctrica en BT corresponden a los circuitos de corriente continua desde las ramas de módulos fotovoltaicos hasta las CSP y a los circuitos de corriente continua desde las CSP hasta los inversores.

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 las CSP. Serán necesarios para evacuar la energía generada cables de cobre (Cu) 2 x 1 x 6 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 las CSP y el inversor central serán de aluminio (Al) de 2 x (2 x 240 / 400) 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.

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

8.5.2.2 Circuitos de Media Tensión

La energía generada en el parque fotovoltaico se recoge en dos circuitos eléctricos subterráneos de media tensión (15 kV) que unen las Power Station con el Centro de Entrega.

Esta red subterránea será en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, a 50 Hz de frecuencia y a la tensión nominal de 15 kV.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

En el documento Anejos se detallan las características y cálculos justificativos de la red de evacuación subterránea de MT y a modo de resumen, en la Tabla 11, se muestra la información relevante de cada tramo en dichos circuitos.

Tabla 11: Red MT del PFV

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada MW	Intensidad Acumulada A	Long km	Nº Ternas	Sección mm²	Imax A	Caída tensión %	Pérdida potencia %	Pérdida potencia kW
1	PS3 - PS2	3,38	136,9	0,21	1	240	345,0	0,06%	0,05%	1,86
	PS2 - CE	6,76	273,9	1,78	1	400	364,9	0,71%	0,59%	39,95
2	PS1 - CE	5,78	234,0	0,33	1	240	345,0	0,17%	0,15%	8,59
TOTAL Circuito1		**12,54**						**0,94%**	**0,40%**	**50,40**

TOTAL PFV	**12,54**	**MW**		**0,40%**	**50,40**

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

Cable aislado de potencia

Los conductores a utilizar serán cables unipolares tipo RHZ1 12/20 kV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

Estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instale o la producida por corrientes vagabundas, y tendrá suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueda ser sometido durante el tendido.

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

Se dispondrán directamente enterrados en terreno, formando una terna. El número de ternas, sección y longitud de los conductores varía según el tramo.

Las características principales de los cables serán:

- *Tipo de cable:.....RHZ1*
- *Tensión: ..... 12/20 kV*
- *Conductor:..... Aluminio*
- *Aislamiento:.....Polietileno Reticulado (XLPE)*
- *Pantalla: .....Corona de hilos de Cu*

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

8.5.2.3 Cruzamientos, proximidades y paralelismos en la red 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

A continuación, se resumen, las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos.

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

8.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

En caso de ser necesario, las comunicaciones a implementar en la línea subterránea se basarán siempre en fibra óptica tendida 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 antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

8.5.4 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 TT. 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 de los inversores.

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 e inversión 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 e inversión y el centro de control del parque. Este anillo será interconectado con la red de tierras de la planta.

Además de este mallazo, se realizará otro mallazo independiente cercano a cada inversor para conectar el neutro de los transformadores de servicios auxiliares de los inversores.

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 los componentes de la red de tierras serán:

- Cable de cobre desnudo

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Alrededor de las Power Station…….....50 mm^2
- Resto de zonas .....35 / 50 mm^2

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y diámetro de 14 mm^2:
  - En cada CSP
  - En las esquinas del mallazo de cada Power Station
  - A lo largo del vallado perimetral, ubicadas en los puntos donde se hallan los báculos del sistema CCTV
  - En las esquinas del mallazo de cada transformador 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.

8.6 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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dadas las características de la orografía del terreno, 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 del terreno 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:

Tabla 12: Volumen de tierras y firmes de los ramales del PFV

EJE	Longitud (m)	Vol. Tierras			Vol. Firmes	
		Desmonte (m^3)	Terraplen (m^3)	T.Vegetal (m^3)	Subbase (m^3)	Base (m^3)
ACCESOS	1.531,78	955,33	1.323,28	2.180,59	1.451,78	924,35
CAMINOS INTERIORES	4.532,11	1.467,80	1.474,08	7.662,13	3.075,95	1.880,83
CAMINOS CATASTRALES	452,05	177,86	49,58	772,73	306,83	187,60
EXPLANADAS CT		29,21	43,81	36,51	-	-
EXPLANADA PFV		1.853,04	1.410,40	1.240,20	-	-
EXPLANADA CENTRO ENTREGA		7,00	10,50	8,75	-	-
SUMA TOTAL	6.515,94	4.490,24	4.311,66	11.900,91	4.834,56	2.992,77

- Volumen de desmonte = 4.490,24 m^3
- Volumen de terraplén = 4.311,66 m^3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De lo anterior se obtiene un balance de tierras de 178,58 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.

8.6.3 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.

8.6.3.1 Vial de acceso

El acceso al PFV por el oeste se realiza desde el Camino de Maltriado, al que se llega partiendo de Bárboles y tomando el camino del Monte.

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: 5 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 13 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 10 m.
- Talud de desmonte 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

8.6.3.2 Viales interiores

Los viales interiores del parque fotovoltaico partirán desde los puntos de acceso al recinto. Se construirán caminos principales que llegarán a los Centros 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 13 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 10 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).

8.6.3.3 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.

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.

8.6.4 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 (ver ilustración). 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 el test 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.

8.6.5 CIMENTACIÓN DE POWER STATIONS

El inversor y centro de transformación forman la Power Station que 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.

8.6.6 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.

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

Para ver las diferentes zanjas tipo consultar el documento Planos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.6.6.1 *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 35 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 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

8.6.6.2 *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 200 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 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 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

8.6.7 ARQUETAS

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

8.6.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Para identificar el trazado de la red subterránea de media tensión fuera del parque fotovoltaico 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.

8.7 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.

8.7.1 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.

8.7.2 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 carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar. En el recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones. Las puertas de acceso a la planta solar serán de dos hojas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.7.3 PANTALLA VEGETAL

Se ejecutará una franja vegetal de 8 m de anchura en torno a los vallados perimetrales de las plantas fotovoltaicas, con el fin de crear una pantalla visual que minimice el impacto visual y que permita a la instalación mimetizarse mejor con el entorno. Las especies a utilizar serán de tipo arbustivo o arbóreo con especies propias de la zona, ya sean leñosas como olivo o almendro, retamas u otras que alcancen, al menos, los 2 m de altura […].

De esta manera, se cumple con el condicionado número 8.3 del Informe de impacto ambiental de las plantas fotovoltaicas “La Bardina1”, “La Bardina 1 Ampliación”, “La Bardina 2” y “La Bardina 2 Ampliación” y su infraestructura de evacuación conjunta (Exp. INAGA/500201/01B/2020/10041).

8.7.4 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 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.

8.7.5 CASETA DE CONTROL Y MANTENIMIENTO

El edificio integrará el control operativo y de seguridad del parque fotovoltaico e incluirá un área de almacenamiento donde se conservarán algunos repuestos y herramientas para el mantenimiento de la instalación. El edificio incluirá todas las instalaciones auxiliares necesarias para su correcto uso.

8.7.5.1 Emplazamiento

La caseta de control y mantenimiento del PFV se encuentra en el interior del vallado, junto al camino principal.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8.7.5.2 Dimensiones

Las dimensiones de la caseta son de 6 m de largo por 2,4 m de ancho por 2,6 m de alto.

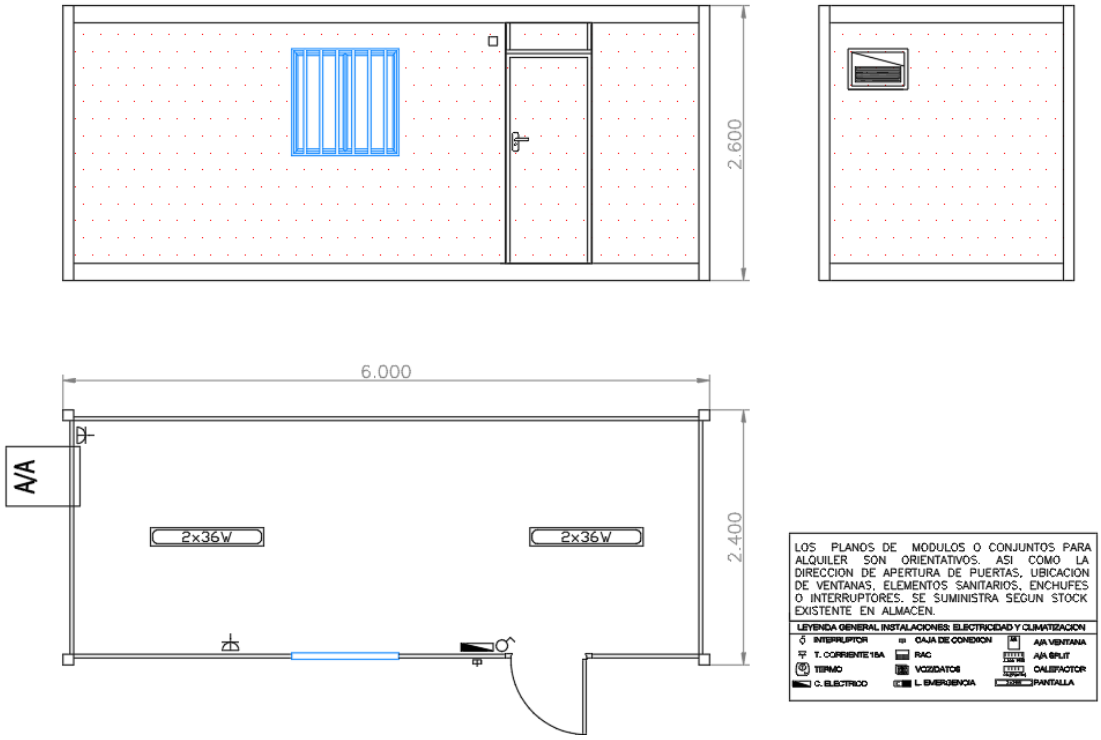


Ilustración 13: Dimensiones caseta centro de control

8.7.5.3 Características Generales

La caseta del centro de control 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.

Además, fuera del edificio, las instalaciones contarán con:

- Área de almacenamiento de residuos. Esta área deberá localizarse fuera del edificio de O&M, con suficiente espacio para que pueda acceder un camión. Estará dividido en compartimentos para separar los desperdicios domésticos, los desperdicios no peligrosos y los desperdicios peligrosos.
- Área de carga/descarga. Se dispondrá de un área al aire libre, cerca del almacén que permitirá el acceso a camiones para cargar y descargar los módulos FV.

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

Las aguas residuales del edificio se recogerán mediante una red horizontal de tuberías, que por gravedad se evacuarán al exterior a través de una arqueta sifónica y tuberías de PVC que las conducirán a una fosa séptica dimensionada con la capacidad suficiente

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

para la ocupación prevista del edificio. La fosa se equipará con una alarma que advierta del llenado o saturación de los tanques.

El suministro de energía de la caseta de O&M se realizará directamente desde el cuadro de baja tensión de los centros de transformación del PFV.

8.7.5.4 Obra Civil

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Estará construida en hormigón armado de 15 cm de grosor con varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del Centro de control, sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.
- Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor.

8.7.6 PUNTO LIMPIO

El PFV contará con un Punto Limpio instalado en módulo de residuos tipo ARC RES 1A, que quedará ubicado próximo a la entrada y junto al camino principal.

8.7.7 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Para el correcto funcionamiento del PFV es necesario conocer las condiciones ambientales en tiempo real. Para ello, que propone la inclusión de dos estaciones meteorológicas.

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

9 CENTRO DE ENTREGA PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

El presente proyecto contempla la construcción de un Centro de Entrega (CE) que recoja la energía generada en el PFV, la cuantifique y la evacue a través de la línea de 15 kV.

El CE es una caseta prefabricada que incluye toda la aparamenta necesaria, se ubica en el interior del recinto vallado siendo accesible y encontrándose debidamente señalizado. Se facilitará el acceso libre, directo y permanente a dicho CE a E-DISTRIBUCIÓN, como empresa propietaria de la distribución de energía de la zona.

9.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE ENTREGA

El Centro de Entrega consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Ver Ilustración y el Documento Planos.

El Centro de Entrega albergará la siguiente equipación:

- 3 Celdas de línea con interruptor-seccionador.
- 1 Celda de medida y cuadro de medida.
- 1 Celda de protección con interruptor automático y protecciones.

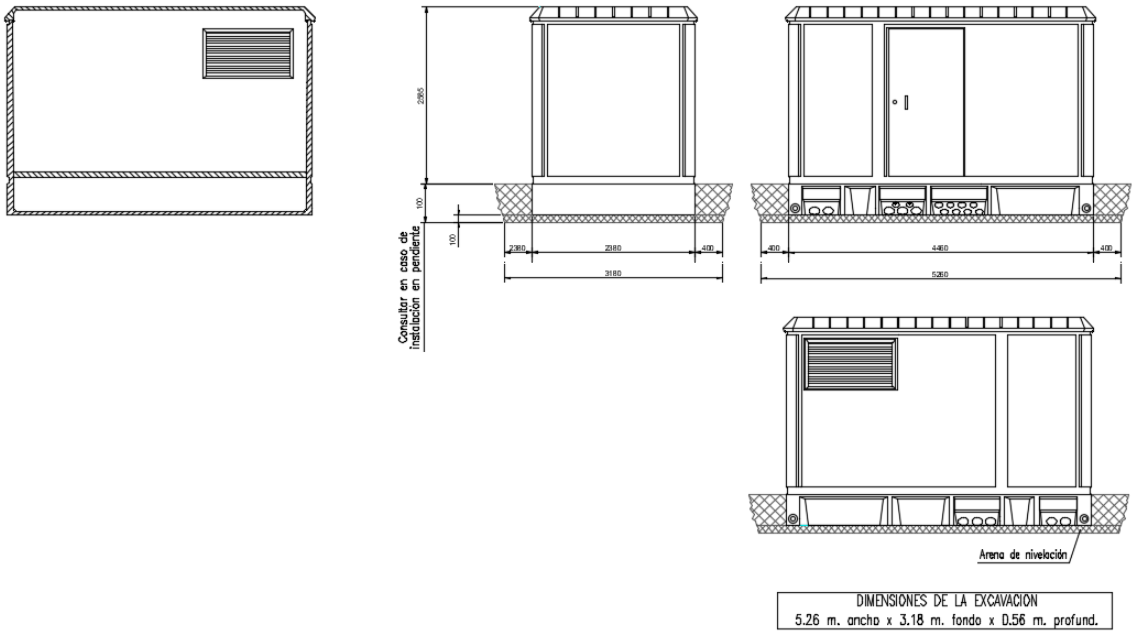


Ilustración 14. Centro de Entrega PFV La Bardina 1 y su ampliación 15 kV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

9.2 NIVEL DE AISLAMIENTO

Dependiendo de la tensión nominal de la alimentación, la tensión prevista más elevada del material y los niveles de aislamiento serán fijados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red U	Tensión más elevada para el material U_m	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo)
kV	kV eficaces	kV eficaces	kV de cresta
U ≤ 20	24	50	125

9.3 INTENSIDAD NOMINAL EN MEDIA TENSIÓN

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 630 A.

9.4 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Los materiales de media tensión instalados en los Centro de Entrega, deberán ser capaces de soportar las solicitaciones debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se expresan en la tabla siguiente.

Intensidad asignada de corta duración 1 s. (Limite térmico) (kA)	Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (Limite dinámico) (kA)
16	40

9.5 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

El Centro de Entrega, consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, y demás equipos.

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Estará construida en hormigón armado de 15 cm de grosor con varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del Centro de Medida, sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.
- Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

9.6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las líneas de 3ª Categoría (≤ 30kV) de alimentación al Centro de Entrega serán mediante cables subterráneos unipolares aislados con asilamiento seco termoestable, de las siguientes características:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 kV
Naturaleza del conductor	Al
Sección del conductor	150 y 400 mm^2

La temperatura mínima ambiente para ejecutar el tendido del cable será siempre superior a 0ºC. El radio de curvatura mínimo durante el tendido será de 20xD, siendo D el diámetro exterior del cable, y una vez instalado, este radio de curvatura podrá ser como máximo de 15xD.

9.7 CELDAS DE DISTRIBUCIÓN

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envolvente metálica, celdas con corte y aislamiento en SF6.

9.7.1 CELDA DE LÍNEA

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y un seccionador de puesta a tierra, ambos con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra. Asimismo, dispondrá de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión.

La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.

9.7.2 CELDA DE MEDIDA

Estará provista de transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los apartados de medida, control y contadores de medida de energía.

9.7.3 CELDA DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN

Estará provista de un interruptor automático de corte en vacío y un seccionador de tres posiciones en serie con él. La celda estará dotada con las siguientes protecciones:

- Relé de mínima tensión instantánea entre fases (27)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Relé de máxima tensión (59)
- Relé de máxima y mínima frecuencia (81)

Relé de máxima intensidad en fases, neutro, en el caso de red con neutro aislado la protección debe ser direccional. (50/51, 50N/51N, 67N).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

10 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Las administraciones o empresas cuyas propiedades se ven afectadas por las instalaciones del parque fotovoltaico son:

ORGANISMO AFECTADO	AFECCIÓN	INSTALACIÓN
Ayuntamiento de Zaragoza	-	PFV, Red subterránea MT, viales
E-Distribución	LAAT 45 kV “JOYOSA-FIGUERUELAS2 LAAT 45 kV ”FIGUERUELAS-LA JOYOSA 1”	Viales
Ctres. Mariano López Navarro, S.A.	Cuadrícula minera “La Longatera”	PFV, Red Subterránea de MT, viales
Josbel 1996, S.L.	Cuadrícula minera “Cristina”	PFV, Viales

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.

Se adjuntan al presente modificado de proyecto las separatas correspondientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

11 FASES DEL PROYECTO

11.1 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.

11.2 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.

11.3 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.

11.4 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

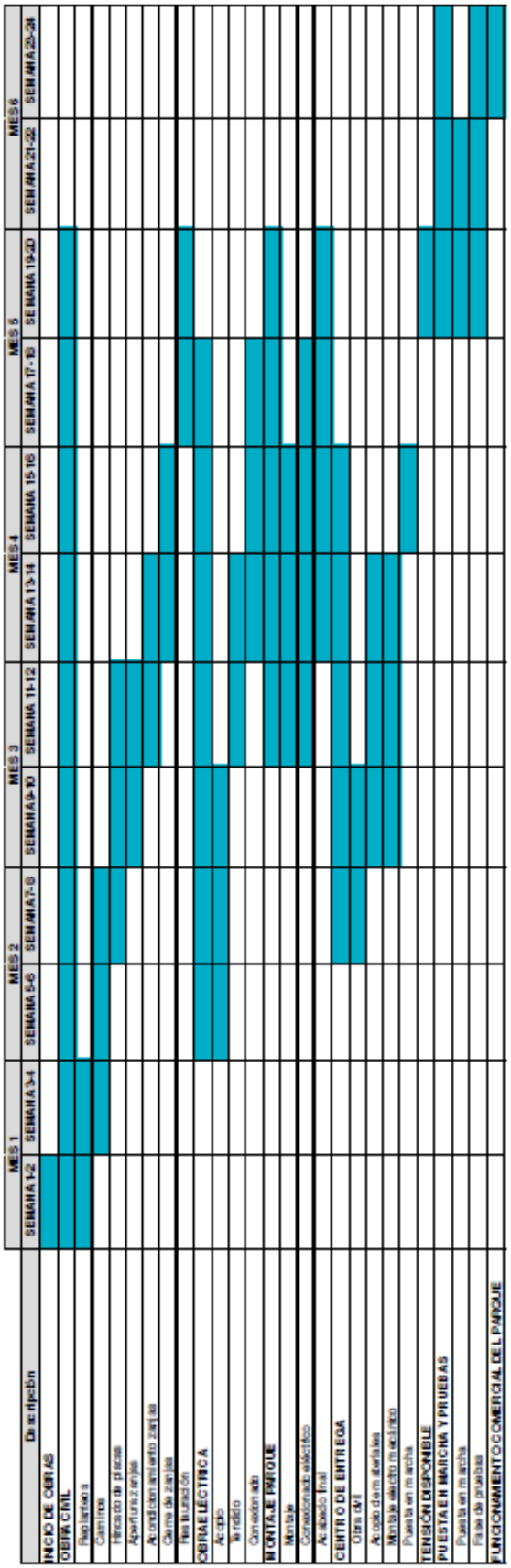
Para ejecutar el desmantelamiento del parque fotovoltaico, se han de realizar las siguientes obras:

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

12 PLANIFICACIÓN



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

13 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones del Parque Fotovoltaico LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.



Zaragoza, septiembre de 2021
Fdo. Pedro Machín Iturria
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 2.474
COIIAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 2: ANEJOS

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, agosto de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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: Cálculo de sombras
- ANEJO 6: Gestión de residuos
- ANEJO 7: Hojas de características

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

POLIGONAL PFV 2

VALLADO PFV 3

CENTRO DE ENTREGA 4

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

POLIGONAL PFV

Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN		
Vértices Poligonal		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	654.576	4.621.607
2	654.635	4.621.574
3	654.704	4.621.514
4	654.738	4.621.492
5	654.816	4.621.447
6	654.934	4.621.360
7	655.163	4.621.641
8	655.422	4.621.992
9	655.430	4.622.002
10	655.474	4.622.052
11	655.526	4.622.113
12	655.554	4.622.092
13	655.628	4.622.172
14	655.189	4.622.439
15	654.979	4.622.258
16	654.834	4.621.873

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

VALLADO PFV

Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN		
Vértices Vallado Zona 1		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	655.396	4.622.019
2	654.992	4.622.260
3	655.190	4.622.430
4	655.622	4.622.166
5	655.554	4.622.092
6	655.526	4.622.113
7	655.430	4.622.002
8	655.402	4.622.019

Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN		
Vértices Vallado Zona 2		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	654.934	4.621.370
2	654.822	4.621.451
3	654.747	4.621.494
4	654.708	4.621.520
5	654.639	4.621.579
6	654.610	4.621.596
7	654.605	4.621.612
8	654.836	4.621.849
9	654.898	4.621.814
10	655.152	4.621.639
11	655.082	4.621.554

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

CENTRO DE ENTREGA

Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
	X_{UTM}	Y_{UTM}
Centro de Entrega	655.417	4.622.011

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
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 la base de datos PVGIS-CMSAF se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Datos radiación solar (41,72° N, -1,14° W)

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C
Enero	59.4	28.87	7.31
Febrero	81.9	35.21	7.79
Marzo	129.8	50.26	10.56
Abril	163.4	61.74	14.04
Mayo	200.9	72.79	17.85
Junio	216.8	67.36	22.29
Julio	234.0	59.00	25.16
Agosto	204.9	54.68	25.20
Septiembre	150.5	48.99	21.31
Octubre	105.2	41.08	16.90
Noviembre	65.3	29.75	10.86
Diciembre	51.2	26.45	7.37
Año	1663.2	576.19	15.60

GlobHor: Irradiación global horizontal
DiffHor: Irradiación difusa horizontal
T_Amb: Temperatura ambiente

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 PVGIS 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

2.1.5. *Resumen de pérdidas*

En la tabla siguiente se cuantifican todas las pérdidas anteriormente mencionadas.

Coeficientes de pérdidas		
Parámetros térmicos		
Factor de pérdida constante	29	W/m²k
Factor de pérdida del viento	0	W/m²k / m/s
Pérdida óhmica		
Circuito CC		
Fracción en pérdidas en STC	1,5	%
Caída de voltaje a través del diodo	0,7	%
Pérdidas AC tras el inversor		
Circuito CA: Fracción de pérdidas en STC	0,5	%
Transformador externo: Pérdidas fierro Pérdidas resistivas/ inductivas	 0,10 1	 % %
Calidad módulos – LID - Desajuste		
Pérdida eficiencia módulo	-0,8	%
LID	2,0	%
Pérdidas de desajuste de módulos: Pérdidas de potencia en MPP Pérdidas de funcionamiento en voltaje fijo	 0,4 2,5	 % %
String voltaje mismatch	0,3	%
Pérdidas por suciedad		
Factor de pérdida anual	2	%

2.2. RESUMEN RESULTADOS

La energía total producida es de **27.249 MWh/año**. El Performance Ratio (P.R) del parque fotovoltaico es **85,67 %**. 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	27.249 MWh/año
Producción específica	1.904 kWh/kWp/año
Performance ratio	85,67 %

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHINTURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVSYST
PHOTOVOLTAIC SOFTWARE

Versión 7.2.5

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

Variante: LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN 1Vx28 pitch5.6m 505Wp

Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 14.31 MWp

LA BARDINA 1_ZARAGOZA - Spain

Autor(a)
Atalaya Generación Eólica S.L. (Spain)
Calle Argualas 40, 1º Derecha
Zaragoza / 50012
España

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
LA BARDINA 1_ZARAGOZA
España

Situación

Latitud	41.72 °N
Longitud	-1.14 °W
Altitud	0 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Grisén
PVGIS-CMSAF averages 01/01/07 to 31/12/16 - 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	-0.5 °
Azimut del eje medio	0.0 °

Algoritmo de rastreo
Optimización de irradiancia
Retroceso activado

Sombreados cercanos
Sombreados lineales

Información del sistema

Conjunto FV

Núm. de módulos	28336 unidades
Pnom total	14.31 MWp

Inversores

Núm. de unidades	4 unidades
Pnom total	12.54 MWca
Límite de potencia de red	11.00 MWca
Proporción de red lim. Pnom	1.301

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Resumen de resultados

Energía producida	27249 MWh/año	Producción específica	1904 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	85.67 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema. 3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 7
Resultados principales 8
Diagrama de pérdida 9
Gráficos especiales 10
Evaluación P50 - P90 11

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

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 -0.5 °
Azimut del eje medio 0.0 °

Algoritmo de rastreo
Optimización de irradiancia
Retroceso activado

Estrategia de retroceso
Núm. de rastreadores 1012 unidades

Tamaños
Espaciado de rastreador 5.60 m
Ancho de colector 2.22 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 39.6 %
Phi mín/máx. -/+ 55.0 °

Ángulo límite del retroceso
Límites de phi +/- 66.5 °

Modelos usados
Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Horizonte
Horizonte libre

Sombreados cercanos
Sombreados lineales

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Limitación de potencia de red
Potencia activa 11.00 MWca
Proporción Pnom 1.301

Características del conjunto FV

Módulo FV
Fabricante Risen Energy Co., Ltd
Modelo RSM150-8-505M_M
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 505 Wp
Número de módulos FV 15176 unidades
Nominal (STC) 7664 kWp

Inversor
Fabricante Power Electronics
Modelo FS3270K_615V_20190719_M
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 3380 kWca
Número de inversores 2 unidades
Potencia total 6760 kWca

Conjunto #1 - Sub-conjunto #1
Número de módulos FV 7588 unidades
Nominal (STC) 3832 kWp
Módulos 271 Cadenas x 28 En series
En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 3499 kWp
U mpp 1077 V
I mpp 3248 A

Número de inversores 1 unidad
Potencia total 3380 kWca
Voltaje de funcionamiento 870-1310 V
Proporción Pnom (CC:CA) 1.13

Conjunto #2 - Subconjunto #2
Número de módulos FV 7588 unidades
Nominal (STC) 3832 kWp
Módulos 271 Cadenas x 28 En series
En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 3499 kWp
U mpp 1077 V
I mpp 3248 A

Número de inversores 1 unidad
Potencia total 3380 kWca
Voltaje de funcionamiento 870-1310 V
Proporción Pnom (CC:CA) 1.13

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Características del conjunto FV

Conjunto #3 - Subconjunto #3

Módulo FV

Fabricante	Risen Energy Co., Ltd
Modelo	RSM150-8-505M_M
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	505 Wp
Número de módulos FV	7868 unidades
Nominal (STC)	3973 kWp
Módulos	281 Cadenas x 28 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	3629 kWp
U mpp	1077 V
I mpp	3368 A

Inversor

Fabricante	Power Electronics
Modelo	FS3350K_630V_M
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	3465 kWca
Número de inversores	1 unidad
Potencia total	3465 kWca
Voltaje de funcionamiento	891-1310 V
Proporción Pnom (CC:CA)	1.15

Conjunto #4 - Subconjunto #4

Módulo FV

Fabricante	Risen Energy Co., Ltd
Modelo	RSM150-8-505M_M
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	505 Wp
Número de módulos FV	5292 unidades
Nominal (STC)	2672 kWp
Módulos	189 Cadenas x 28 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	2441 kWp
U mpp	1077 V
I mpp	2265 A

Inversor

Fabricante	Power Electronics
Modelo	FS2235K_630V_M
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	2310 kWca
Número de inversores	1 unidad
Potencia total	2310 kWca
Voltaje de funcionamiento	891-1310 V
Proporción Pnom (CC:CA)	1.16

Potencia FV total

Nominal (STC)	14310 kWp
Total	28336 módulos
Área del módulo	69322 m²
Área celular	62481 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	12535 kWca
Núm. de inversores	4 unidades
Proporción Pnom	1.14

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 2.0 %

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

Pérdida diodos serie
Caída de voltaje 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 0.4 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas
Frac. de pérdida 0.3 %

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

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.961	0.769	0.000

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global 1.5 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #1 - Sub-conjunto #1
Res. conjunto global 5.5 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #2 - Subconjunto #2
Res. conjunto global 5.5 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #3 - Subconjunto #3
Res. conjunto global 5.3 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #4 - Subconjunto #4
Res. conjunto global 7.9 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares
Proporcional a la potencia 2.0 W/kW
0.0 kW del umbral de potencia

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV
Voltaje inversor 615 Vca tri
Frac. de pérdida 0.05 % en STC

Inversor: FS3270K_615V_20190719_M
Sección cables (2 Inv.) Cobre 2 x 3 x 2500 mm²
Longitud media de los cables 7 m

Inversor: FS3350K_630V_M
Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 2000 mm²
Longitud de los cables 6 m

Inversor: FS2235K_630V_M
Sección cables (1 Inv.) Cobre 1 x 3 x 1500 mm²
Longitud de los cables 6 m

Línea MV hasta inyección
Voltaje MV 15 kV
Cables Alu 3 x 500 mm²
Longitud 424 m
Frac. de pérdida 0.17 % en STC

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV

Voltaje de red	15 kV
Pérdidas operativas en STC	
Potencia nominal en STC	14096 kVA
Pérdida de hierro (Conexión 24/24)	14.10 kW
Frac. de pérdida	0.10 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas	3 x 0.27 mΩ
Frac. de pérdida	1.00 % en STC

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

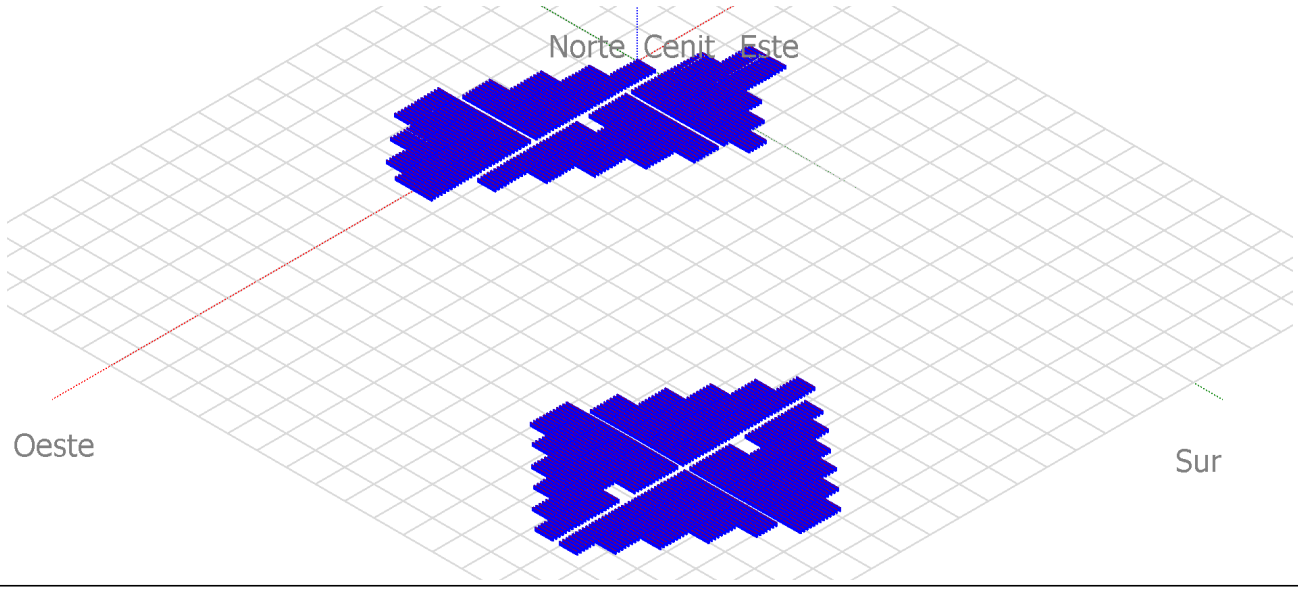
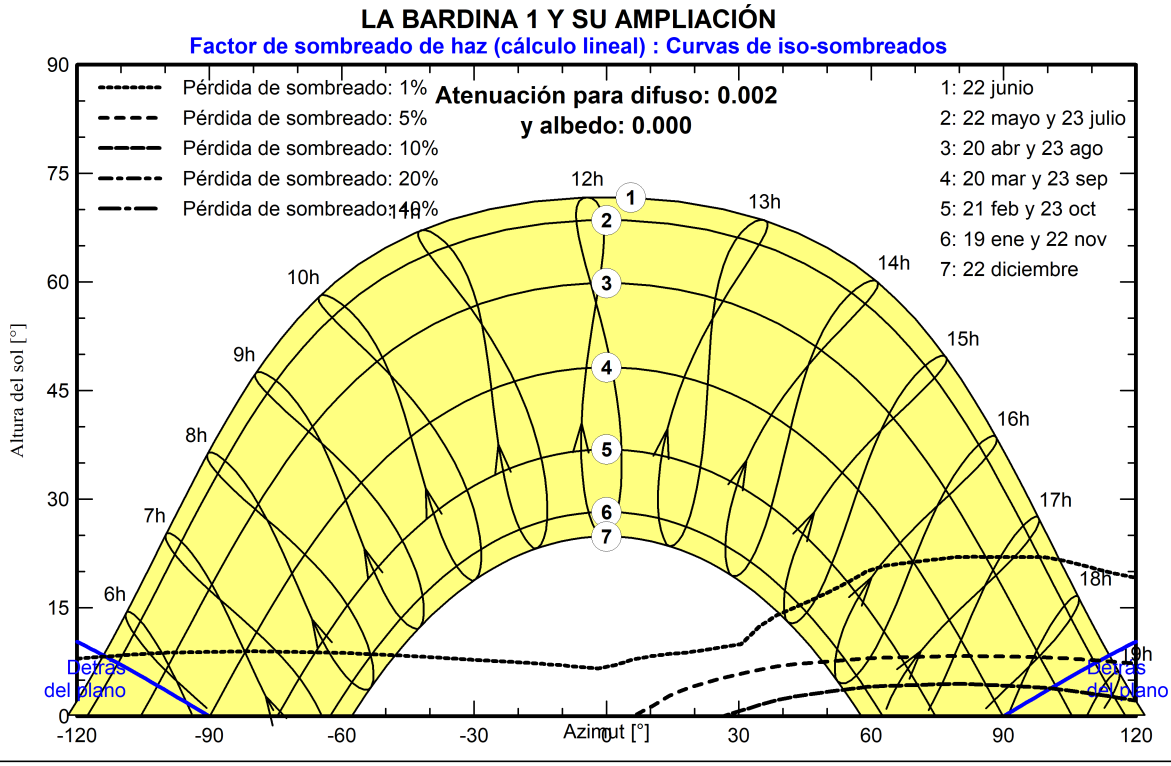


Diagrama de iso-sombreados



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

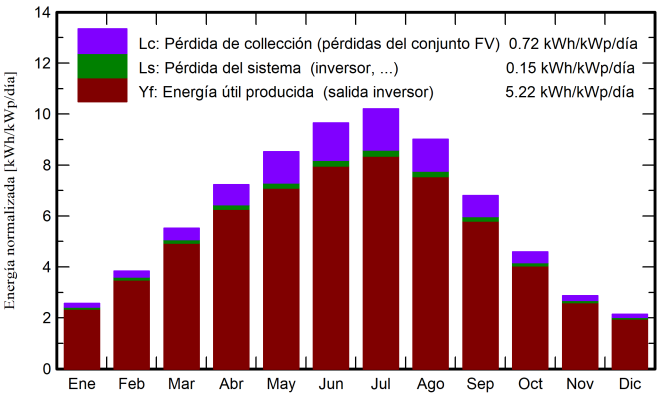
PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Resultados principales

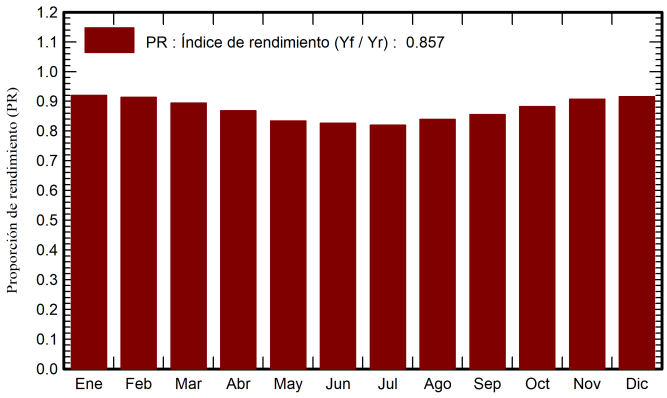
Producción del sistema

Energía producida	27249 MWh/año	Producción específica	1904 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	85.67 %

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	59.4	28.87	7.31	79.5	76.2	1080	1046	0.920
Febrero	81.9	35.21	7.79	107.4	103.3	1446	1404	0.913
Marzo	129.8	50.26	10.56	171.2	165.1	2254	2190	0.894
Abril	163.4	61.74	14.04	216.7	209.1	2769	2692	0.868
Mayo	200.9	72.79	17.85	264.0	255.1	3240	3150	0.834
Junio	216.8	67.36	22.29	289.5	280.2	3516	3420	0.826
Julio	234.0	59.00	25.16	316.2	306.1	3814	3710	0.820
Agosto	204.9	54.68	25.20	279.3	270.4	3447	3352	0.839
Septiembre	150.5	48.99	21.31	203.9	196.8	2567	2495	0.855
Octubre	105.2	41.08	16.90	142.4	137.1	1851	1798	0.883
Noviembre	65.3	29.75	10.86	86.3	82.9	1155	1120	0.907
Diciembre	51.2	26.45	7.37	66.5	63.6	901	871	0.916
Año	1663.2	576.19	15.60	2222.7	2145.9	28040	27249	0.857

Leyendas

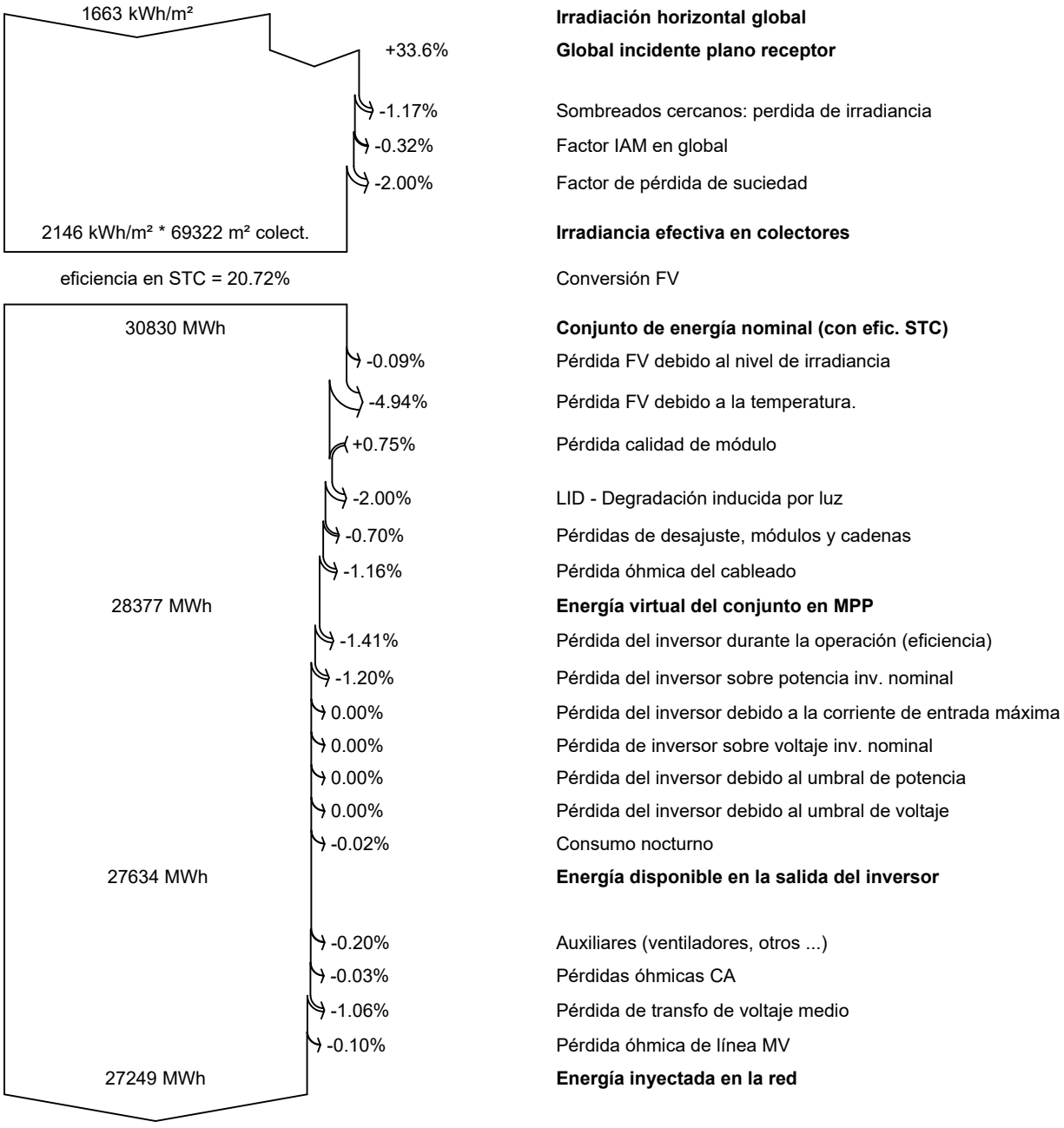
GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Diagrama de pérdida



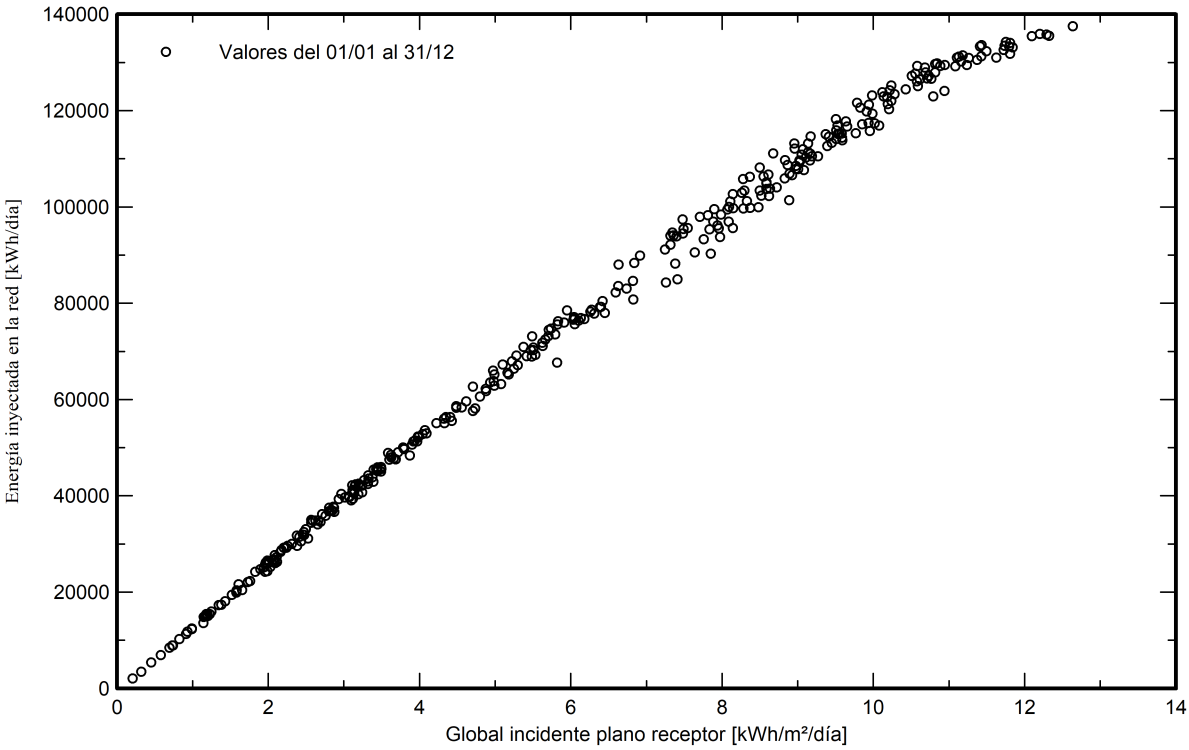
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

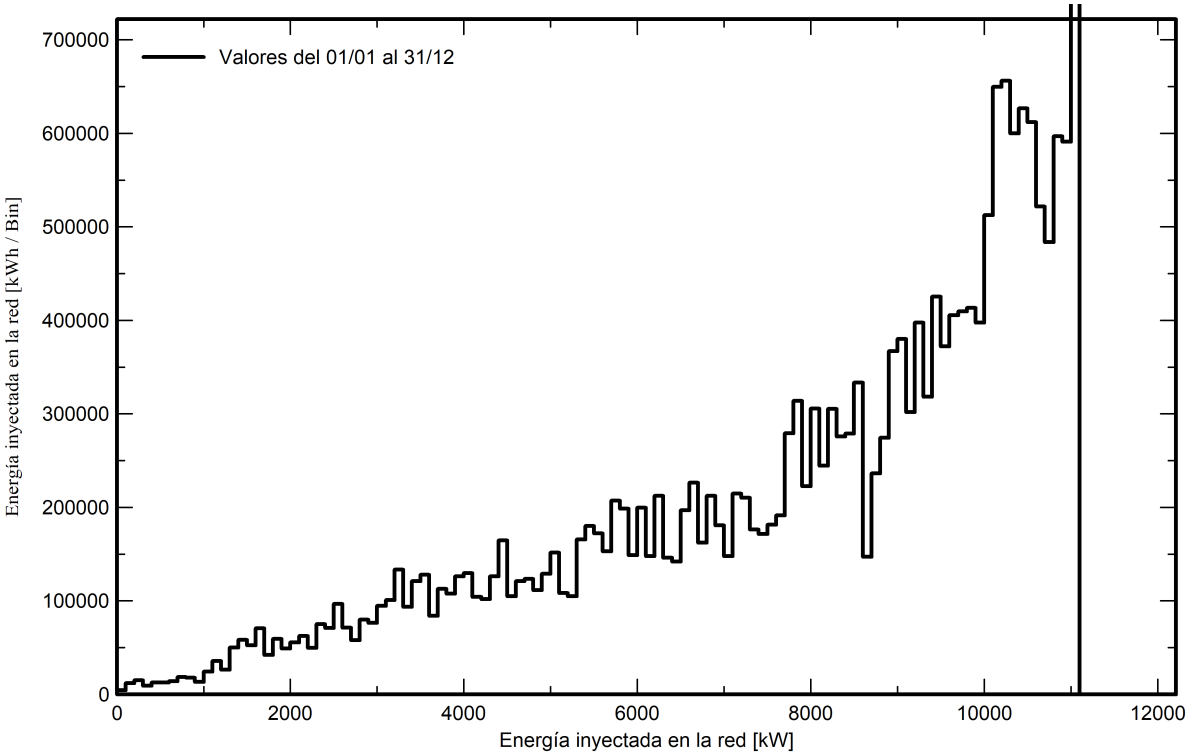
PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PVsyst V7.2.5
VCA, Fecha de simulación:
15/09/21 13:30
con v7.2.5

Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente de datos meteo: PVGIS-CMSAF Averages 01/01/07 to 31/12/16
Tipo: No definido
Variabilidad año a año(Varianza): 0.5 %
Desviación especificada

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 %

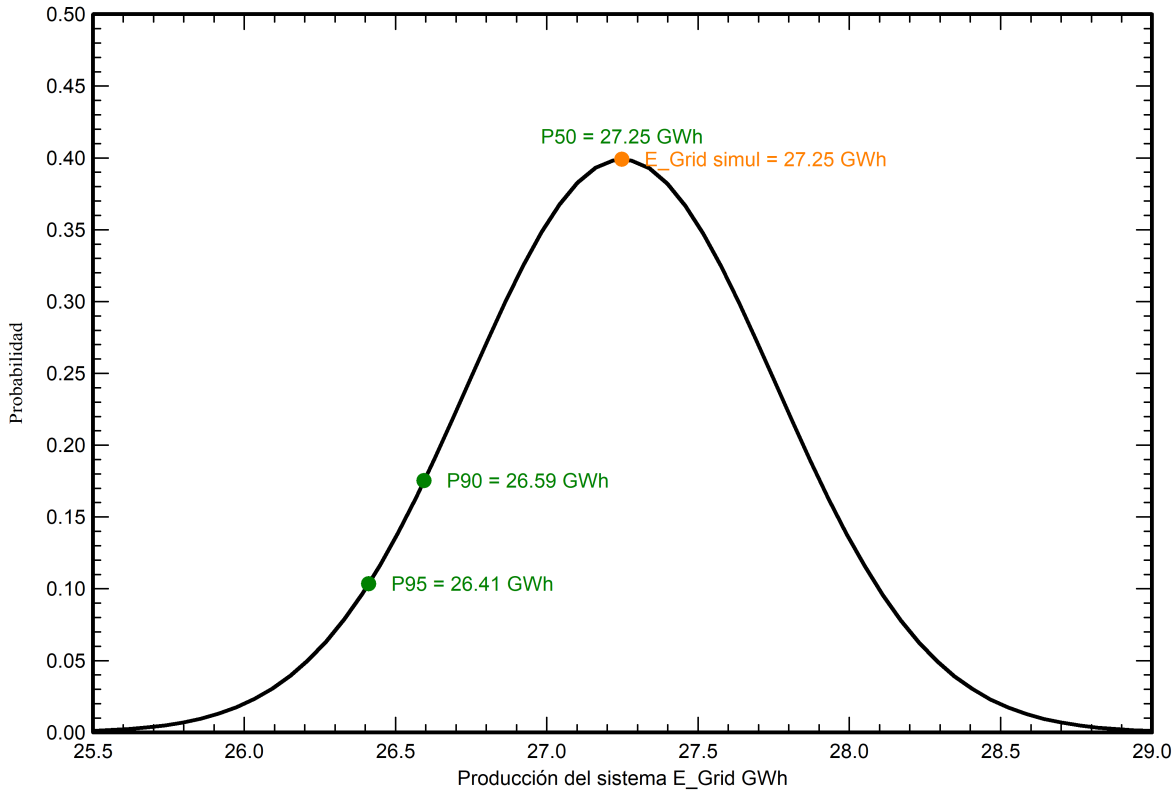
Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática): 1.9 %

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	0.51 GWh
P50	27.25 GWh
P90	26.59 GWh
P95	26.41 GWh

Distribución de probabilidad



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ANEJO 4

Cálculos eléctricos PFV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

1. CARACTERISTICAS TÉCNICAS 3
2. CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y NÚMERO DE RAMAS 8
3. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA 11
3.1. TRAMO RAMAS – CSP 11
3.1.1. Cálculo por criterio de la intensidad máxima admisible 11
3.1.2. Cálculos por criterio de máxima caída de tensión 13
3.1.3. Cálculo de las protecciones 31
3.1.4. Conductores y protecciones seleccionados 31
3.2. TRAMO CSP – INVERSOR 31
3.2.1. Cálculo por criterio de la intensidad máxima admisible 31
3.2.2. Cálculos por criterio de máxima caída de tensión 34
3.2.3. Cálculo de las protecciones 36
3.2.4. Conductores y protecciones seleccionados 37
3.3. RESUMEN DE LOS CONDUCTORES Y PROTECCIONES SELECCIONADOS 37
4. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA 38
4.1. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 38
4.2. CRITERIO DE MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN 42
4.3. CRITERIO DE PÉRDIDA MÁXIMA DE POTENCIA 43
4.4. CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO 44
4.5. CONDUCTORES SELECCIONADOS 46
5. ANÁLISIS P-Q EN EL PUNTO DE CONEXIÓN. JUSTIFICACIÓN DEL NÚMERO DE INVERSORES 49
5.1. ANTECEDENTES Y BASE LEGAL 49
5.2. TIPOS DE MÓDULOS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD 50
5.3. REQUISITOS DE CAPACIDAD DE POTENCIA REACTIVA 51
5.4. CURVA P-Q DE LOS INVERSORES UTILIZADOS 52
5.5. CÁLCULOS 53
6. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS 56
6.1. RED DE TIERRAS EN BAJA TENSIÓN 56
6.1.1. Cálculo de la resistencia de toma de tierra 57
6.2. RED DE TIERRAS EN MEDIA TENSIÓN 59
6.2.1. Cálculo de la tensión de contacto y paso aplicada 59

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6.2.2. Cálculo de las tensiones de contacto y paso máximas admisibles 60

6.2.3. Cálculo de la tensión de paso de acceso 61

6.2.4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra del CT 61

6.3. JUSTIFICACIÓN DE RED DE TIERRAS 64

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

1. CARACTERISTICAS TÉCNICAS

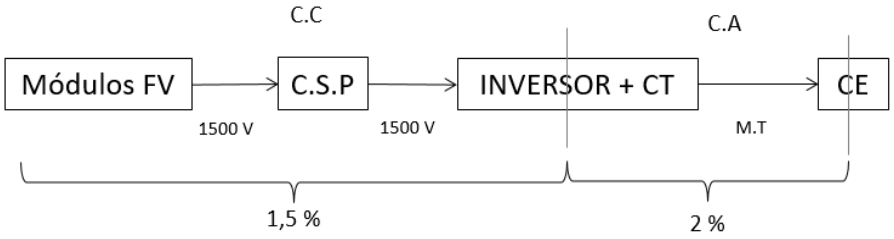
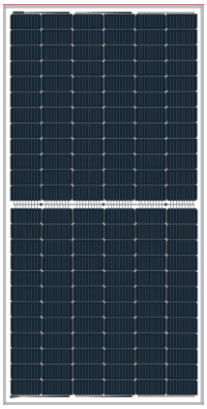


Ilustración 1. Esquema general de conexión del parque fotovoltaico

Tabla 1: Características del módulo fotovoltaico. Fuente: Risen Solar Technology

Risen RSM150-8-480M-505M					
Pmax	505	W	Vmpp (0°C)	46,98	V
Vmpp	43,10	V	Vmpp (70 ºC)	36,12	V
Impp	11,74	A	Voc (0 ºC)	54,82	V
Voc	51,23	V	Voc (70°C)	44,78	V
Isc	12,53	A	Isc (70 ºC)	12,81	A
Eficiencia	20,6	%			
V max sistema	1500	V_{DC}			
Coeficiente de T para Pmpp	-0,36	%/°K			
Coeficiente de T para Voc	-0,28	%/°K			
Coeficiente de T para Isc	0,05	%/°K			
Largo	2.220	mm			
Ancho	1.102	mm			
Alto	40	mm			
Área	2,446	m^2			
Tamaño de conductor	12 / 4	AWG /mm^2			
Peso del módulo	28,0	kg			

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

Tabla 2: Especificaciones técnicas de la caja de seccionamiento y protección

Modelo: String combiner SMA		
Entrada	Voltaje de entrada nominal	< 1.500 V DC
	Corriente de entrada nominal por entrada	13,75 A
	Número de entradas	16, 24, 32
Salida	Voltaje de salida nominal	< 1.500 V DC
	Máxima corriente de salida	330 A
	Número de salidas	1/2
	Diámetro de cable de salida	De 70 a 400 mm^2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 3: Especificaciones técnicas Twin Skid. Fuente: Power Electronics

TECHNICAL CHARACTERISTICS — TWIN SKID

MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	Rated power range @50°C [1]	4250 kVA - 7340 kVA
	Rated power range @40°C	4400 kVA - 7600 kVA
	MV voltage range	6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV
	LV voltage range	600 V / 615 V / 630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Type of tank	Hermetically oil-sealed
	Cooling	ONAN
	Vector group	Dy11
	Transformer protection	Protection relay for pressure, temperature (two levels) and gassing. Monitoring of dielectric level decrease. PT100 optional.
	Oil retention tank	Integrated with hydrocarbon filter
	Transformer index of protection	IP54
	Switchgear configuration	Double feeder (2L)
	Switchgear protection [1]	Automatic circuit breaker (2V)
CONNECTIONS	Inverter AC connection	Close coupled solution (Plug & Play)
	LV protection	Circuit breaker included in the inverter
	HV AC wiring	MV bridge between transformer and protection switchgear prewired
ENVIRONMENT	Ambient temperature [2]	-10°C...+50°C (T>50°C power derating)
	Maximum altitude (above sea level)	Customizable
	Relative humidity	4% to 95% non condensing
MECHANICAL CHARACTERISTICS	Skid dimensions (WxHxD) mm [3]	11220 x 2340 x 2240
	Skid weight with MV equipment [1]	< 21 Tn
	Oil retention tank material	Galvanized steel
	Skid material	Galvanized steel
	Cabinet type	Outdoor
	Anti-rodent protection	✔
AUXILIARY SERVICES ELECTRICAL PANEL	Auxiliary supply [1]	400 V (3-phase), 50/60 Hz
	User power supply available	5 kVA / 20 kVA / 40 kVA
	Cooling	Air
	Protection	Circuit breaker
	Cabinet type	Outdoor
	Communication [4]	Ethernet (fiber optic or RJ45)
	UPS system [5]	1 kW (30 minutes) - 20 kW (20 minutes)
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Interlocking system
	Safety perimeter	Transformer access protection fence
	Backfeed tracker suppy	Optional
	Emergency lighting	1h autonomy
	Fire extinguishing system (transformer accessory)	Optional
	LV revenue grade meter	For inverter output / for customer auxiliary supply
	I/O interface	Digital I/O, analog I/O
STANDARDS	Compliance	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 4: Especificaciones técnicas MV Skid. Fuente: Power Electronics

TECHNICAL CHARACTERISTICS — MV SKID

		FRAME 1	
		FRAME 2	
MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	Rated Power range	1050kVA - 2110kVA	2220kVA - 3800kVA
	MV Voltage range	11kV / 20kV / 22kV / 23kV / 33kV / 34.5kV	
	LV Voltage range	400V / 420V / 440V / 460V / 480V- HEC V1000 inverters 565V / 600V / 615V / 630V / 645V / 660V / 690V - HEC V1500 and HEMK inverters	
	Type of tank	Oil-sealed	
	Cooling	ONAN (KNAN optional)	
	Vector Group	Dy11	
	Transformer protection	DGPT-2 (PT100 optional)	
	Oil tank	Integrated with valve and filter	
	Transformer protection rate	IP54	
	Switchgear configuration	Single feeder (L) or Double feeder (2L)	
	Switchgear protection[1]	Fuses (P) / Automatic circuit breaker (V)	
CONNECTIONS	Inverter AC connection	Close couple solution (Plug & Play)	
	LV protection	Circuit breaker included in the inverter	
	HV AC wiring	MV Bridge between transformer and protection switchgear prewired	
ENVIROMENT	Ambient Temperature	-20°C...+50°C (t>50°C power derating)	
	Extended Temperature[2][3]	-35°C...+50°C (t>50°C power derating)	
	Max. Altitude (above sea level)	>2000m power derating	
	Relative Humidity	4% to 95% Non condensing	
MECHANICAL CHARACTERISTICS	Skid Dimensions (WxHxD) mm	3690x2340x2235	5640x2340x2235
	Skid weight with MV equipment[1]	< 8 Tn	
	Oil tank material	Galvanized Steel	
	Skid Body material	Galvanized Steel	
	Cabinet type	Outdoor	
	Anti-rodent protection	✔	
AUXILIARY SERVICES ELECTRICAL PANEL	Auxiliary supply	3x400V, 50/60Hz	
	User power supply available	1kVA or 6kVA	
	Additional auxiliary transformer[4]	10kVA / 15kVA / 25kVA	
	Cooling	Air	
	Auxiliary supply protection	✔	
	Communication[4]	Ethernet (Fiber optic or RJ45)	
	UPS system for monitoring[4]	1kVA / 3kVA, 10 minutes	
AUXILIARY OUTDOOR TRANSFORMER	Rated Power (Voltage)	-	30kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
	Cooling	-	Air
	Protection	-	Circuit breaker
	Cabinet type	-	Outdoor
LV COMPACT CABINET	Additional indoor auxiliary transf.[4]	-	10kVA / 25kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
	UPS system for monitoring[4]	-	1kVA / 3kVA, 10 minutes
	Cooling	-	Air forced
	Auxiliary supply protection	-	✔
	Cabinet type	-	Outdoor
LV LARGE CABINET	Additional indoor auxiliary transf. [4]	-	25kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
	UPS for trackers[4]	-	20kVA / 40kVA, 10 minutes
	Cooling	-	Air forced
	Auxiliary supply protection	-	✔
	Cabinet type	-	Outdoor
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Trapped key safety interlock	
	Safety perimeter	Transformer access protection fence	
	Cabinet heating	Heating resistors	
	Interior lighting	Fluorescent lamp	
	Emergency lighting	Electronic supplier for emergency lighting (1h autonomy)	
	Air conditioner	UPS batteries cooling	
	Communication [4]	Splice box / MV Switchgear monitoring	
STANDARDS	Medium Voltage	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

[1] Depending on customer configuration.
[2] Optional. For additional information or available configurations, please consult Power Electronics.
[3] Other temperature range, consult Power Electronics.
[4] By demand.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 5: Especificaciones técnicas del inversor. Fuente: Power Electronics

TECHNICAL CHARACTERISTICS — HEMK 630V

		FRAME 1	FRAME 2
REFERENCE		**FS2235K**	**FS3350K**
OUTPUT	AC Output Power(kVA/kW) @50°C [1]	2235	3350
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C [1]	2310	3465
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) [2]	630V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) [3]	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
INPUT	MPPt @full power (VDC)	891V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs [4]	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs [4]	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) [4]	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) [4]	4000	6000
EFFICIENCY & AUXILIARY SUPPLY	Efficiency (Max) (η)	98.79%	98.85%
	Euroeta (η)	98.42%	98.59%
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
ENVIRONMENT	Degree of protection	NEMA 3R - IP55	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level [5]	< 79 dBA	
CONTROL INTERFACE	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
CERTIFICATIONS	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00·Vac nom and cos Φ= 1.
Consult Power Electronics for derating curves.
[2] Consult Power Electronics for other configurations.
[3] Consult P-Q charts available: Q(kVAr)=√(S(kVA)²-P(kW)²).
[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.
[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TECHNICAL CHARACTERISTICS

HEMK 615V

		FRAME 1	FRAME 2
REFERENCE		**FS2180K**	**FS3270K**
OUTPUT	AC Output Power(kVA/kW) @50°C [1]	2180	3270
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C [1]	2255	3380
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) [2]	615V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) [3]	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
INPUT	MPPt @full power (VDC)	870V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs [4]	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs [4]	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) [4]	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) [4]	4000	6000
EFFICIENCY & AUXILIARY SUPPLY	Efficiency (Max) (η)	98.79%	98.84
	Euroeta (η)	98.41%	98.57%
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
CABINET	Dimensions (WxDxH) (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions (WxDxH) (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
ENVIRONMENT	Degree of protection	NEMA 3R - IP55	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level [5]	< 79 dBA	
CONTROL INTERFACE	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
CERTIFICATIONS	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00·Vac nom and cos Φ= 1.
Consult Power Electronics for derating curves.
[2] Consult Power Electronics for other configurations.
[3] Consult P-Q charts available: Q(kVAr)=√(S(kVA)²-P(kW)²).
[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.
[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 puede detener su funcionamiento.

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 3), se calcula a continuación la configuración de ramas en serie y en paralelo para que se verifiquen las siguientes condiciones [1]:

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 6: Condición de máximo voltaje

	FS3270K	FS2235K	FS3350K	
Vmp máxima inversor	1.310	1.310	1.310	V
Vmp máxima módulos fotovoltaicos a Tmin	46,98	46,98	46,98	V
Temperatura mínima	0	0	0	ºC
Número de módulos en la rama	28	28	28	
Vmp máx. rama	1.315,41	1.315,41	1.315,41	V
¿Se cumple la condición?	**NO**	**NO**	**NO**	

La condición de límite superior no se cumple.

A pesar de superarse el valor límite de máxima tensión admisible en condiciones de baja temperatura, es muy poco probable que se alcancen éstas y simultáneamente, condiciones de radiación suficientes para la generación de energía en la ubicación del parque, por lo que el funcionamiento no se vería afectado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Adicionalmente cabe destacar que los valores mostrados en las especificaciones técnicas del inversor están calculados con coeficientes de seguridad. Los inversores disponen de protecciones contra sobretensión, por lo que admiten valores de tensión mayores que los especificados sin poner en riesgo la instalación eléctrica.

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.

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

Tabla 7: condición de mínimo voltaje

	FS3270K	FS2235K	FS3350K	
Vmp mínima inversor	870	891	891	V
Vmp mínima módulos fotovoltaicos a Tmax	36,12	36,12	36,12	V
Temperatura máxima	70	70	70	ºC
Número de módulos en la rama	28	28	28	
Vmp mínima rama	1.011,30	1.011,30	1.011,30	V
¿Se cumple la condición?	SÍ	SÍ	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 8: condición de tensión de circuito abierto

	FS3270K	FS2235K	FS3350K	
Voc máxima inversor	1.500	1.500	1.500	V
Voc máxima módulos fotovoltaicos a Tmin	54,82	54,82	54,82	V
Temperatura mínima	0	0	0	ºC
Número de módulos en la rama	28	28	28	
Voc máxima rama	1.534,85	1.534,85	1.534,85	V
¿Se cumple la condición?	NO	NO	NO	

La condición de tensión de circuito abierto no se cumple.

A pesar de superarse el valor límite de máxima tensión admisible en condiciones de baja temperatura, es muy poco probable que se alcancen éstas y simultáneamente,

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

condiciones de radiación suficientes para la generación de energía en la ubicación del parque, por lo que el funcionamiento no se vería afectado.

Adicionalmente cabe destacar que los valores mostrados en las especificaciones técnicas del inversor están calculados con coeficientes de seguridad. Los inversores disponen de protecciones contra sobretensión, por lo que admiten valores de tensión mayores que los especificados sin poner en riesgo la instalación eléctrica.

4. La corriente máxima 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.

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

La configuración de CSPs del PFV es la siguiente:

Tabla 9: configuración bloques CSP

Características bloques CSP	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Módulos en serie	28	28	28	28
Ramas en paralelo	24	21	17	7

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

Tabla 10: condición de corriente de cortocircuito.

	FS3270K Config. 1	FS2235K	FS3350K
Intensidad cortocircuito módulo fotovoltaico a Tmax	12,81	12,81	12,81
Número CSP A	11	7	11
Número CSP B		1	
Número CSP C			1
Número CSP D	1		
Ramas en paralelo	271	189	281
Intensidad máxima entrada inversor	3.970	2.645	3.970
Intensidad máxima	3.472,0	2.421,5	3.600,2
¿Se cumple la condición?	SÍ	SÍ	SÍ

La condición de límite inferior 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

3. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

El circuito de corriente continua comprende el cableado entre los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor. Debido a que el inversor solo admite cierto número de entradas (36 en los inversores seleccionados), se formarán agrupaciones de ramas mediante unas cajas de conexión llamadas cajas de seccionamiento y protección (CSP).

Para la formación de las ramas o series, se unen los módulos con su propio cable de serie. Los mismos módulos fotovoltaicos les protegerán de los rayos directos del sol. Posteriormente se lleva cada rama mediante dos conductores aislados tipo solar hacia las CSP. Existen diferentes configuraciones de bloques que se conectan a las CSP:

Tabla 11: configuraciones bloques CSP

Características bloques CSP	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Módulos en serie	28	28	28	28
Ramas en paralelo	24	21	17	7

El tramo entre cada CSP y el bloque inversor estará formado por conductores aislados de aluminio. Se realizarán zanjas por donde irán enterrados los conductores que unen las CSP con la Power Station, edificio destinado al inversor y transformador.

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.

3.1. TRAMO RAMAS – CSP

3.1.1. Cálculo por criterio de la intensidad máxima admisible

Es posible que en caso de fallo se presente una retro-alimentación desde los circuitos conectados en paralelo, por ello los cables deberán estar dimensionados para soportar una intensidad superior al 125 % de la máxima intensidad del generador según indica la ITC-BT-40.

$$I_{CABLE\_RAMA} = 1{,}25 \times I_{SC}\ (T_c)$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

La intensidad máxima es la de cortocircuito (I_{SC}) cuando la temperatura del módulo es máxima (en verano).

$$I_{SC}(T_c^{max}) = I_{SC}(STC) \cdot \left(1 + \Delta T \cdot \frac{\alpha}{100}\right)$$

Donde: T_c = Temperatura célula; $\Delta T = T_c - 25ºC$; $I_{SC}(T_c)$ = Intensidad de cortocircuito a la temperatura de la célula; α = Coeficiente de temperatura (Tabla 1).

Tabla 12: criterio intensidad máxima admisible en la rama

Tc [ºC]	ΔT [ºC]	α [%/K]	$I_{sc(Tc)}$ [A]	I_{cable_rama} [A]
70	45	0,050	12,81	**16,01**

Tabla 13: Intensidades admisibles en amperios al aire (40ºC)[1]

TABLA C.52.1 bis

Intensidades admisibles en amperios al aire (40 °C)

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES GARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																	
A1			PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)				XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)									
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)											
B1					PVC3 (70 °C)		PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)				XLPE2 (90 °C)			
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)							
C							PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)			PVC2 (90 °C)		
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
→ E									PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)	
F											PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)

	mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Cobre	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	25
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
→	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
	240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
	300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713
Aluminio	2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	
	4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	
	6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	
	10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	
	16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	82
	25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
	35				74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
	50				90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
	70				115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
	95				140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
	120				161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
	150					187	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
	185					212	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
	240					248	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482
	300					285		313		331		366		400		429	462	494	558

[1] Fuente: Prysmian "El libro blanco de la instalación. Manual técnico y práctico de cables y accesorios para baja tensión". Basado en UNE HD 60364-5-42.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Teniendo en cuenta el criterio de intensidad máxima admisible, se propone utilizar un cable de 6 mm^2 XLPE Cu de sección que soporta 57 A (Fila E – cable multiconductor XLPE2 al aire libre en la Tabla 13), valor superior a la intensidad que circulará.

3.1.2. Cálculos por criterio de máxima caída de tensión

La caída de tensión en el punto más alejado no debe sobrepasar el 1,5% según la Norma ITC-BT-40. Se calcula según las siguientes ecuaciones:

$$\Delta U(V) = \frac{2IL}{\gamma S} \qquad \Delta V(\%) = \frac{\Delta U(V)}{Vrama}.100$$

Donde:

- I: Intensidad máxima (A)
- L: Longitud de la línea (m)
- γ: Conductividad del cable (m/Ω·mm^2)
- S: Sección del conductor (mm^2)
- $V_{rama} = N_{módulos\ serie} \cdot V_{MP}^{mod}$: Voltaje de una rama de N módulos en serie (V)
- $\Delta U / \Delta V$: Caída de tensión admisible (V) / (%)

La intensidad máxima de funcionamiento para cada rama es la del punto de máxima potencia de un módulo a la mayor temperatura, al estar éstos conectados en serie.

$$I_{rama} = I_{MP}(T_c^{max}) = I_{MP}(STC) \cdot \left(1 + \Delta T \cdot \frac{\alpha}{100}\right)$$

Tabla 14: intensidad máxima de funcionamiento

Tc [ºC]	ΔT [ºC]	α [%/K]	$I_{mp(STC)}$ [A]	I_{rama}[A]
70	45	-0,360	11,74	**9,84**

A continuación se multiplica esta intensidad por el número de ramas en paralelo existentes que confluyen en las CSP y que van hasta el inversor:

Tabla 15: intensidad por CSP

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Irama (A)	9,84			
Nº ramas	24	21	17	7
ICSP (A)	236,11	206,60	167,25	68,87

Las características de cada uno de los bloques CSP tipo utilizados se pueden observar en la Tabla 16.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 16: Características bloques tipo CSP

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Nº módulos/rama	28			
Nº ramas	24	21	17	7
Nº módulos/CSP	672	588	476	196
Cable String – C.S.P.	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 6 Cu			
Fusible protección ramas	20 A, 1.500 V			
C.S.P	1			
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)			
Potencia de módulos fotovoltaicos (kWp)	339,36	296,94	240,38	98,98

En la Tabla 17 se muestra la caída de tensión en el cableado de corriente continua entre cada rama (string) y la CSPs.

Hay que tener en cuenta que la caída de tensión de cada uno de los bloques CSP (DC Combiner)[2] puede variar debido a la orografía del terreno, por lo que en el proyecto constructivo debería ser calculada con mayor detalle.

Tabla 17: Caída de tensión desde ramas a CSP

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
DC Combiner 1-1	String 1-1-1	110,68	111,79	6	6,82	0,45%
	String 1-1-2	104,68	105,79	6	6,45	0,43%
	String 1-1-3	98,68	99,79	6	6,09	0,40%
	String 1-1-4	92,68	93,79	6	5,72	0,38%
	String 1-1-5	86,68	87,79	6	5,35	0,36%
	String 1-1-6	80,68	81,79	6	4,99	0,33%
	String 1-1-7	74,68	75,79	6	4,62	0,31%
	String 1-1-8	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-1-9	11,31	12,42	6	0,76	0,05%
	String 1-1-10	17,32	18,43	6	1,12	0,07%
	String 1-1-11	23,33	24,44	6	1,49	0,10%
	String 1-1-12	29,34	30,45	6	1,86	0,12%
	String 1-1-13	35,34	36,46	6	2,22	0,15%
	String 1-1-14	41,34	42,46	6	2,59	0,17%
	String 1-1-15	66,81	67,93	6	4,14	0,28%
	String 1-1-16	60,81	61,93	6	3,78	0,25%
	String 1-1-17	54,81	55,92	6	3,41	0,23%
	String 1-1-18	48,81	49,92	6	3,04	0,20%
	String 1-1-19	42,81	43,92	6	2,68	0,18%
	String 1-1-20	31,17	30,05	6	1,90	0,13%
	String 1-1-21	41,58	40,47	6	2,54	0,17%
	String 1-1-22	47,58	46,47	6	2,90	0,19%
	String 1-1-23	53,58	52,46	6	3,27	0,22%
	String 1-1-24	59,57	58,46	6	3,63	0,24%
DC Combiner 1-2	String 1-2-1	78,99	80,10	6	4,88	0,32%
	String 1-2-2	47,14	48,25	6	2,94	0,20%
	String 1-2-3	72,99	74,10	6	4,52	0,30%
	String 1-2-4	41,14	42,25	6	2,58	0,17%
	String 1-2-5	66,99	68,10	6	4,15	0,28%

[2] Ejemplo de nomenclatura de DC Combiner 31-2: el 3 indica el número de la Power Station, el 1 el número del inversor de la Power Station (0 si la PS sólo tiene un inversor) y el 2 el número de CSP conectada al inversor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-2-6	35,14	36,25	6	2,21	0,15%
	String 1-2-7	60,99	62,10	6	3,79	0,25%
	String 1-2-8	29,14	30,25	6	1,84	0,12%
	String 1-2-9	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 1-2-10	23,13	24,25	6	1,48	0,10%
	String 1-2-11	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 1-2-12	17,13	18,25	6	1,11	0,07%
	String 1-2-13	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-2-14	11,13	12,25	6	0,75	0,05%
	String 1-2-15	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-2-16	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-2-17	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-2-18	11,34	12,45	6	0,76	0,05%
	String 1-2-19	48,97	50,08	6	3,05	0,20%
	String 1-2-20	17,34	18,45	6	1,13	0,07%
	String 1-2-21	23,34	24,45	6	1,49	0,10%
	String 1-2-22	29,34	30,45	6	1,86	0,12%
	String 1-2-23	35,34	36,45	6	2,22	0,15%
	String 1-2-24	41,34	42,45	6	2,59	0,17%
DC Combiner 1-3	String 1-3-1	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 1-3-2	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 1-3-3	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 1-3-4	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-3-5	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 1-3-6	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-3-7	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-3-8	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-3-9	11,38	12,49	6	0,76	0,05%
	String 1-3-10	17,38	18,49	6	1,13	0,07%
	String 1-3-11	23,38	24,49	6	1,49	0,10%
	String 1-3-12	29,38	30,49	6	1,86	0,12%
	String 1-3-13	35,38	36,49	6	2,23	0,15%
	String 1-3-14	41,38	42,50	6	2,59	0,17%
	String 1-3-15	47,38	48,50	6	2,96	0,20%
	String 1-3-16	53,39	54,50	6	3,32	0,22%
	String 1-3-17	59,39	60,50	6	3,69	0,25%
	String 1-3-18	65,39	66,50	6	4,06	0,27%
	String 1-3-19	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
	String 1-3-20	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 1-3-21	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 1-3-22	59,12	60,23	6	3,67	0,24%
	String 1-3-23	53,12	54,23	6	3,31	0,22%
	String 1-3-24	47,12	48,23	6	2,94	0,20%
DC Combiner 1-4	String 1-4-1	42,39	43,51	6	2,65	0,18%
	String 1-4-2	36,40	37,51	6	2,29	0,15%
	String 1-4-3	30,40	31,51	6	1,92	0,13%
	String 1-4-4	24,40	25,51	6	1,56	0,10%
	String 1-4-5	18,40	19,51	6	1,19	0,08%
	String 1-4-6	12,40	13,51	6	0,82	0,05%
	String 1-4-7	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-4-8	12,80	13,91	6	0,85	0,06%
	String 1-4-9	18,80	19,91	6	1,21	0,08%
	String 1-4-10	24,82	25,93	6	1,58	0,11%
	String 1-4-11	30,82	31,93	6	1,95	0,13%
	String 1-4-12	36,81	37,92	6	2,31	0,15%
	String 1-4-13	42,82	43,94	6	2,68	0,18%
	String 1-4-14	48,83	49,94	6	3,05	0,20%
	String 1-4-15	54,83	55,94	6	3,41	0,23%
	String 1-4-16	60,83	61,94	6	3,78	0,25%
	String 1-4-17	66,84	67,95	6	4,14	0,28%
	String 1-4-18	72,84	73,95	6	4,51	0,30%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-4-19	78,82	79,93	6	4,87	0,32%
	String 1-4-20	66,40	67,51	6	4,12	0,27%
	String 1-4-21	60,40	61,51	6	3,75	0,25%
	String 1-4-22	54,40	55,51	6	3,39	0,22%
	String 1-4-23	48,40	49,51	6	3,02	0,20%
	String 1-4-24	72,40	73,51	6	4,48	0,30%
DC Combiner 1-5	String 1-5-1	56,25	57,37	6	3,50	0,23%
	String 1-5-2	24,38	25,50	6	1,55	0,10%
	String 1-5-3	50,26	51,37	6	3,13	0,21%
	String 1-5-4	18,39	19,50	6	1,19	0,08%
	String 1-5-5	44,26	45,37	6	2,77	0,18%
	String 1-5-6	12,39	13,50	6	0,82	0,05%
	String 1-5-7	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-5-8	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-5-9	44,65	45,76	6	2,79	0,19%
	String 1-5-10	12,78	13,90	6	0,85	0,06%
	String 1-5-11	50,65	51,77	6	3,16	0,21%
	String 1-5-12	18,79	19,90	6	1,21	0,08%
	String 1-5-13	56,66	57,77	6	3,52	0,23%
	String 1-5-14	24,79	25,90	6	1,58	0,10%
	String 1-5-15	30,79	31,90	6	1,95	0,13%
	String 1-5-16	36,79	37,90	6	2,31	0,15%
	String 1-5-17	42,79	43,90	6	2,68	0,18%
	String 1-5-18	48,79	49,90	6	3,04	0,20%
	String 1-5-19	54,79	55,90	6	3,41	0,23%
	String 1-5-20	48,38	49,50	6	3,02	0,20%
	String 1-5-21	42,38	43,50	6	2,65	0,18%
	String 1-5-22	36,38	37,50	6	2,29	0,15%
	String 1-5-23	60,39	61,50	6	3,75	0,25%
	String 1-5-24	54,38	55,49	6	3,38	0,22%
DC Combiner 1-6	String 1-6-1	92,86	93,97	6	5,73	0,38%
	String 1-6-2	61,23	62,34	6	3,80	0,25%
	String 1-6-3	98,86	99,97	6	6,10	0,40%
	String 1-6-4	67,23	68,35	6	4,17	0,28%
	String 1-6-5	55,01	56,13	6	3,42	0,23%
	String 1-6-6	49,01	50,12	6	3,06	0,20%
	String 1-6-7	43,00	44,11	6	2,69	0,18%
	String 1-6-8	32,57	33,69	6	2,05	0,14%
	String 1-6-9	43,23	44,35	6	2,70	0,18%
	String 1-6-10	49,23	50,34	6	3,07	0,20%
	String 1-6-11	55,23	56,34	6	3,44	0,23%
	String 1-6-12	23,11	24,23	6	1,48	0,10%
	String 1-6-13	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 1-6-14	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 1-6-15	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-6-16	11,36	12,47	6	0,76	0,05%
	String 1-6-17	17,36	18,48	6	1,13	0,07%
	String 1-6-18	23,36	24,48	6	1,49	0,10%
	String 1-6-19	29,36	30,48	6	1,86	0,12%
	String 1-6-20	35,37	36,48	6	2,22	0,15%
	String 1-6-21	67,02	68,13	6	4,16	0,28%
	String 1-6-22	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 1-6-23	61,02	62,13	6	3,79	0,25%
	String 1-6-24	29,11	30,23	6	1,84	0,12%
DC Combiner 1-7	String 1-7-1	104,81	105,92	6	6,46	0,43%
	String 1-7-2	98,80	99,91	6	6,09	0,40%
	String 1-7-3	92,80	93,91	6	5,73	0,38%
	String 1-7-4	86,79	87,90	6	5,36	0,36%
	String 1-7-5	80,79	81,90	6	4,99	0,33%
	String 1-7-6	74,79	75,90	6	4,63	0,31%
	String 1-7-7	32,58	33,69	6	2,05	0,14%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-7-8	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-7-9	43,00	44,11	6	2,69	0,18%
	String 1-7-10	73,25	72,14	6	4,47	0,30%
	String 1-7-11	49,00	50,11	6	3,06	0,20%
	String 1-7-12	79,26	78,15	6	4,83	0,32%
	String 1-7-13	55,00	56,11	6	3,42	0,23%
	String 1-7-14	85,26	84,15	6	5,20	0,35%
	String 1-7-15	61,00	62,12	6	3,79	0,25%
	String 1-7-16	91,26	90,15	6	5,57	0,37%
	String 1-7-17	67,00	68,12	6	4,15	0,28%
	String 1-7-18	97,26	96,15	6	5,93	0,39%
	String 1-7-19	73,00	74,12	6	4,52	0,30%
	String 1-7-20	103,26	102,15	6	6,30	0,42%
	String 1-7-21	79,00	80,12	6	4,89	0,32%
	String 1-7-22	109,26	108,15	6	6,66	0,44%
	String 1-7-23	115,26	114,15	6	7,03	0,47%
	String 1-7-24	85,25	86,36	6	5,27	0,35%
DC Combiner 1-8	String 1-8-1	65,17	66,28	6	4,04	0,27%
	String 1-8-2	59,17	60,28	6	3,68	0,24%
	String 1-8-3	53,16	54,27	6	3,31	0,22%
	String 1-8-4	47,16	48,27	6	2,94	0,20%
	String 1-8-5	41,15	42,26	6	2,58	0,17%
	String 1-8-6	35,15	36,26	6	2,21	0,15%
	String 1-8-7	29,14	30,25	6	1,84	0,12%
	String 1-8-8	23,14	24,25	6	1,48	0,10%
	String 1-8-9	17,13	18,24	6	1,11	0,07%
	String 1-8-10	11,13	12,24	6	0,75	0,05%
	String 1-8-11	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-8-12	11,45	12,56	6	0,77	0,05%
	String 1-8-13	17,44	18,56	6	1,13	0,08%
	String 1-8-14	23,44	24,55	6	1,50	0,10%
	String 1-8-15	29,44	30,55	6	1,86	0,12%
	String 1-8-16	35,43	36,54	6	2,23	0,15%
	String 1-8-17	41,43	42,54	6	2,59	0,17%
	String 1-8-18	47,43	48,54	6	2,96	0,20%
	String 1-8-19	53,42	54,53	6	3,33	0,22%
	String 1-8-20	59,42	60,53	6	3,69	0,25%
	String 1-8-21	89,61	88,49	6	5,46	0,36%
	String 1-8-22	83,61	82,50	6	5,10	0,34%
	String 1-8-23	77,62	76,50	6	4,73	0,31%
	String 1-8-24	71,62	70,51	6	4,37	0,29%
DC Combiner 1-9	String 1-9-1	72,40	73,51	6	4,48	0,30%
	String 1-9-2	66,40	67,51	6	4,12	0,27%
	String 1-9-3	60,40	61,51	6	3,75	0,25%
	String 1-9-4	54,39	55,51	6	3,39	0,22%
	String 1-9-5	48,39	49,51	6	3,02	0,20%
	String 1-9-6	42,39	43,51	6	2,65	0,18%
	String 1-9-7	36,39	37,51	6	2,29	0,15%
	String 1-9-8	30,39	31,51	6	1,92	0,13%
	String 1-9-9	24,39	25,50	6	1,56	0,10%
	String 1-9-10	18,39	19,51	6	1,19	0,08%
	String 1-9-11	12,39	13,50	6	0,82	0,05%
	String 1-9-12	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-9-13	12,79	13,90	6	0,85	0,06%
	String 1-9-14	18,79	19,90	6	1,21	0,08%
	String 1-9-15	24,79	25,90	6	1,58	0,10%
	String 1-9-16	30,79	31,90	6	1,95	0,13%
	String 1-9-17	36,79	37,90	6	2,31	0,15%
	String 1-9-18	42,79	43,90	6	2,68	0,18%
	String 1-9-19	48,79	49,90	6	3,04	0,20%
	String 1-9-20	54,79	55,90	6	3,41	0,23%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-9-21	60,79	61,90	6	3,78	0,25%
	String 1-9-22	66,79	67,90	6	4,14	0,28%
	String 1-9-23	33,05	34,16	6	2,08	0,14%
	String 1-9-24	27,05	28,16	6	1,72	0,11%
DC Combiner 1-10	String 1-10-1	54,25	55,36	6	3,38	0,22%
	String 1-10-2	48,25	49,36	6	3,01	0,20%
	String 1-10-3	42,25	43,36	6	2,64	0,18%
	String 1-10-4	36,25	37,36	6	2,28	0,15%
	String 1-10-5	30,25	31,36	6	1,91	0,13%
	String 1-10-6	24,25	25,36	6	1,55	0,10%
	String 1-10-7	18,25	19,36	6	1,18	0,08%
	String 1-10-8	12,25	13,36	6	0,81	0,05%
	String 1-10-9	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-10-10	11,84	12,95	6	0,79	0,05%
	String 1-10-11	17,84	18,95	6	1,16	0,08%
	String 1-10-12	23,84	24,95	6	1,52	0,10%
	String 1-10-13	29,84	30,95	6	1,89	0,13%
	String 1-10-14	35,84	36,95	6	2,25	0,15%
	String 1-10-15	41,84	42,95	6	2,62	0,17%
	String 1-10-16	44,11	45,23	6	2,76	0,18%
	String 1-10-17	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-10-18	42,98	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-10-19	48,98	50,09	6	3,05	0,20%
	String 1-10-20	54,98	56,09	6	3,42	0,23%
	String 1-10-21	60,98	62,09	6	3,79	0,25%
	String 1-10-22	66,97	68,08	6	4,15	0,28%
	String 1-10-23	72,97	74,08	6	4,52	0,30%
	String 1-10-24	78,97	80,08	6	4,88	0,32%
DC Combiner 1-11	String 1-11-1	42,25	43,37	6	2,64	0,18%
	String 1-11-2	36,25	37,36	6	2,28	0,15%
	String 1-11-3	67,00	68,11	6	4,15	0,28%
	String 1-11-4	30,25	31,36	6	1,91	0,13%
	String 1-11-5	61,00	62,11	6	3,79	0,25%
	String 1-11-6	24,25	25,36	6	1,55	0,10%
	String 1-11-7	54,99	56,11	6	3,42	0,23%
	String 1-11-8	18,25	19,36	6	1,18	0,08%
	String 1-11-9	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 1-11-10	12,25	13,36	6	0,81	0,05%
	String 1-11-11	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-11-12	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-11-13	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-11-14	11,84	12,95	6	0,79	0,05%
	String 1-11-15	42,98	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-11-16	17,84	18,95	6	1,16	0,08%
	String 1-11-17	48,98	50,09	6	3,05	0,20%
	String 1-11-18	23,84	24,95	6	1,52	0,10%
	String 1-11-19	54,98	56,09	6	3,42	0,23%
	String 1-11-20	29,84	30,95	6	1,89	0,13%
	String 1-11-21	60,98	62,09	6	3,79	0,25%
	String 1-11-22	35,84	36,95	6	2,25	0,15%
	String 1-11-23	66,97	68,09	6	4,15	0,28%
	String 1-11-24	41,84	42,95	6	2,62	0,17%
DC Combiner 1-12	String 1-12-1	117,47	118,58	6	7,23	0,48%
	String 1-12-2	111,47	112,58	6	6,87	0,46%
	String 1-12-3	105,46	106,58	6	6,50	0,43%
	String 1-12-4	99,46	100,57	6	6,13	0,41%
	String 1-12-5	93,46	94,57	6	5,77	0,38%
	String 1-12-6	87,46	88,57	6	5,40	0,36%
	String 1-12-7	81,45	82,57	6	5,04	0,33%
	String 1-12-8	75,45	76,56	6	4,67	0,31%
	String 1-12-9	0,40	1,51	6	0,09	0,01%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-12-10	11,24	12,35	6	0,75	0,05%
	String 1-12-11	43,10	44,21	6	2,70	0,18%
	String 1-12-12	17,25	18,36	6	1,12	0,07%
	String 1-12-13	49,11	50,22	6	3,06	0,20%
	String 1-12-14	23,25	24,37	6	1,49	0,10%
	String 1-12-15	55,12	56,23	6	3,43	0,23%
	String 1-12-16	29,26	30,38	6	1,85	0,12%
	String 1-12-17	61,13	62,24	6	3,80	0,25%
	String 1-12-18	35,27	36,38	6	2,22	0,15%
	String 1-12-19	67,14	68,25	6	4,16	0,28%
	String 1-12-20	41,28	42,39	6	2,59	0,17%
	String 1-12-21	73,15	74,26	6	4,53	0,30%
	String 1-12-22	47,29	48,40	6	2,95	0,20%
	String 1-12-23	79,16	80,27	6	4,90	0,33%
	String 1-12-24	85,34	86,45	6	5,27	0,35%
DC Combiner 1-13	String 1-13-1	80,11	81,22	6	4,95	0,33%
	String 1-13-2	74,10	75,21	6	4,59	0,30%
	String 1-13-3	68,10	69,21	6	4,22	0,28%
	String 1-13-4	60,24	61,96	6	3,78	0,25%
	String 1-13-5	24,24	25,35	6	1,55	0,10%
	String 1-13-6	56,10	57,21	6	3,49	0,23%
	String 1-13-7	18,24	19,35	6	1,18	0,08%
	String 1-13-8	50,10	51,21	6	3,12	0,21%
	String 1-13-9	12,24	13,35	6	0,81	0,05%
	String 1-13-10	44,10	45,21	6	2,76	0,18%
	String 1-13-11	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-13-12	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-13-13	11,83	12,94	6	0,79	0,05%
	String 1-13-14	43,70	44,81	6	2,73	0,18%
	String 1-13-15	17,83	18,95	6	1,16	0,08%
	String 1-13-16	49,70	50,81	6	3,10	0,21%
	String 1-13-17	23,83	24,94	6	1,52	0,10%
	String 1-13-18	55,70	56,81	6	3,46	0,23%
	String 1-13-19	29,83	30,94	6	1,89	0,13%
	String 1-13-20	61,70	62,81	6	3,83	0,25%
	String 1-13-21	35,83	36,94	6	2,25	0,15%
	String 1-13-22	67,70	68,81	6	4,20	0,28%
	String 1-13-23	41,83	42,94	6	2,62	0,17%
	String 1-13-24	47,82	48,93	6	2,98	0,20%
DC Combiner 1-14	String 1-14-1	66,23	67,34	6	4,11	0,27%
	String 1-14-2	60,22	61,34	6	3,74	0,25%
	String 1-14-3	54,22	55,33	6	3,37	0,22%
	String 1-14-4	48,22	49,33	6	3,01	0,20%
	String 1-14-5	42,23	43,34	6	2,64	0,18%
	String 1-14-6	36,22	37,33	6	2,28	0,15%
	String 1-14-7	30,22	31,34	6	1,91	0,13%
	String 1-14-8	24,22	25,33	6	1,54	0,10%
	String 1-14-9	18,22	19,33	6	1,18	0,08%
	String 1-14-10	12,22	13,33	6	0,81	0,05%
	String 1-14-11	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-14-12	11,81	12,92	6	0,79	0,05%
	String 1-14-13	17,81	18,93	6	1,15	0,08%
	String 1-14-14	23,82	24,93	6	1,52	0,10%
	String 1-14-15	29,83	30,94	6	1,89	0,13%
	String 1-14-16	35,82	36,94	6	2,25	0,15%
	String 1-14-17	41,83	42,94	6	2,62	0,17%
	String 1-14-18	47,84	48,95	6	2,99	0,20%
	String 1-14-19	53,84	54,95	6	3,35	0,22%
	String 1-14-20	59,84	60,95	6	3,72	0,25%
	String 1-14-21	65,84	66,95	6	4,08	0,27%
	String 1-14-22	71,86	72,97	6	4,45	0,30%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-14-23	97,00	98,11	6	5,98	0,40%
	String 1-14-24	103,00	104,11	6	6,35	0,42%
DC Combiner 1-15	String 1-15-1	0,55	1,66	6	0,10	0,01%
	String 1-15-2	32,41	33,52	6	2,04	0,14%
	String 1-15-3	11,16	12,27	6	0,75	0,05%
	String 1-15-4	43,02	44,13	6	2,69	0,18%
	String 1-15-5	17,16	18,27	6	1,11	0,07%
	String 1-15-6	49,02	50,13	6	3,06	0,20%
	String 1-15-7	23,16	24,27	6	1,48	0,10%
	String 1-15-8	55,02	56,13	6	3,42	0,23%
	String 1-15-9	29,16	30,27	6	1,85	0,12%
	String 1-15-10	61,02	62,13	6	3,79	0,25%
	String 1-15-11	35,16	36,27	6	2,21	0,15%
	String 1-15-12	67,02	68,13	6	4,16	0,28%
	String 1-15-13	41,16	42,27	6	2,58	0,17%
	String 1-15-14	73,02	74,13	6	4,52	0,30%
	String 1-15-15	47,16	48,27	6	2,94	0,20%
	String 1-15-16	79,01	80,12	6	4,89	0,32%
	String 1-15-17	67,42	68,53	6	4,18	0,28%
	String 1-15-18	61,42	62,53	6	3,81	0,25%
	String 1-15-19	55,42	56,53	6	3,45	0,23%
	String 1-15-20	49,42	50,53	6	3,08	0,20%
	String 1-15-21	43,42	44,53	6	2,72	0,18%
	String 1-15-22	85,42	86,54	6	5,28	0,35%
	String 1-15-23	79,42	80,53	6	4,91	0,33%
	String 1-15-24	73,42	74,53	6	4,55	0,30%
DC Combiner 1-16	String 1-16-1	71,41	72,52	6	4,42	0,29%
	String 1-16-2	65,41	66,52	6	4,06	0,27%
	String 1-16-3	53,41	54,52	6	3,32	0,22%
	String 1-16-4	47,41	48,52	6	2,96	0,20%
	String 1-16-5	41,41	42,52	6	2,59	0,17%
	String 1-16-6	35,41	36,52	6	2,23	0,15%
	String 1-16-7	29,40	30,52	6	1,86	0,12%
	String 1-16-8	23,40	24,52	6	1,50	0,10%
	String 1-16-9	17,40	18,51	6	1,13	0,07%
	String 1-16-10	11,40	12,51	6	0,76	0,05%
	String 1-16-11	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-16-12	11,12	12,24	6	0,75	0,05%
	String 1-16-13	17,13	18,24	6	1,11	0,07%
	String 1-16-14	23,13	24,24	6	1,48	0,10%
	String 1-16-15	29,13	30,24	6	1,84	0,12%
	String 1-16-16	35,13	36,25	6	2,21	0,15%
	String 1-16-17	41,13	42,25	6	2,58	0,17%
	String 1-16-18	47,13	48,25	6	2,94	0,20%
	String 1-16-19	53,14	54,25	6	3,31	0,22%
	String 1-16-20	59,14	60,25	6	3,67	0,24%
	String 1-16-21	65,14	66,25	6	4,04	0,27%
	String 1-16-22	71,14	72,25	6	4,41	0,29%
	String 1-16-23	61,00	62,11	6	3,79	0,25%
	String 1-16-24	67,00	68,11	6	4,15	0,28%
DC Combiner 1-17	String 1-17-1	53,71	54,82	6	3,34	0,22%
	String 1-17-2	47,71	48,82	6	2,98	0,20%
	String 1-17-3	41,71	42,82	6	2,61	0,17%
	String 1-17-4	35,72	36,83	6	2,25	0,15%
	String 1-17-5	29,72	30,83	6	1,88	0,12%
	String 1-17-6	23,72	24,83	6	1,51	0,10%
	String 1-17-7	17,72	18,84	6	1,15	0,08%
	String 1-17-8	11,72	12,84	6	0,78	0,05%
	String 1-17-9	0,35	1,47	6	0,09	0,01%
	String 1-17-10	11,33	12,44	6	0,76	0,05%
	String 1-17-11	17,33	18,44	6	1,12	0,07%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 1-17-12	23,33	24,45	6	1,49	0,10%
	String 1-17-13	43,19	44,30	6	2,70	0,18%
	String 1-17-14	49,20	50,31	6	3,07	0,20%
	String 1-17-15	55,20	56,31	6	3,43	0,23%
	String 1-17-16	60,81	61,93	6	3,78	0,25%
	String 1-17-17	66,82	67,93	6	4,14	0,28%
	String 1-17-18	72,83	73,94	6	4,51	0,30%
	String 1-17-19	78,83	79,94	6	4,88	0,32%
	String 1-17-20	84,84	85,95	6	5,24	0,35%
	String 1-17-21	55,59	56,70	6	3,46	0,23%
	String 1-17-22	49,59	50,70	6	3,09	0,21%
	String 1-17-23	43,59	44,70	6	2,73	0,18%
	String 1-17-24	32,22	33,33	6	2,03	0,14%
DC Combiner 1-18	String 1-18-1	29,43	30,55	6	1,86	0,12%
	String 1-18-2	23,41	24,52	6	1,50	0,10%
	String 1-18-3	17,39	18,50	6	1,13	0,07%
	String 1-18-4	11,36	12,47	6	0,76	0,05%
	String 1-18-5	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-18-6	85,01	86,12	6	5,25	0,35%
	String 1-18-7	79,01	80,12	6	4,89	0,32%
	String 1-18-8	73,00	74,11	6	4,52	0,30%
	String 1-18-9	61,00	62,11	6	3,79	0,25%
	String 1-18-10	54,99	56,11	6	3,42	0,23%
	String 1-18-11	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 1-18-12	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 1-18-13	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 1-18-14	42,98	44,09	6	2,69	0,18%
	String 1-18-15	48,98	50,09	6	3,05	0,20%
	String 1-18-16	54,98	56,09	6	3,42	0,23%
	String 1-18-17	60,97	62,08	6	3,79	0,25%
	String 1-18-18	66,97	68,08	6	4,15	0,28%
	String 1-18-19	72,96	74,08	6	4,52	0,30%
	String 1-18-20	78,96	80,07	6	4,88	0,32%
	String 1-18-21	64,43	65,55	6	4,00	0,27%
	String 1-18-22	74,85	75,96	6	4,63	0,31%
	String 1-18-23	80,84	81,95	6	5,00	0,33%
	String 1-18-24	86,83	87,94	6	5,36	0,36%
DC Combiner 1-19	String 1-19-1	93,97	95,08	6	5,80	0,39%
	String 1-19-2	87,97	89,08	6	5,43	0,36%
	String 1-19-3	119,83	120,95	6	7,38	0,49%
	String 1-19-4	81,97	83,08	6	5,07	0,34%
	String 1-19-5	113,83	114,95	6	7,01	0,47%
	String 1-19-6	145,70	146,81	6	8,95	0,59%
	String 1-19-7	75,97	77,08	6	4,70	0,31%
	String 1-19-8	107,83	108,95	6	6,64	0,44%
	String 1-19-9	139,70	140,81	6	8,59	0,57%
	String 1-19-10	64,43	65,55	6	4,00	0,27%
	String 1-19-11	96,30	97,41	6	5,94	0,39%
	String 1-19-12	128,17	129,28	6	7,88	0,52%
	String 1-19-13	75,56	76,67	6	4,68	0,31%
	String 1-19-14	107,43	108,54	6	6,62	0,44%
	String 1-19-15	139,29	140,41	6	8,56	0,57%
	String 1-19-16	81,56	82,67	6	5,04	0,33%
	String 1-19-17	113,43	114,54	6	6,99	0,46%
	String 1-19-18	145,29	146,41	6	8,93	0,59%
	String 1-19-19	87,56	88,67	6	5,41	0,36%
	String 1-19-20	119,43	120,54	6	7,35	0,49%
	String 1-19-21	93,53	94,64	6	5,77	0,38%
	String 1-19-22	125,39	126,50	6	7,71	0,51%
	String 1-19-23	99,47	100,58	6	6,13	0,41%
	String 1-19-24	131,34	132,45	6	8,08	0,54%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
DC Combiner 1-20	String 1-20-1	11,38	12,49	6	0,76	0,05%
	String 1-20-2	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 1-20-3	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 1-20-4	17,11	18,22	6	1,11	0,07%
DC Combiner 2-1	String 2-1-1	41,74	42,85	6	2,61	0,17%
	String 2-1-2	35,74	36,85	6	2,25	0,15%
	String 2-1-3	29,74	30,85	6	1,88	0,12%
	String 2-1-4	23,74	24,85	6	1,52	0,10%
	String 2-1-5	17,74	18,85	6	1,15	0,08%
	String 2-1-6	11,74	12,85	6	0,78	0,05%
	String 2-1-7	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-1-8	12,14	13,25	6	0,81	0,05%
	String 2-1-9	18,14	19,25	6	1,17	0,08%
	String 2-1-10	24,14	25,25	6	1,54	0,10%
	String 2-1-11	30,14	31,25	6	1,91	0,13%
	String 2-1-12	36,14	37,25	6	2,27	0,15%
	String 2-1-13	42,14	43,25	6	2,64	0,18%
	String 2-1-14	48,14	49,25	6	3,00	0,20%
	String 2-1-15	54,14	55,25	6	3,37	0,22%
	String 2-1-16	79,61	80,72	6	4,92	0,33%
	String 2-1-17	73,61	74,72	6	4,56	0,30%
	String 2-1-18	67,61	68,72	6	4,19	0,28%
	String 2-1-19	61,61	62,72	6	3,82	0,25%
	String 2-1-20	55,61	56,72	6	3,46	0,23%
	String 2-1-21	49,61	50,72	6	3,09	0,21%
	String 2-1-22	43,61	44,72	6	2,73	0,18%
	String 2-1-23	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-1-24	44,01	45,12	6	2,75	0,18%
DC Combiner 2-2	String 2-2-1	67,61	68,72	6	4,19	0,28%
	String 2-2-2	35,74	36,85	6	2,25	0,15%
	String 2-2-3	61,61	62,72	6	3,82	0,25%
	String 2-2-4	29,74	30,85	6	1,88	0,12%
	String 2-2-5	55,61	56,72	6	3,46	0,23%
	String 2-2-6	23,74	24,85	6	1,52	0,10%
	String 2-2-7	49,61	50,72	6	3,09	0,21%
	String 2-2-8	17,74	18,85	6	1,15	0,08%
	String 2-2-9	43,61	44,72	6	2,73	0,18%
	String 2-2-10	11,74	12,85	6	0,78	0,05%
	String 2-2-11	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-2-12	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-2-13	44,01	45,12	6	2,75	0,18%
	String 2-2-14	12,14	13,25	6	0,81	0,05%
	String 2-2-15	50,01	51,12	6	3,12	0,21%
	String 2-2-16	18,14	19,25	6	1,17	0,08%
	String 2-2-17	56,01	57,12	6	3,48	0,23%
	String 2-2-18	24,14	25,25	6	1,54	0,10%
	String 2-2-19	62,01	63,12	6	3,85	0,26%
	String 2-2-20	30,14	31,25	6	1,91	0,13%
	String 2-2-21	68,01	69,12	6	4,22	0,28%
	String 2-2-22	36,14	37,25	6	2,27	0,15%
	String 2-2-23	42,14	43,25	6	2,64	0,18%
	String 2-2-24	73,61	74,72	6	4,56	0,30%
DC Combiner 2-3	String 2-3-1	72,99	74,10	6	4,52	0,30%
	String 2-3-2	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
	String 2-3-3	66,99	68,10	6	4,15	0,28%
	String 2-3-4	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 2-3-5	60,99	62,10	6	3,79	0,25%
	String 2-3-6	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 2-3-7	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 2-3-8	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 2-3-9	48,99	50,10	6	3,06	0,20%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 2-3-10	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 2-3-11	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 2-3-12	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 2-3-13	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-3-14	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-3-15	11,21	12,32	6	0,75	0,05%
	String 2-3-16	17,21	18,32	6	1,12	0,07%
	String 2-3-17	23,21	24,32	6	1,48	0,10%
	String 2-3-18	29,21	30,32	6	1,85	0,12%
	String 2-3-19	35,21	36,32	6	2,22	0,15%
	String 2-3-20	41,21	42,32	6	2,58	0,17%
	String 2-3-21	47,21	48,32	6	2,95	0,20%
	String 2-3-22	53,21	54,32	6	3,31	0,22%
	String 2-3-23	78,99	80,10	6	4,88	0,32%
	String 2-3-24	47,12	48,23	6	2,94	0,20%
DC Combiner 2-4	String 2-4-1	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 2-4-2	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 2-4-3	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 2-4-4	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-4-5	43,17	44,28	6	2,70	0,18%
	String 2-4-6	49,17	50,28	6	3,07	0,20%
	String 2-4-7	55,17	56,28	6	3,43	0,23%
	String 2-4-8	61,17	62,28	6	3,80	0,25%
	String 2-4-9	67,17	68,28	6	4,16	0,28%
	String 2-4-10	73,17	74,28	6	4,53	0,30%
	String 2-4-11	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 2-4-12	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 2-4-13	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 2-4-14	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-4-15	11,30	12,41	6	0,76	0,05%
	String 2-4-16	17,30	18,42	6	1,12	0,07%
	String 2-4-17	23,30	24,42	6	1,49	0,10%
	String 2-4-18	29,30	30,42	6	1,85	0,12%
	String 2-4-19	35,31	36,42	6	2,22	0,15%
	String 2-4-20	86,86	87,97	6	5,36	0,36%
	String 2-4-21	80,86	81,97	6	5,00	0,33%
	String 2-4-22	47,12	48,24	6	2,94	0,20%
	String 2-4-23	41,12	42,24	6	2,58	0,17%
	String 2-4-24	35,12	36,24	6	2,21	0,15%
DC Combiner 2-5	String 2-5-1	42,96	44,07	6	2,69	0,18%
	String 2-5-2	36,96	38,07	6	2,32	0,15%
	String 2-5-3	30,96	32,07	6	1,96	0,13%
	String 2-5-4	24,96	26,07	6	1,59	0,11%
	String 2-5-5	18,96	20,07	6	1,22	0,08%
	String 2-5-6	12,96	14,07	6	0,86	0,06%
	String 2-5-7	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-5-8	12,56	13,67	6	0,83	0,06%
	String 2-5-9	18,56	19,67	6	1,20	0,08%
	String 2-5-10	24,56	25,67	6	1,57	0,10%
	String 2-5-11	30,56	31,67	6	1,93	0,13%
	String 2-5-12	36,56	37,67	6	2,30	0,15%
	String 2-5-13	42,56	43,67	6	2,66	0,18%
	String 2-5-14	48,56	49,67	6	3,03	0,20%
	String 2-5-15	74,82	75,93	6	4,63	0,31%
	String 2-5-16	68,82	69,93	6	4,26	0,28%
	String 2-5-17	62,82	63,93	6	3,90	0,26%
	String 2-5-18	56,82	57,93	6	3,53	0,23%
	String 2-5-19	50,82	51,93	6	3,17	0,21%
	String 2-5-20	44,82	45,93	6	2,80	0,19%
	String 2-5-21	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-5-22	44,42	45,53	6	2,78	0,18%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 2-5-23	50,42	51,53	6	3,14	0,21%
	String 2-5-24	56,42	57,53	6	3,51	0,23%
DC Combiner 2-6	String 2-6-1	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-6-2	11,13	12,24	6	0,75	0,05%
	String 2-6-3	17,13	18,24	6	1,11	0,07%
	String 2-6-4	23,14	24,25	6	1,48	0,10%
	String 2-6-5	29,14	30,25	6	1,85	0,12%
	String 2-6-6	35,15	36,26	6	2,21	0,15%
	String 2-6-7	41,15	42,27	6	2,58	0,17%
	String 2-6-8	47,16	48,27	6	2,94	0,20%
	String 2-6-9	53,17	54,28	6	3,31	0,22%
	String 2-6-10	49,10	50,21	6	3,06	0,20%
	String 2-6-11	43,10	44,22	6	2,70	0,18%
	String 2-6-12	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-6-13	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 2-6-14	49,00	50,11	6	3,06	0,20%
	String 2-6-15	55,00	56,12	6	3,42	0,23%
	String 2-6-16	17,23	18,34	6	1,12	0,07%
	String 2-6-17	11,24	12,35	6	0,75	0,05%
	String 2-6-18	23,23	24,34	6	1,48	0,10%
	String 2-6-19	85,07	86,18	6	5,26	0,35%
	String 2-6-20	79,03	80,15	6	4,89	0,32%
	String 2-6-21	73,00	74,12	6	4,52	0,30%
	String 2-6-22	66,97	68,09	6	4,15	0,28%
	String 2-6-23	60,94	62,05	6	3,78	0,25%
	String 2-6-24	55,09	56,21	6	3,43	0,23%
DC Combiner 2-7	String 2-7-1	41,21	42,33	6	2,58	0,17%
	String 2-7-2	35,21	36,32	6	2,22	0,15%
	String 2-7-3	29,21	30,32	6	1,85	0,12%
	String 2-7-4	23,21	24,32	6	1,48	0,10%
	String 2-7-5	17,20	18,32	6	1,12	0,07%
	String 2-7-6	11,20	12,31	6	0,75	0,05%
	String 2-7-7	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-7-8	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 2-7-9	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 2-7-10	23,11	24,23	6	1,48	0,10%
	String 2-7-11	29,11	30,22	6	1,84	0,12%
	String 2-7-12	35,11	36,22	6	2,21	0,15%
	String 2-7-13	41,11	42,22	6	2,57	0,17%
	String 2-7-14	109,55	108,44	6	6,68	0,44%
	String 2-7-15	72,98	74,09	6	4,52	0,30%
	String 2-7-16	66,98	68,09	6	4,15	0,28%
	String 2-7-17	60,98	62,09	6	3,79	0,25%
	String 2-7-18	54,98	56,09	6	3,42	0,23%
	String 2-7-19	48,98	50,10	6	3,06	0,20%
	String 2-7-20	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 2-7-21	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-7-22	42,98	44,10	6	2,69	0,18%
	String 2-7-23	48,98	50,09	6	3,05	0,20%
	String 2-7-24	78,98	80,09	6	4,88	0,32%
DC Combiner 2-8	String 2-8-1	30,96	32,07	6	1,96	0,13%
	String 2-8-2	62,82	63,93	6	3,90	0,26%
	String 2-8-3	24,96	26,07	6	1,59	0,11%
	String 2-8-4	56,82	57,93	6	3,53	0,23%
	String 2-8-5	18,96	20,07	6	1,22	0,08%
	String 2-8-6	50,82	51,93	6	3,17	0,21%
	String 2-8-7	12,96	14,07	6	0,86	0,06%
	String 2-8-8	44,82	45,93	6	2,80	0,19%
	String 2-8-9	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-8-10	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-8-11	42,99	44,10	6	2,69	0,18%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 2-8-12	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 2-8-13	24,56	25,67	6	1,57	0,10%
	String 2-8-14	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 2-8-15	30,56	31,67	6	1,93	0,13%
	String 2-8-16	62,42	63,53	6	3,87	0,26%
	String 2-8-17	36,56	37,67	6	2,30	0,15%
	String 2-8-18	68,42	69,53	6	4,24	0,28%
	String 2-8-19	42,56	43,67	6	2,66	0,18%
	String 2-8-20	74,42	75,53	6	4,61	0,31%
	String 2-8-21	48,56	49,67	6	3,03	0,20%
	String 2-8-22	80,42	81,53	6	4,97	0,33%
	String 2-8-23	36,96	38,07	6	2,32	0,15%
	String 2-8-24	68,82	69,93	6	4,26	0,28%
DC Combiner 2-9	String 2-9-1	29,32	30,43	6	1,86	0,12%
	String 2-9-2	23,31	24,42	6	1,49	0,10%
	String 2-9-3	17,31	18,42	6	1,12	0,07%
	String 2-9-4	11,30	12,41	6	0,76	0,05%
	String 2-9-5	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-9-6	11,11	12,23	6	0,75	0,05%
	String 2-9-7	17,11	18,22	6	1,11	0,07%
	String 2-9-8	23,10	24,21	6	1,48	0,10%
	String 2-9-9	29,10	30,21	6	1,84	0,12%
	String 2-9-10	35,09	36,20	6	2,21	0,15%
	String 2-9-11	41,08	42,20	6	2,57	0,17%
	String 2-9-12	47,08	48,19	6	2,94	0,20%
	String 2-9-13	61,18	62,30	6	3,80	0,25%
	String 2-9-14	55,18	56,29	6	3,43	0,23%
	String 2-9-15	49,17	50,28	6	3,07	0,20%
	String 2-9-16	43,17	44,28	6	2,70	0,18%
	String 2-9-17	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-9-18	42,98	44,09	6	2,69	0,18%
	String 2-9-19	48,97	50,09	6	3,05	0,20%
	String 2-9-20	41,33	42,44	6	2,59	0,17%
	String 2-9-21	73,20	74,31	6	4,53	0,30%
	String 2-9-22	35,32	36,44	6	2,22	0,15%
	String 2-9-23	67,19	68,30	6	4,17	0,28%
	String 2-9-24	78,51	79,62	6	4,86	0,32%
DC Combiner 2-10	String 2-10-1	29,75	30,86	6	1,88	0,12%
	String 2-10-2	23,74	24,86	6	1,52	0,10%
	String 2-10-3	17,74	18,86	6	1,15	0,08%
	String 2-10-4	11,74	12,86	6	0,78	0,05%
	String 2-10-5	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-10-6	12,14	13,25	6	0,81	0,05%
	String 2-10-7	18,14	19,25	6	1,17	0,08%
	String 2-10-8	24,14	25,25	6	1,54	0,10%
	String 2-10-9	30,14	31,25	6	1,91	0,13%
	String 2-10-10	67,61	68,73	6	4,19	0,28%
	String 2-10-11	61,61	62,72	6	3,83	0,25%
	String 2-10-12	55,61	56,72	6	3,46	0,23%
	String 2-10-13	49,61	50,72	6	3,09	0,21%
	String 2-10-14	43,61	44,72	6	2,73	0,18%
	String 2-10-15	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-10-16	44,01	45,12	6	2,75	0,18%
	String 2-10-17	50,01	51,12	6	3,12	0,21%
	String 2-10-18	56,01	57,12	6	3,48	0,23%
	String 2-10-19	93,48	94,59	6	5,77	0,38%
	String 2-10-20	87,48	88,59	6	5,40	0,36%
	String 2-10-21	81,48	82,59	6	5,04	0,33%
	String 2-10-22	75,48	76,59	6	4,67	0,31%
	String 2-10-23	64,43	65,55	6	4,00	0,27%
	String 2-10-24	35,75	36,86	6	2,25	0,15%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
DC Combiner 2-11	String 2-11-1	18,95	20,06	6	1,22	0,08%
	String 2-11-2	50,81	51,92	6	3,17	0,21%
	String 2-11-3	12,95	14,06	6	0,86	0,06%
	String 2-11-4	44,81	45,92	6	2,80	0,19%
	String 2-11-5	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 2-11-6	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 2-11-7	12,54	13,66	6	0,83	0,06%
	String 2-11-8	44,41	45,52	6	2,78	0,18%
	String 2-11-9	18,54	19,66	6	1,20	0,08%
	String 2-11-10	50,41	51,52	6	3,14	0,21%
	String 2-11-11	24,54	25,66	6	1,56	0,10%
	String 2-11-12	56,41	57,52	6	3,51	0,23%
	String 2-11-13	30,55	31,66	6	1,93	0,13%
	String 2-11-14	62,41	63,53	6	3,87	0,26%
	String 2-11-15	36,55	37,66	6	2,30	0,15%
	String 2-11-16	68,42	69,53	6	4,24	0,28%
	String 2-11-17	42,95	44,06	6	2,69	0,18%
	String 2-11-18	74,82	75,93	6	4,63	0,31%
	String 2-11-19	36,95	38,06	6	2,32	0,15%
	String 2-11-20	68,81	69,93	6	4,26	0,28%
	String 2-11-21	30,95	32,06	6	1,96	0,13%
	String 2-11-22	62,81	63,93	6	3,90	0,26%
	String 2-11-23	48,95	50,06	6	3,05	0,20%
	String 2-11-24	80,82	81,93	6	5,00	0,33%
DC Combiner 2-12	String 2-12-1	11,23	12,34	6	0,75	0,05%
	String 2-12-2	0,81	1,92	6	0,12	0,01%
	String 2-12-3	11,22	12,33	6	0,75	0,05%
	String 2-12-4	17,23	18,34	6	1,12	0,07%
DC Combiner 3-1	String 3-1-1	66,99	68,11	6	4,15	0,28%
	String 3-1-2	60,99	62,10	6	3,79	0,25%
	String 3-1-3	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 3-1-4	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 3-1-5	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 3-1-6	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-1-7	43,21	44,32	6	2,70	0,18%
	String 3-1-8	49,21	50,32	6	3,07	0,20%
	String 3-1-9	55,21	56,32	6	3,43	0,23%
	String 3-1-10	61,21	62,32	6	3,80	0,25%
	String 3-1-11	67,21	68,32	6	4,17	0,28%
	String 3-1-12	73,20	74,32	6	4,53	0,30%
	String 3-1-13	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 3-1-14	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-1-15	11,34	12,46	6	0,76	0,05%
	String 3-1-16	17,34	18,45	6	1,13	0,07%
	String 3-1-17	23,34	24,45	6	1,49	0,10%
	String 3-1-18	29,34	30,45	6	1,86	0,12%
	String 3-1-19	35,34	36,45	6	2,22	0,15%
	String 3-1-20	41,34	42,45	6	2,59	0,17%
	String 3-1-21	35,13	36,24	6	2,21	0,15%
	String 3-1-22	29,13	30,24	6	1,84	0,12%
	String 3-1-23	23,12	24,24	6	1,48	0,10%
	String 3-1-24	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
DC Combiner 3-2	String 3-2-1	59,12	60,23	6	3,67	0,24%
	String 3-2-2	53,12	54,23	6	3,31	0,22%
	String 3-2-3	47,12	48,23	6	2,94	0,20%
	String 3-2-4	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
	String 3-2-5	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 3-2-6	60,98	62,10	6	3,79	0,25%
	String 3-2-7	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 3-2-8	54,98	56,10	6	3,42	0,23%
	String 3-2-9	23,12	24,23	6	1,48	0,10%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 3-2-10	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 3-2-11	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 3-2-12	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 3-2-13	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 3-2-14	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-2-15	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-2-16	11,29	12,41	6	0,76	0,05%
	String 3-2-17	17,29	18,41	6	1,12	0,07%
	String 3-2-18	23,29	24,41	6	1,49	0,10%
	String 3-2-19	29,30	30,41	6	1,85	0,12%
	String 3-2-20	35,30	36,41	6	2,22	0,15%
	String 3-2-21	41,30	42,41	6	2,59	0,17%
	String 3-2-22	47,30	48,41	6	2,95	0,20%
	String 3-2-23	53,30	54,41	6	3,32	0,22%
	String 3-2-24	59,30	60,41	6	3,68	0,24%
DC Combiner 3-3	String 3-3-1	66,99	68,10	6	4,15	0,28%
	String 3-3-2	60,99	62,10	6	3,79	0,25%
	String 3-3-3	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 3-3-4	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 3-3-5	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 3-3-6	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-3-7	43,18	44,30	6	2,70	0,18%
	String 3-3-8	49,18	50,30	6	3,07	0,20%
	String 3-3-9	61,19	62,30	6	3,80	0,25%
	String 3-3-10	67,19	68,30	6	4,17	0,28%
	String 3-3-11	73,19	74,30	6	4,53	0,30%
	String 3-3-12	79,20	80,31	6	4,90	0,33%
	String 3-3-13	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 3-3-14	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 3-3-15	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 3-3-16	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 3-3-17	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 3-3-18	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-3-19	11,32	12,43	6	0,76	0,05%
	String 3-3-20	17,32	18,43	6	1,12	0,07%
	String 3-3-21	29,32	30,43	6	1,86	0,12%
	String 3-3-22	35,32	36,43	6	2,22	0,15%
	String 3-3-23	41,32	42,43	6	2,59	0,17%
	String 3-3-24	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
DC Combiner 3-4	String 3-4-1	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
	String 3-4-2	66,99	68,10	6	4,15	0,28%
	String 3-4-3	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 3-4-4	60,99	62,10	6	3,79	0,25%
	String 3-4-5	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 3-4-6	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 3-4-7	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 3-4-8	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 3-4-9	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 3-4-10	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 3-4-11	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 3-4-12	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-4-13	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-4-14	43,18	44,29	6	2,70	0,18%
	String 3-4-15	11,32	12,43	6	0,76	0,05%
	String 3-4-16	49,18	50,29	6	3,07	0,20%
	String 3-4-17	17,32	18,43	6	1,12	0,07%
	String 3-4-18	55,18	56,29	6	3,43	0,23%
	String 3-4-19	23,32	24,43	6	1,49	0,10%
	String 3-4-20	61,18	62,29	6	3,80	0,25%
	String 3-4-21	29,32	30,43	6	1,86	0,12%
	String 3-4-22	67,18	68,29	6	4,16	0,28%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 3-4-23	35,32	36,43	6	2,22	0,15%
	String 3-4-24	73,18	74,29	6	4,53	0,30%
DC Combiner 3-5	String 3-5-1	97,61	98,72	6	6,02	0,40%
	String 3-5-2	91,61	92,72	6	5,65	0,38%
	String 3-5-3	85,61	86,72	6	5,29	0,35%
	String 3-5-4	79,61	80,72	6	4,92	0,33%
	String 3-5-5	73,60	74,71	6	4,56	0,30%
	String 3-5-6	99,49	100,60	6	6,14	0,41%
	String 3-5-7	67,60	68,71	6	4,19	0,28%
	String 3-5-8	93,48	94,59	6	5,77	0,38%
	String 3-5-9	61,60	62,71	6	3,82	0,25%
	String 3-5-10	87,48	88,59	6	5,40	0,36%
	String 3-5-11	55,60	56,71	6	3,46	0,23%
	String 3-5-12	81,47	82,59	6	5,04	0,33%
	String 3-5-13	49,60	50,71	6	3,09	0,21%
	String 3-5-14	75,47	76,58	6	4,67	0,31%
	String 3-5-15	43,60	44,71	6	2,73	0,18%
	String 3-5-16	64,43	65,55	6	4,00	0,27%
	String 3-5-17	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-5-18	75,86	76,98	6	4,69	0,31%
	String 3-5-19	44,00	45,11	6	2,75	0,18%
	String 3-5-20	81,86	82,98	6	5,06	0,34%
	String 3-5-21	17,74	18,85	6	1,15	0,08%
	String 3-5-22	11,73	12,85	6	0,78	0,05%
	String 3-5-23	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-5-24	12,13	13,24	6	0,81	0,05%
DC Combiner 3-6	String 3-6-1	77,74	78,85	6	4,81	0,32%
	String 3-6-2	71,74	72,85	6	4,44	0,30%
	String 3-6-3	65,74	66,85	6	4,08	0,27%
	String 3-6-4	59,74	60,86	6	3,71	0,25%
	String 3-6-5	53,74	54,86	6	3,35	0,22%
	String 3-6-6	47,74	48,86	6	2,98	0,20%
	String 3-6-7	29,74	30,86	6	1,88	0,12%
	String 3-6-8	23,74	24,86	6	1,52	0,10%
	String 3-6-9	17,75	18,86	6	1,15	0,08%
	String 3-6-10	11,74	12,86	6	0,78	0,05%
	String 3-6-11	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-6-12	12,15	13,26	6	0,81	0,05%
	String 3-6-13	18,15	19,26	6	1,17	0,08%
	String 3-6-14	24,15	25,26	6	1,54	0,10%
	String 3-6-15	30,15	31,26	6	1,91	0,13%
	String 3-6-16	36,15	37,26	6	2,27	0,15%
	String 3-6-17	42,15	43,26	6	2,64	0,18%
	String 3-6-18	48,15	49,26	6	3,00	0,20%
	String 3-6-19	54,15	55,26	6	3,37	0,22%
	String 3-6-20	66,15	67,26	6	4,10	0,27%
	String 3-6-21	72,15	73,26	6	4,47	0,30%
	String 3-6-22	78,15	79,26	6	4,83	0,32%
	String 3-6-23	33,03	34,18	6	2,08	0,14%
	String 3-6-24	39,07	40,18	6	2,45	0,16%
DC Combiner 3-7	String 3-7-1	41,19	42,30	6	2,58	0,17%
	String 3-7-2	55,47	56,58	6	3,45	0,23%
	String 3-7-3	35,20	36,31	6	2,21	0,15%
	String 3-7-4	49,48	50,59	6	3,09	0,20%
	String 3-7-5	29,20	30,31	6	1,85	0,12%
	String 3-7-6	43,49	44,60	6	2,72	0,18%
	String 3-7-7	23,20	24,31	6	1,48	0,10%
	String 3-7-8	37,51	38,62	6	2,36	0,16%
	String 3-7-9	17,21	18,32	6	1,12	0,07%
	String 3-7-10	31,52	32,63	6	1,99	0,13%
	String 3-7-11	11,21	12,32	6	0,75	0,05%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
	String 3-7-12	25,53	26,64	6	1,62	0,11%
	String 3-7-13	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-7-14	15,07	16,18	6	0,99	0,07%
	String 3-7-15	11,61	12,73	6	0,78	0,05%
	String 3-7-16	21,10	22,21	6	1,35	0,09%
	String 3-7-17	17,62	18,73	6	1,14	0,08%
	String 3-7-18	27,11	28,22	6	1,72	0,11%
	String 3-7-19	23,62	24,73	6	1,51	0,10%
	String 3-7-20	33,12	34,23	6	2,09	0,14%
	String 3-7-21	29,62	30,74	6	1,87	0,12%
	String 3-7-22	39,13	40,24	6	2,45	0,16%
	String 3-7-23	35,63	36,74	6	2,24	0,15%
	String 3-7-24	41,63	42,74	6	2,61	0,17%
DC Combiner 3-8	String 3-8-1	18,97	20,08	6	1,22	0,08%
	String 3-8-2	12,97	14,08	6	0,86	0,06%
	String 3-8-3	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-8-4	12,57	13,68	6	0,83	0,06%
	String 3-8-5	18,57	19,68	6	1,20	0,08%
	String 3-8-6	24,57	25,68	6	1,57	0,10%
	String 3-8-7	30,57	31,68	6	1,93	0,13%
	String 3-8-8	36,57	37,68	6	2,30	0,15%
	String 3-8-9	42,57	43,68	6	2,66	0,18%
	String 3-8-10	80,33	81,44	6	4,97	0,33%
	String 3-8-11	74,34	75,45	6	4,60	0,31%
	String 3-8-12	68,34	69,46	6	4,24	0,28%
	String 3-8-13	62,35	63,46	6	3,87	0,26%
	String 3-8-14	56,36	57,47	6	3,50	0,23%
	String 3-8-15	50,83	51,95	6	3,17	0,21%
	String 3-8-16	44,83	45,95	6	2,80	0,19%
	String 3-8-17	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-8-18	44,43	45,55	6	2,78	0,18%
	String 3-8-19	50,43	51,55	6	3,14	0,21%
	String 3-8-20	56,43	57,55	6	3,51	0,23%
	String 3-8-21	62,43	63,55	6	3,88	0,26%
	String 3-8-22	68,43	69,55	6	4,24	0,28%
	String 3-8-23	74,43	75,55	6	4,61	0,31%
	String 3-8-24	48,57	49,68	6	3,03	0,20%
DC Combiner 3-9	String 3-9-1	42,96	44,07	6	2,69	0,18%
	String 3-9-2	74,83	75,94	6	4,63	0,31%
	String 3-9-3	36,96	38,07	6	2,32	0,15%
	String 3-9-4	68,83	69,94	6	4,27	0,28%
	String 3-9-5	30,96	32,07	6	1,96	0,13%
	String 3-9-6	62,82	63,93	6	3,90	0,26%
	String 3-9-7	24,96	26,07	6	1,59	0,11%
	String 3-9-8	56,82	57,93	6	3,53	0,23%
	String 3-9-9	18,96	20,07	6	1,22	0,08%
	String 3-9-10	50,82	51,93	6	3,17	0,21%
	String 3-9-11	12,96	14,07	6	0,86	0,06%
	String 3-9-12	44,82	45,93	6	2,80	0,19%
	String 3-9-13	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-9-14	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-9-15	12,56	13,67	6	0,83	0,06%
	String 3-9-16	43,83	44,94	6	2,74	0,18%
	String 3-9-17	18,55	19,67	6	1,20	0,08%
	String 3-9-18	49,82	50,93	6	3,11	0,21%
	String 3-9-19	24,55	25,67	6	1,57	0,10%
	String 3-9-20	55,81	56,92	6	3,47	0,23%
	String 3-9-21	30,55	31,67	6	1,93	0,13%
	String 3-9-22	61,80	62,91	6	3,84	0,25%
	String 3-9-23	67,79	68,90	6	4,20	0,28%
	String 3-9-24	73,78	74,89	6	4,57	0,30%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable + (m)	Longitud cable - (m)	S (mm2)	ΔV (V)	ΔV (%)
DC Combiner 3-10	String 3-10-1	53,42	54,53	6	3,33	0,22%
	String 3-10-2	47,42	48,53	6	2,96	0,20%
	String 3-10-3	41,41	42,53	6	2,59	0,17%
	String 3-10-4	35,41	36,52	6	2,23	0,15%
	String 3-10-5	29,41	30,52	6	1,86	0,12%
	String 3-10-6	23,41	24,52	6	1,50	0,10%
	String 3-10-7	17,41	18,52	6	1,13	0,08%
	String 3-10-8	41,58	40,47	6	2,54	0,17%
	String 3-10-9	11,41	12,52	6	0,76	0,05%
	String 3-10-10	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-10-11	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 3-10-12	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 3-10-13	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 3-10-14	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 3-10-15	35,12	36,23	6	2,21	0,15%
	String 3-10-16	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 3-10-17	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 3-10-18	54,99	56,10	6	3,42	0,23%
	String 3-10-19	60,98	62,10	6	3,79	0,25%
	String 3-10-20	66,98	68,10	6	4,15	0,28%
	String 3-10-21	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
	String 3-10-22	72,98	74,10	6	4,52	0,30%
	String 3-10-23	47,12	48,23	6	2,94	0,20%
	String 3-10-24	78,98	80,09	6	4,88	0,32%
DC Combiner 3-11	String 3-11-1	29,39	30,50	6	1,86	0,12%
	String 3-11-2	61,26	62,37	6	3,80	0,25%
	String 3-11-3	23,39	24,50	6	1,49	0,10%
	String 3-11-4	55,25	56,37	6	3,44	0,23%
	String 3-11-5	17,39	18,50	6	1,13	0,07%
	String 3-11-6	49,25	50,37	6	3,07	0,20%
	String 3-11-7	81,12	82,23	6	5,01	0,33%
	String 3-11-8	11,39	12,50	6	0,76	0,05%
	String 3-11-9	43,25	44,36	6	2,71	0,18%
	String 3-11-10	75,12	76,23	6	4,65	0,31%
	String 3-11-11	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-11-12	32,57	33,68	6	2,05	0,14%
	String 3-11-13	64,43	65,55	6	4,00	0,27%
	String 3-11-14	11,12	12,23	6	0,75	0,05%
	String 3-11-15	42,99	44,10	6	2,69	0,18%
	String 3-11-16	74,85	75,96	6	4,63	0,31%
	String 3-11-17	17,12	18,23	6	1,11	0,07%
	String 3-11-18	48,99	50,10	6	3,06	0,20%
	String 3-11-19	80,85	81,96	6	5,00	0,33%
	String 3-11-20	23,12	24,23	6	1,48	0,10%
	String 3-11-21	54,98	56,10	6	3,42	0,23%
	String 3-11-22	29,12	30,23	6	1,84	0,12%
	String 3-11-23	60,98	62,10	6	3,79	0,25%
	String 3-11-24	41,12	42,23	6	2,58	0,17%
DC Combiner 3-12	String 3-12-1	11,41	12,52	6	0,76	0,05%
	String 3-12-2	0,70	1,81	6	0,11	0,01%
	String 3-12-3	49,16	50,27	6	3,07	0,20%
	String 3-12-4	55,16	56,27	6	3,43	0,23%
	String 3-12-5	61,15	62,26	6	3,80	0,25%

La caída de tensión máxima es del **0,59 %,** valor inferior al 1,5 % establecido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

3.1.3. 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:

$$1{,}5 \cdot I_{sc}(STC) \leq I_n \leq 2{,}4 \cdot I_{sc}(STC)$$

Escogiendo un ratio de 1,5, el fusible debe soportar por lo menos:

Tabla 18: Fusible seleccionado

$I_{sc(STC)}$ [A]	$I_{fusible\ rama}$ [A]	Fusible [A]
12,53	18,80	**20**

Se propone utilizar fusibles de protección para las ramas de tipo gPV del calibre mostrado en la tabla, lo que garantiza el corte del circuito antes de que el conductor supere la intensidad máxima admisible por el cable.

3.1.4. 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 serán los mostrados en la Tabla 19.

Tabla 19: Características del conductor de corriente continua rama – CSP

ELEMENTO	TRAMO	Imax
ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 6 Cu	Ramas – CSP	57 A
Fusible gPV 1500 V_{DC}	Rama	20 A

3.2. TRAMO CSP – INVERSOR

El inversor, alojado en la Power Station, se encuentra ubicado aproximadamente en el centro de cada bloque de potencia para evitar caídas de tensión elevadas. Las zanjas que albergan el cableado que une las CSP con el inversor pueden ser compartidas en algunos tramos por la conexión de varias CSP.

Se han dimensionado los cables y protecciones para el caso más restrictivo de agrupación de cables existente en el PFV.

3.2.1. Cálculo por criterio de la intensidad máxima admisible

La intensidad máxima será la de cortocircuito (I_{SC}) cuando la temperatura del módulo es máxima, que se considera a 70 ºC.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

$$I_{\max CSP\ i}(T_c^{max}) = N_{ramas} \cdot I_{sc}(+70ºC)$$

Tabla 20: Intensidad máxima por CSP

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
ISC (70ºC) (A)	12,81			
Nº ramas	24	21	17	7
Imáx CSP (Tc máx) (A)	307,49	269,05	217,80	89,68

La ITC-BT-40 indica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador:

$$I_{cables\ CSP\ i} \geq 1{,}25 \cdot I_{\max CSP\ i}(T_c^{max})$$

Tabla 21: dimensionamiento cables CSP

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Imáx CSP (Tc máx) (A)	307,49	269,05	217,80	89,68
Icables CSP (A)	384,36	336,31	272,25	112,10

Además de este valor, se tienen que tener en cuenta las características de la instalación (factor de corrección para agrupaciones, temperatura del terreno, temperatura de funcionamiento de los paneles en régimen permanente y resistividad del terreno).

Tabla 22: características de dimensionamiento de la instalación

Cables en contacto[3]	Factor de agrupamiento[3]	Tª terreno [ºC]	Tª funcionamiento módulos FV [ºC]	Resistividad terreno [K m/W]
10	0,48	25	70	1,5

[3] Caso más restrictivo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 23: Tabla A.9.2. UNE 211435:2007

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí) Grupos dispuestos en un plano horizontal					
	Cables directamente soterrados Distancias entre grupos en mm				
Circuitos agrupados	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Por lo que el cable deberá soportar por lo menos:

$$I_{cables\ CSP\ i} \leq Factor\ agrupamiento \cdot I_{\max\_admisible}$$

Tabla 24: Intensidad máxima admisible

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Factor corrector por agrupamiento	0,48			
Icables CSP_i (A)	384,36	336,31	272,25	112,10
Imáx admisible CSP_i (A)	800,75	700,65	567,19	233,55

Se proponen cables de tipo XZ1 de aluminio con aislamiento (0,6/1 kV), directamente soterrados para la conexión entre las CSP e inversor, de las siguientes secciones e intensidades:

Tabla 25: Secciones de cables propuestas según criterio de intensidad máxima admisible

SECCIÓN NOMINAL [mm^2]	I_máx admisible enterrado directamente o bajo tubo a 25 ºC [A]
2 x 240	680
2 x 400	890

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 26: Cables HARMOHNY XZ1 Al (S). Tensión: 0,6/1 kV[4]

					40ºC	25ºC	V cosφ=0.8	V cosφ=1
	mm2	mm	kg/km	mm	A	A	V/A.km	V/A.km
1690111	1x16	8,5	90	35	66	74	3,498	4,241
1690112	1x25	10,1	130	40	88	95	2,234	2,665
1690113	1x35	11,4	165	45	100	110	1,639	1,928
1690114	1x50	12,3	205	50	125	135	1,233	1,423
1690115	1x70	13,8	270	55	160	165	0,876	0,984
1690116	1x95	15,7	355	65	200	200	0,654	0,711
1690117	1x120	17,6	435	70	235	225	0,534	0,562
1690118	1x150	19,2	530	80	290	260	0,449	0,457
1690119	1x185	21,1	655	85	335	295	0,373	0,364
1690120	1x240	24,1	840	100	390	340	0,303	0,278
1690121	1x300	26,5	1025	135	455	385	0,257	0,222
1690122	1x400	29,6	1325	150	540	445	0,217	0,173

3.2.2. Cálculos por criterio de máxima caída de tensión

Los cálculos son análogos a los realizados por criterio de máxima caída de tensión en el tramo entre ramas y CSP. Para este PFV existen 3 bloques de potencia (denominadas Power Stations): 2 bloques de 3,38 MVA y 1 bloque de 5,775 MVA. A estos bloques de potencia se conectan las CSP.

Las CSP están distribuidas de la forma más uniformemente posible según se dispone en la Tabla 17, donde se muestran las características de los diferentes bloques de potencia:

Tabla 27: Características para los bloques de 3,38 MVA y 5,775 MVA

Características bloque 3,38 MVA	
Número de bloques en el PFV	2
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	7.588
Módulos en serie	28
Ramas en paralelo	271
Bloques C.S.P	12 (11 CSP A + 1 CSP D)
Seguidor a 1 eje 1V28	271
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)
Fusibles protección inversor	12 x (160/500 A, 1.500 V)
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	3,38
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	3.831,94

[4] Fuente: General Cable

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Características bloque 5,775 MVA		
	Inversor 2,31 MVA	**Inversor 3,465 MVA**
Número de bloques en el PFV	1	1
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	5.292	7.868
Módulos en serie	28	
Ramas en paralelo	189	281
Bloques C.S.P	8 (7 CSP A + 1 CSP B)	12 (11 CSP A + 1 CSP C)
Seguidor a 1 eje 1V28	189	281
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)	
Fusibles protección inversor	8 x (425/500 A, 1.500 V)	12 x (400/500 A, 1.500 V)
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	2,31	3,465
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	2.672,46	3.973,34

La siguiente tabla muestra las caídas de tensión desde las CSP hasta las Power Station tipo, así como la sección de cable seleccionada para cada tramo entre CSP e inversor. Los cálculos en detalle se realizarán durante el proyecto constructivo.

Tabla 28: Caída tensión C.S.P. – Power Station

De	Hasta	Longitud cable (m)	S (mm2)	ΔV (V) CSP - Inv	ΔV (%) CSP - Inv	ΔV Max. String - CSP (%)	ΔV Max. String - Inversor (%)
Central Inverter 1	DC Combiner 1-1	260,33	2 x 400	5,18	0,43%	0,55%	0,98%
	DC Combiner 1-2	109,41	2 x 400	2,18	0,18%	0,40%	0,58%
	DC Combiner 1-3	80,06	2 x 400	1,59	0,13%	0,33%	0,46%
	DC Combiner 1-4	90,20	2 x 400	1,79	0,15%	0,40%	0,54%
	DC Combiner 1-5	66,64	2 x 400	1,33	0,11%	0,30%	0,41%
	DC Combiner 1-6	158,68	2 x 400	3,16	0,26%	0,49%	0,76%
	DC Combiner 1-7	274,52	2 x 400	5,46	0,45%	0,57%	1,02%
	DC Combiner 1-8	254,63	2 x 400	5,07	0,42%	0,44%	0,86%
	DC Combiner 1-9	186,64	2 x 400	3,71	0,31%	0,36%	0,67%
	DC Combiner 1-10	135,82	2 x 400	2,70	0,22%	0,40%	0,62%
	DC Combiner 1-11	57,82	2 x 400	1,15	0,10%	0,34%	0,43%
	DC Combiner 1-12	94,38	2 x 400	1,88	0,16%	0,59%	0,74%
	DC Combiner 1-13	38,98	2 x 400	0,78	0,06%	0,40%	0,47%
	DC Combiner 1-14	152,99	2 x 400	3,04	0,25%	0,51%	0,77%
	DC Combiner 1-15	256,99	2 x 400	5,11	0,42%	0,43%	0,85%
	DC Combiner 1-16	172,94	2 x 400	3,44	0,29%	0,36%	0,64%
	DC Combiner 1-17	205,03	2 x 400	4,08	0,34%	0,42%	0,76%
	DC Combiner 1-18	212,58	2 x 400	4,23	0,35%	0,43%	0,79%
	DC Combiner 1-19	50,98	2 x 240	1,48	0,12%	0,73%	0,85%
	DC Combiner 1-20	258,32	2 x 240	6,07	0,50%	0,09%	0,59%
Central Inverter 2	DC Combiner 2-1	112,74	2 x 400	2,24	0,19%	0,40%	0,58%
	DC Combiner 2-2	34,74	2 x 400	0,69	0,06%	0,37%	0,43%
	DC Combiner 2-3	86,47	2 x 400	1,72	0,14%	0,40%	0,54%
	DC Combiner 2-4	179,29	2 x 400	3,57	0,30%	0,43%	0,73%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

De	Hasta	Longitud cable (m)	S (mm2)	ΔV (V) CSP - Inv	ΔV (%) CSP - Inv	ΔV Max. String - CSP (%)	ΔV Max. String - Inversor (%)
	DC Combiner 2-5	80,23	2 x 400	1,60	0,13%	0,38%	0,51%
	DC Combiner 2-6	85,30	2 x 400	1,70	0,14%	0,43%	0,57%
	DC Combiner 2-7	154,42	2 x 400	3,07	0,25%	0,54%	0,80%
	DC Combiner 2-8	15,36	2 x 400	0,31	0,03%	0,40%	0,43%
	DC Combiner 2-9	109,05	2 x 400	2,17	0,18%	0,39%	0,57%
	DC Combiner 2-10	53,47	2 x 400	1,06	0,09%	0,47%	0,56%
	DC Combiner 2-11	81,35	2 x 400	1,62	0,13%	0,40%	0,54%
	DC Combiner 2-12	202,43	2 x 240	1,96	0,16%	0,09%	0,25%
Central Inverter 3	DC Combiner 3-1	178,27	2 x 400	3,55	0,29%	0,37%	0,66%
	DC Combiner 3-2	110,41	2 x 400	2,20	0,18%	0,31%	0,49%
	DC Combiner 3-3	106,65	2 x 400	2,12	0,18%	0,40%	0,57%
	DC Combiner 3-4	46,07	2 x 400	0,92	0,08%	0,37%	0,44%
	DC Combiner 3-5	54,83	2 x 400	1,09	0,09%	0,50%	0,59%
	DC Combiner 3-6	38,79	2 x 400	0,77	0,06%	0,39%	0,46%
	DC Combiner 3-7	108,22	2 x 400	2,15	0,18%	0,28%	0,46%
	DC Combiner 3-8	76,09	2 x 400	1,51	0,13%	0,40%	0,53%
	DC Combiner 3-9	35,84	2 x 400	0,71	0,06%	0,38%	0,43%
	DC Combiner 3-10	99,30	2 x 400	1,98	0,16%	0,40%	0,56%
	DC Combiner 3-11	135,07	2 x 400	2,69	0,22%	0,41%	0,63%
	DC Combiner 3-12	226,06	2 x 240	2,19	0,18%	0,31%	0,49%

La suma de caída de tensión estimada en corriente continua desde las ramas hasta el inversor es inferior al 1,5%, como se muestra en la tabla:

Tabla 29: Resumen caída tensión rama – inversor

Inversor	ΔV Max. String - Inversor (%)
Central Inverter 1	1,12%
Central Inverter 2	0,85%
Central Inverter 3	0,73%

3.2.3. Cálculo de las protecciones

La norma UNE-HD 60364-7-712:2017 indica que la corriente máxima del fusible de las CSP debe estar comprendida entre:

$$1{,}5 \cdot I_{sc_{CSP\,i}}(STC) \leq I_n \leq 2{,}4 \cdot I_{sc\_CSP\,i}(STC)$$

Se escoge un ratio de 1,5, por lo que el fusible de cada CSP debe soportar, por lo menos:

$$I_{fusible\_CSP\,i} \geq 1{,}5 \cdot I_{máx\ CSP\ i\ (T_C\ máx)}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 30: Fusibles protección CSPs

Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Imáx CSP (Tc máx) (A)	307,49	269,05	217,80	89,68
Imin FUSIBLE CSPs (A)	461,23	403,58	326,70	134,53
Fusible gPV 1500 VDC (A)	500	425	400	160

Por lo tanto, se propone utilizar fusibles de protección para las CSP de tipo gPV de los valores anteriormente mostrados, lo que garantiza el corte del circuito antes de que los conductores superen la intensidad máxima admisible por el cable.

3.2.4. 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 31.

Tabla 31: Características del conductor de corriente continua CSP – inversor

ELEMENTO	TRAMO	Imax
2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 Al)	CSP - inversor	680 A
2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 400 Al)	CSP - inversor	890 A
Fusible gPV 1.500 V DC	CSP	250, 400, 500 A

3.3. RESUMEN DE LOS CONDUCTORES Y PROTECCIONES SELECCIONADOS

Se recogen en la Tabla 32 se muestra a selección de cables y protecciones necesarios resultantes de los cálculos anteriores:

Tabla 32. Conductores y protecciones de BT en CC del PFV

PFV La Bardina 1 y su ampliación	
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	28.336
Módulos en serie	28
Ramas en paralelo	1.012
Bloques CSP	44 (40 Tipo A + 1 Tipo B + 1 Tipo C + 2 Tipo D)
Cable Rama – CSP	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 6 Cu
Fusibles gPV protección rama	1.012 x (20 A, 1.500 V)
Cable CSP - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)
Fusibles gPV protección CSP	40 x (500 A, 1.500 V) 1 x (425 A, 1.500 V) 1 x (400 A, 1.500 V) 2 x (160 A, 1.500 V)
Potencia (MW) / Potencia en inversores (MVA) / Potencia pico (MWp)	11 / 12,535 / 14,309

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

4. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

Los 11 MW del PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN están conectados en dos circuitos eléctricos, que unen los 3 bloques de potencia con el Centro de Entrega. En total suman un total de 12,535 MVA de potencia instalada. La potencia se limitará a la capacidad de acceso del PFV (11 MW) mediante el Power Plant Controller, ubicado en el Centro de Entrega.

- Circuito 1: PS3 (3,38 MVA) – PS2 (3,38 MVA) – CE
- Circuito 2: PS1 (5,775 MVA) – CE

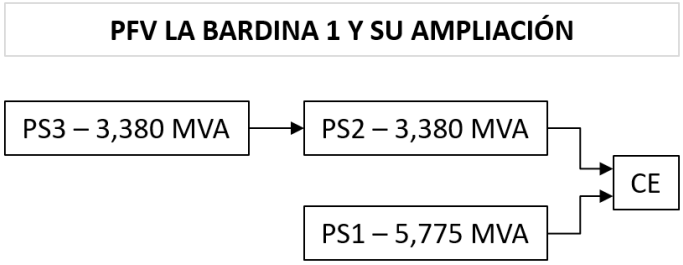


Ilustración 2: Esquema de conexión de la red de MT del PFV

4.1. 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 generada por el PFV (kW)
- V = tensión de línea de evacuación (kV)
- $cos\theta$ = factor de potencia

Tabla 33: Valores de diseño para los cálculos de MT

Potencia máxima generada [kW]	Tensión evacuación [kV]	Factor de potencia
12,535	30	0,95

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

La sección del cable se determina mediante la Tabla 34, 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 34: Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados.[5]

Sección (mm^2)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Esta tabla permite elegir la sección de los conductores en función de la corriente máxima admisible para una instalación enterrada, en base a las siguientes consideraciones:

- Temperatura del terreno: 25 ºC
- Terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar.
- Terreno de resistividad térmica normal (1,5 K m/W)
- Profundidad de la instalación: hasta 18/30 kV, 100 cm

La temperatura máxima de trabajo de los cables está prevista en 90 ºC y la temperatura ambiente que rodea al cable ha sido supuesta en 25 ºC para la instalación enterrada.

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 35:

Tabla 35: Factor de corrección C1, para temperatura del terreno distinta de 25 ºC[6]

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

[5] Fuente: Tabla 6 RD 223/2008 ITC-LAT 06
[6] 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 36.

Tabla 36: Factor de corrección C2 para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K m/W[7]

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 37.

Tabla 37: Factores de corrección C3 para profundidades de instalación distintas de 1m[8]

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

[7] Fuente: Tabla 8 RD 223/2008 ITC-LAT 06
[8] Fuente: 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en la Tabla 38.

Tabla 38: Factor de corrección C4 por distancia entre ternos o cables tripolares[9]

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 ates mencionados, viene dada por la expresión:

$$I_{max} = N \cdot I_{cond} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4$$

Siendo:

- N: número de conductores en paralelo.
- I_{cond}: Intensidad máxima admisible del cable (Tabla 34).
- C_1: Coeficiente de corrección según la temperatura del terreno (Tabla 35)
- C_2: Coeficiente de corrección según la resistividad térmica del terreno (Tabla 36)
- C_3: Coeficiente de corrección según profundidad de instalación (Tabla 37)
- C_4: Coeficiente de corrección para agrupamiento de cables (Tabla 38)

En este caso, los cables están directamente enterrados a una profundidad de 1 m y separados entre sí una distancia inferior a 0,2 m. La temperatura del terreno ha sido supuesta en 25 ºC y la resistividad térmica normal (1,5 K m/W). Así, los coeficientes C_1, C_2 y C_3 tienen valor de la unidad.

En algunos tramos los conductores pueden compartir zanja, por lo que la expresión quedará reducida a:

[9] 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

$$I_{max} = N \cdot I_{cond} \cdot C_4$$

Esta intensidad varía en función del tramo y la selección de conductores atiende también a los criterios de máxima caída de tensión y pérdidas de potencia, tal y como se muestra a continuación (ver Imax en la Tabla 39).

4.2. 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 sobre la nominal. La caída de tensión se calcula mediante la siguiente ecuación, aplicada a la casuística del parque fotovoltaico en la Tabla 39.

$$\Delta U(V) = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot cos\Phi + X \cdot sen\Phi) \cdot L \qquad \Delta V(\%) = \frac{\Delta U(V)}{V_{linea}} . 100$$

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 por fase y por kilómetro (Ω/km)
- Φ : Angulo de desfase (°)
- L : Longitud de la línea (km)
- V_{linea} : Tensión de la línea de evacuación (V)

Tabla 39: Caídas de tensión en circuito de evacuación de MT del PFV hasta el CE

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada MW	Intensidad Acumulada A	Long km	Nº Ternas.	Sección mm²	Imax A	R Ω/km	X Ω/km	Caída tensión %
1	PS3 - PS2	3,38	136,9	0,21	1	240	345,0	0,161	0,119	0,06%
	PS2 - CE	6,76	273,9	1,78	1	400	364,9	0,1	0,101	0,71%
2	PS1 - CE	5,78	234,0	0,33	1	240	345,0	0,161	0,119	0,17%
TOTAL Circuito1		**12,54**								**0,94%**

TOTAL PFV	**12,54**	**MW**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Se puede ver que la máxima caída de tensión es de **0,94%,** valor que se encuentra por debajo del límite establecido del 2%.

4.3. 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.

$$P\% = \frac{100 \cdot R_k \cdot P_{act}}{U^2 \cdot \cos^2 \vartheta} \cdot L \qquad P_p = 100 \cdot \frac{P\%}{s}$$

Donde:

- R_k = Resistencia de la línea (Ω/km).
- P_{act} = Potencia activa de la línea (kW)
- L = Longitud de la línea (km)
- U = Tensión de la línea (kV)
- Cos θ = Factor de potencia
- S = Potencia aparente (kVA)

Aplicando las fórmulas anteriores al caso que nos ocupa:

Tabla 40: Pérdidas de potencia en circuito de evacuación de MT del PFV hasta el CE

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada	Intensidad acumulada	Long.	Nº ternas	Sección	Imax	Pérdida potencia	
		MW	A	km		mm²	A	%	kW
1	PS3 - PS2	3,38	136,9	0,21	1	240	345,0	0,05%	1,86
	PS2 - CE	6,76	273,9	1,78	1	400	364,9	0,59%	39,95
2	PS1 - CE	5,78	234,0	0,33	1	240	345,0	0,15%	8,59
TOTAL Circuito1		**12,54**						**0,40%**	**50,40**

TOTAL PFV	**12,54**	**MW**	**0,40%**	**50,40**

Se puede ver que la pérdida de potencia total es de **0,40 %,** valor inferior al límite establecido del 0,5 %.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

4.4. CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se toman como referencia los límites de intensidad que se cita a continuación:

- A efectos del diseño, especificación y construcción de las instalaciones, sin perjuicio del cumplimiento de los valores establecidos para la aparamenta, las Icc a considerar serán, en MT, 16 kA (I corta duración); 40 kA (I cresta).
- Por su parte, en puntos de muy elevada potencia de cortocircuito, deberá considerarse 20 kA (I corta duración); 50 kA (I cresta).

No obstante, en caso de conocerse la potencia de cortocircuito de nudo en el punto de conexión, se calculará la intensidad de referencia a partir de la siguiente expresión:

$$I_{CC\ nudo} = \frac{S_{CC\ nudo}}{\sqrt{3} \cdot V_{nudo}}$$

Donde

- $S_{CC\ nudo} = 650\ MVA$, potencia de cortocircuito de nudo en el punto de conexión
- $V_{nudo} = 15\ kV$, nivel de tensión en el punto de conexión

Se ha obtenido el valor de $\boldsymbol{I_{CC\ nudo}}$ = **25,02 kA**. 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 a 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 41”. 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} = 0,5 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 = 133 A/mm^2
- S (mm^2): sección del conductor.

Según el RD 223/2008, “Los valores típicos para la duración de un cortocircuito, a tener en cuenta para el diseño son de 0,5 s para conductores de fase y cables de tierra, y de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

1,0 s para herrajes y accesorios de línea". Se toma el valor de 0,5 s, debiendo ser los elementos de protección dimensionados acordes a dicho duración de cortocircuito.

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, $\Delta T(ºC) = T_{cc} - T_s = 160$, y un valor de $t_{cc} = 0,5$ s, tal y como se puede ver en la Tabla 41. Así, se tiene K = 133 A/mm^2.

Tabla 41: Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm^2, para conductores de Al. [10]

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 mm^2	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm^2	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:

$$\sqrt{\frac{ln\left(\frac{T_{cc}+\beta}{T_i+\beta}\right)}{ln\left(\frac{T_{cc}+\beta}{T_s+\beta}\right)}}$$

donde $\beta = 228$ para el aluminio

$$T_i = T_{amb} + (T_s - T_{amb}) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

donde:

- T_i (ºC): temperatura inicial de cortocircuito del conductor en régimen permanente

[10] 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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 42:

$$I_{cc} = \frac{KS}{\sqrt{t_{cc}}} \cdot \sqrt{\frac{ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_i + \beta}\right)}{ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_s + \beta}\right)}}$$

Tabla 42: Intensidad de cortocircuito de los conductores

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada MW	Intensidad acumulada A	Ti ºC	Factor de corrección	Nº ternas	Sección mm²	Imax A	Icc kA
1	PS3 - PS2	3,38	136,9	35,2	1,21	1	240	345,0	54,6
	PS2 - CE	6,76	273,9	61,6	1,11	1	400	364,9	83,4
2	PS1 - CE	5,78	234,0	54,9	1,13	1	240	345,0	51,2

Los valores de intensidad de cortocircuito obtenidos son en todos los tramos superiores a los 25,02 kA que puede soportar la red. Se puede decir por tanto que los cables seleccionados son aptos para la instalación, ya que también cumplen con la condición de intensidad de cortocircuito.

4.5. CONDUCTORES SELECCIONADOS

Teniendo en cuenta los criterios anteriores (criterio por intensidad máxima admisible por calentamiento, por la caída de tensión, por pérdidas de potencia y por 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 18/30 kV 3 x 1 x 240 Al

RHZ1 18/30 kV 3 x 1 x 400 Al

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Las principales características de los cables del circuito de media tensión son:

- Tensión nominal simple 12 kV
- Tensión nominal entre fases 20 kV
- Tensión máxima entre fases 24 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo 120 kV
- Temp. máxima admisible en el conductor en servicio permanente 90 ºC
- Temp. máxima admisible en el conductor en cortocircuito 250 ºC

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, de las características siguientes (Tabla 43 e Ilustración 3):

Tabla 43: Características eléctricas cables MT. Fuente Prysmian: Cable Al Voltalene H Compact (Normalizado por Endesa, nuevo diseño) Al RH5Z1 12/20 kV, 18/30 kV

Características eléctricas					
18/30 kV	Imax máxima bajo tubo enterrado (A)	Imax admisible directamente enterrado (A)	Imax admisible al aire (A)	Imax de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Imax de cortocircuito en la pantalla durante 1 s (A)
1 x 95	190	205	255	8.930	2.690
1 x 150	245	260	335	14.100	2.990
1 x 240	**320**	**345**	**455**	**22.560**	**3.440**
1 x 400	**415**	**445**	**610**	**37.600**	**3.890**
1 x 630	545	575	830	59.220	4.630

Características dimensionales				
18/30 kV	Nominal aislamiento (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Nominal exterior (mm)	Espesor cubierta (mm)
1 x 95	25,7	6,4	33,6	2
1 x 150	28,5	6,4	36,4	2
1 x 240	**32,6**	**6,4**	**40,5**	**2**
1 x 400	**38**	**6,4**	**46**	**2**
1 x 630	45,3	6,4	53,4	3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tipo: AL RH5Z1
Tensión: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma de diseño: IEC 60502-2, G3 DND003 (en lo aplicable)

Composición:

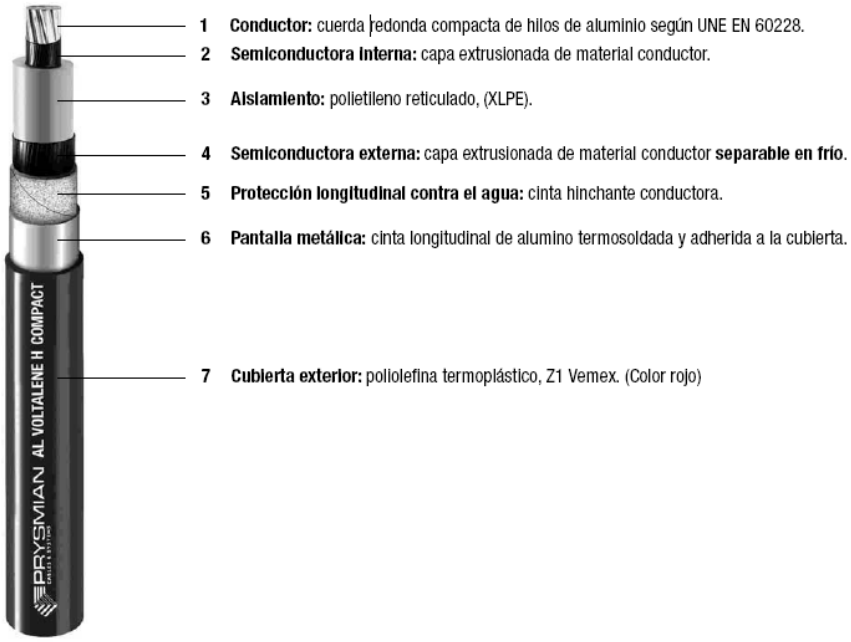


Ilustración 3: Cable red MT. Fuente: Prysmian Cable Al Voltalene H Compact (Normalizado por Endesa, nuevo diseño) Al RH5Z1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

5. ANÁLISIS P-Q EN EL PUNTO DE CONEXIÓN. JUSTIFICACIÓN DEL NÚMERO DE INVERSORES

5.1. ANTECEDENTES Y BASE LEGAL

El 1 de agosto de 2020 se aprobó la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red, necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.

El 3 de noviembre de 2020, AELEC y REE publicaron la versión 2.0 de la Norma Técnica de Supervisión (NTS) de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631.

De acuerdo a dichos documentos se establecerán una serie de valores o rangos de funcionamiento para las centrales de generación de energía.

Algunos de los parámetros contemplados en la norma son:

- Requerimientos de Carga/Velocidad y/o Frecuencia/Potencia:

  Se requerirá que toda central fotovoltaica sea capaz de operar de manera estable conectada a la red y entregando potencia activa bajo la acción de su Controlador de Carga/Velocidad o Frecuencia/Potencia para variaciones de frecuencia dentro de los límites de operación en sobrefrecuencia y subfrecuencia, al menos durante los tiempos que se establezcan en dicha NTS.

- Requerimientos de estabilidad de tensión:

  El diseño de la central solar fotovoltaica tendrá que adaptarse a los requerimientos de estabilidad que establece la NTS.

- Requerimientos de inyección de potencia:

  Se asegurará que la central puede operar de forma permanente entregando o absorbiendo potencia reactiva en el Punto de Conexión a la red (PCR), siempre y cuando esté disponible su recurso primario, para tensiones en el rango de Estado Normal, en los casos particulares que indique la NTS.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

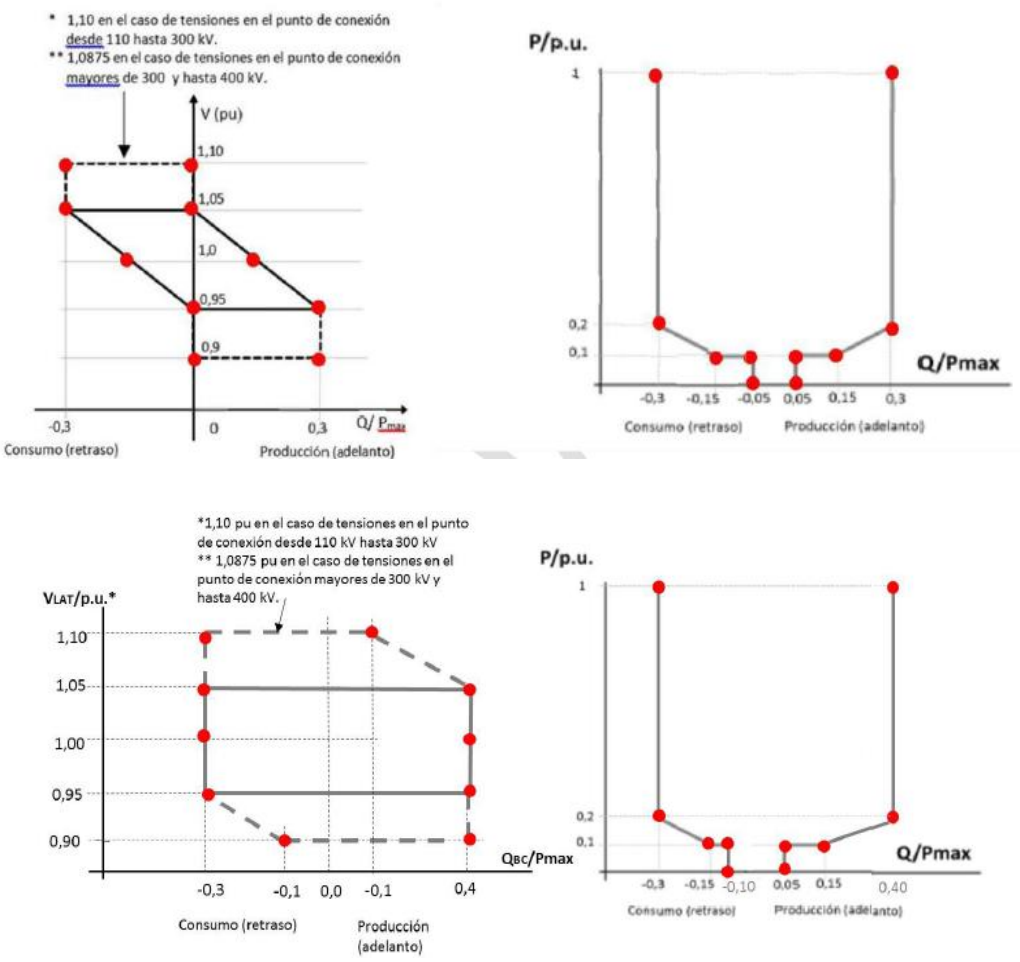


Ilustración 4: Diagrama U-Q/Pmax para módulos de generación con punto de conexión independiente (arriba) y con punto de conexión compartido (abajo). Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631

Este último requisito es el que condiciona en gran medida la elección del número de inversores a instalar en el proyecto. De acuerdo con la NTS, la central de generación de energía debe ser capaz de entregar una potencia reactiva igual al 30% de inductiva y 30% o 40%[11] de capacitiva de su potencia activa máxima.

5.2. TIPOS DE MÓDULOS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

a) Tipo A: módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya potencia instalada sea igual o superior a 0,8 kW e igual o inferior a 100kW.

[11] Este valor límite requerido en PCR depende del tipo de instalación. Se tiene 30% para instalaciones con PCR independiente, y 40% en instalaciones con PCR compartido con otras instalaciones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

b) Tipo B: módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya potencia instalada sea superior a 100kW e igual o inferior a 5 MW.

c) Tipo C: módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya potencia instalada sea superior a 5 MW e igual o inferior a 50 MW.

d) Tipo D: módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea igual o superior a 110 kV o cuya potencia instalada sea superior a 50 MW.

5.3. REQUISITOS DE CAPACIDAD DE POTENCIA REACTIVA

Como se ha mencionado anteriormente, el factor determinante de la normativa es el requerimiento de inyectar/absorber potencia reactiva.

Para el caso de este PFV, los requisitos son los siguientes:

- La capacidad de potencia reactiva de los módulos de generación síncronos a su capacidad máxima (Pmax), será tal que dentro del rango de tensión 0,95 ≤ V ≤ 1,05 p.u. éstos deberán disponer de la capacidad técnica para generar y absorber potencia reactiva (Q) dentro de un rango mínimo obligatorio de tal manera que modificarán su producción /absorción de potencia reactiva dentro de los límites marcados con línea continua en el diagrama U-Q/Pmax.
- La aportación de la potencia reactiva estará disponible tanto en régimen permanente como en régimen perturbado y se llevará a cabo mediante un control de tensión a consigna de tensión en el punto de conexión, de tal forma que el punto de operación del módulo de generación de electricidad síncrono esté gobernado por un sistema de regulación automática de tensión conocido por sus siglas en inglés como “AVR” (Automatic Voltage Regulator).
- Adicionalmente, los módulos de generación de electricidad síncronos conectados a la red de transporte deberán aportar potencia reactiva dentro de los rangos de tensión que aparecen representados en las extensiones de trazos discontinuos en el diagrama U-Q/Pmax . Esta capacidad adicional se podrá dar en tiempos de respuesta de hasta 1 minuto.
- En el caso de que el módulo de parque eléctrico disponga de un cambiador de tomas en carga para proporcionar la aportación de esta potencia reactiva, se aceptará que las extensiones del diagrama U-Q/Pmax con líneas a trazos se refieran a la capacidad de potencia reactiva con el cambiador de tomas en la toma habitual. Se considerarán, por tanto, aceptables los movimientos de dicho diagrama U-Q/Pmax derivados de la variación de las tomas en carga, sin perjuicio

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

de que el módulo de parque eléctrico deberá adecuar la toma del transformador mientras la tensión del punto de conexión se encuentre fuera del rango 0,95 ≤ V ≤ 1,05 p.u., para proporcionar la potencia reactiva adecuada en el punto de conexión. Esta capacidad derivada del uso del cambiador de tomas en carga se podrá dar en tiempos de respuesta de hasta 1 minuto, sin ser necesario cumplimentar la velocidad de respuesta indicada anteriormente.

5.4. CURVA P-Q DE LOS INVERSORES UTILIZADOS

Para cumplir con los requisitos de estabilidad de la red eléctrica, el sistema de generación debe de ser capaz de compensar la potencia reactiva. Esto se realiza mediante los inversores, dada su capacidad de generación y absorción de potencia reactiva.

La curva de funcionamiento P-Q del inversor utilizado (ver Ilustración 5) muestra los límites de operación del inversor. Dicha curva es simétrica, es decir, los inversores pueden aportar la misma potencia reactiva tanto de manera inductiva como capacitiva. Asimismo, se observa que tiene su límite de generación de energía activa establecido en 1 p.u.

En condiciones normales de funcionamiento los inversores trabajan con factor de potencia 1 y a tensión 1 p.u. No obstante, cuando la red lo requiera, los inversores pueden operar en toda la superficie abarcada bajo la curva P-Q correspondiente.

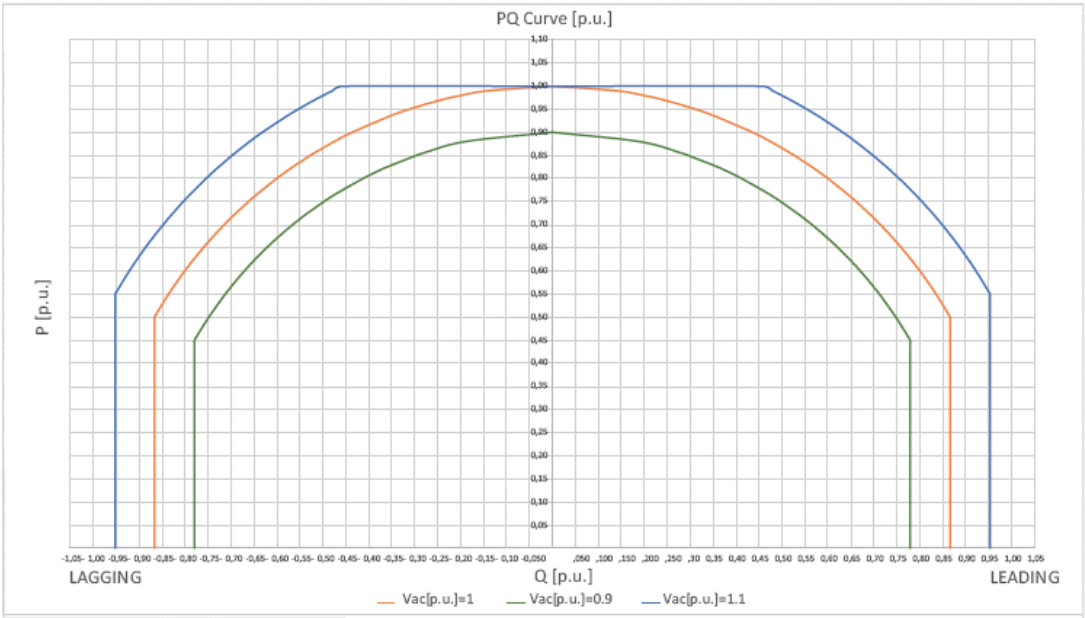


Ilustración 5: Curva P-Q para inversor. Fuente: Power Electronics

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

El caso más desfavorable ocurrirá cuando haya que compensar los efectos inductivos de las instalaciones del parque fotovoltaico y su infraestructura de evacuación (cables de MT y transformadores de los CT del PFV), además de la energía reactiva capacitiva a compensar según el Código de Red, como se muestra en la Ilustración 6.

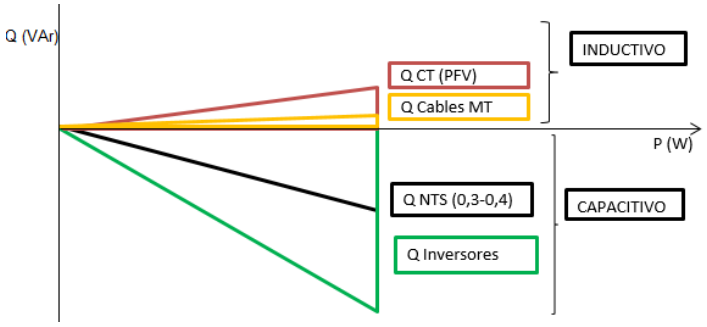


Ilustración 6: Triangulo de potencias con NTS capacitivo

En el siguiente apartado se procede al cálculo de dicha potencia reactiva a compensar así como el número y tipo de inversores necesario para la planta fotovoltaica.

5.5. CÁLCULOS

La potencia Pmax se refiere a la capacidad de acceso del PFV: 11 MW. Por lo tanto, el requerimiento de potencia reactiva en el punto de conexión más restrictivo es de 3,3 MVAr capacitivos (30 % Pmax al tratarse de PCR compartido).

Para calcular el número de inversores necesarios es preciso considerar el comportamiento de la central desde los propios inversores hasta el punto de conexión.

Los valores usados para el análisis son:

- MGE Tipo C.
- Temperatura ambiente de los inversores = 40 ºC.
- Q/Pmáx = 0,3.
- Tensión P.U. = 0,95, 1 y 1,05. El Reglamento permite que para tensiones 1,10 y 0,9 p.u. parte de la respuesta que se obtenga con su utilización se cumplimente con velocidades de respuesta más lentas de hasta 60 segundos.
- Pérdidas entre bornas del inversor y PCR: pérdidas en el cableado de MT y de los CTs de las Power Station. Ver siguiente tabla.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Se consideran 3 casos de diseño: subdimensionado (caso 1), dimensionamiento óptimo (caso 2) y sobredimensionado (caso 3). El resultado del análisis se recoge en la tabla de la página siguiente.

De los tres casos analizados, se descarta el primero ya que no cubre la demanda y requiere una batería de condensadores adicional, y se descarta el tercero porque no aporta ninguna ventaja sobre el caso 2.

Se opta por instalar 1 inversor FS3270K (3.380 kVA a 40ºC), 1 inversor FS2235K (2.310 kVA a 40ºC) y 1 inversor FS3350K (3.465 kVA a 40ºC).

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 (11 MW).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
TALAYA
VISADO Nº: VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 44: Dimensionamiento de los inversores

PFV														
		Tensión 0,95 p.u (+0,3 Cap)			Tensión 1 p.u (+0,15 Cap)			Tensión 1 p.u (-0,15 Ind)			Tensión 1,05 p.u (-0,3 Ind)			Unidades
Datos PFV	Tensión	0,95			1			1			1,05			p.u.
	Capacidad de acceso (P_max)	11.000												kW
	Potencia PFV pico	14.098												kWp
	Potencia inversor tipo 1 (a 40ºC)	3.380			3.380			3.380			3.380			kVA
	Potencia inversor tipo 2 (a 40ºC)	2.310			2.310			2.310			2.310			kVA
	Potencia inversor tipo 3 (a 40ºC)	3.465			3.465			3.465			3.465			kVA
	Número de inversores tipo 1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
	Número de inversores tipo 2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	
	Número de inversores tipo 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Potencia nominal en inversores (P_instalada)	**9.155**	**12.535**	**14.845**	**9.155**	**12.535**	**14.845**	**9.155**	**12.535**	**14.845**	**9.155**	**12.535**	**14.845**	kW
	Potencia máxima (P_max/P_instalada)	1,202	0,878	0,741	1,202	0,878	0,741	1,202	0,878	0,741	1,202	0,878	0,741	p.u.
	cos phi en PCR	0,958	0,958	0,958	0,989	0,989	0,989	0,989	0,989	0,989	0,958	0,958	0,958	
Pérdidas cableado	Pérdidas Potencia activa cableado MT PFV	267,60	297,82	350,55	281,69	313,50	369,01	281,69	313,50	369,01	295,77	329,17	387,46	kW
	Pérdidas Potencia reactiva cableado MT PFV	76,89	85,58	100,73	41,79	46,50	54,74	41,79	46,50	54,74	84,99	94,59	111,33	kVAr Induct.
Código de Red	Potencia reactiva en PCR	3.300	3.300	3.300	1.650	1.650	1.650	-1.650	-1.650	-1.650	-3.300	-3.300	-3.300	kVAr
CTs Power Stations	Xcc Trafo CT	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	%
	%Fe Trafo CT	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	%
	% Pérdidas carga CT PS	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	%
	Potencia reactiva Trafos PS	609	834	987	641	877	1.039	641	877	1.039	641	877	1.039	kVAr Induct.
TOTAL	Potencia reactiva a aportar	3.986	4.219	4.388	2.333	2.574	2.744	-967	-726	-556	-2.574	-2.328	-2.150	kVAr
Inversores	Margen de reactiva en cada PS (hoja de caract. Inversor)	0%	38%	62%	0%	48%	67%	0%	48%	67%	0%	38%	62%	%
	Potencia reactiva aportada por los inversores de las PS	0	4.726	9.238	0	6.007	9.887	0	6.007	9.887	0	4.726	9.238	kVAr
Conclusiones	¿Se cubre la demanda?	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	
	¿Batería de condensadores?	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	Diferencia entre la potencia reactiva instalada y la necesaria	-3.986	507	4.850	-2.333	3.433	7.143	967	6.733	10.443	2.574	7.054	11.387	kVAr
	Sobreinstalación de potencia en inversores instalada	83,2%	114,0%	135,0%	83,2%	114,0%	135,0%	83,2%	114,0%	135,0%	83,2%	114,0%	135,0%	%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

La instalación de puesta a tierra de la planta fotovoltaica está formada por una red que une todas las estructuras eléctricas con un conductor de tierra enterrado bajo zanja, así como la puesta a tierra de centros de transformación, centros de entrega y/o seccionamiento.

Se realizará de acuerdo a 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.

6.1. RED DE TIERRAS EN BAJA TENSIÓN

La red de tierras de baja tensión se compone de la puesta a tierra de los paneles solares fotovoltaicos, las estructuras soporte seguidor y las CSPs. Se realiza mediante la toma a tierra de grupos de electrodos enterrados en el suelo, y conectados mediante conductor de cobre, que se tenderá por las zanjas de BT. A este conductor se unirá toda la estructura metálica y el neutro del sistema de BT. Los conductores horizontales se dispondrán por las bandejas metálicas de cables de las estructuras.

Se colocarán:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y diámetro de 14 mm^2 en cada CSP, en los transformadores de SSAA y a lo largo del vallado perimetral.
- Conductor de cobre desnudo de 35mm^2 de sección para la red de tierra equipotencial de los seguidores fotovoltaicos.
- Conductor de cobre de sección variable dependiendo del circuito (ver Tabla 45) para la puesta a tierra de los paneles fotovoltaicos y las CSPs.

Tabla 45: Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. Fuente: ITC-BT-18

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm^2 Cobre 16 mm^2 Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm^2 Cobre 50 mm^2 Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Además, las masas de la instalación estarán conectadas al borne principal de tierra mediante conductores de protección. Esta red de tierras será independiente de la de la compañía distribuidora, según el REBT. La sección de los conductores de protección será la indicada en la Tabla 46 en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos, o de sección cuya conductividad resulte equivalente a la proporcionada por las secciones de dicha tabla.

Tabla 46: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase. Fuente: ITC-BT-18

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Los conductores de tierra que conforman la red radial del PFV y que van enterrados en las zanjas de BT junto con el resto de conductores, serán cables de cobre de 50mm^2 de sección.

6.1.1. Cálculo de la resistencia de toma de tierra

Los electrodos de la toma de tierra pueden estar compuesto de barras, conductores desnudos, placas, mallas o anillos, armaduras de hormigón, u otras estructuras enterradas. La profundidad de las tomas de tierra debe ser tal que las condiciones de humedad y temperatura del suelo no aumente la resistencia por encima del valor previsto. En cualquier caso, la profundidad mínima es de 0,50 metros. El valor de la resistencia de las tomas de tierra debe diseñarse de forma que la masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

La resistencia de toma a tierra se puede calcular en base a las siguientes fórmulas:

Electrodo	Resistencia de tierra (Ω)
Pica vertical	$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_c = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R_{malla} = \frac{\rho}{4\sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L}$

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)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 = 150 Ω·m.

Tabla 47: Valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Fuente: ITC-BT-18

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

Tabla 48: Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno. Fuente: ITC-BT-18

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

En el caso de malla de tierra, se tiene:

$$R_T\ [\Omega] = R_{malla} = \frac{\rho}{4\sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L} = 0{,}14\ \Omega$$

Siendo S = 240.055,5 m^2, L = 54.673,8 m y ρ = 150 Ω·m.

A partir de este valor se puede calcular la tensión de contacto, que deberá cumplir la condición:

$$V_D\ [V] = I_D \cdot R_T \leq 24\ V$$

Donde:

- V_D = Tensión de defecto (V)
- I_D = Corriente de defecto a tierra (A)
- R_T = Resistencia de tierra (Ω)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

La corriente de defecto a tierra viene limitada por el interruptor diferencial que porta el lado de baja tensión de la Power Station. En el caso que nos ocupa, Power Electronics establece que el inversor va equipado con protección GFDI de 300 mA, según la norma IEC 62109-2. Por tanto se cumple:

$$V_D = 0{,}042\ V \leq 24\ V$$

6.2. RED DE TIERRAS EN MEDIA TENSIÓN

La red de tierras de media tensión se compone de la puesta a tierra de los centros de transformación (Power Stations), entrega y/o seccionamiento. Para su cálculo es necesario determinar las tensiones de paso y de contacto, las cuales servirán de referencia cuando sean comprobadas en el momento de la puesta en marcha de la planta fotovoltaica. De acuerdo con la ITC-RAT-13, los centros de transformación deben tener su puesta a tierra individual, separada de la instalación de tierra general, con el fin de evitar posibles tensiones peligrosas para las personas o instalaciones.

Complementariamente a la puesta a tierra de los CTs, se tenderán conductores de tierra de cobre desnudo por las zanjas de los circuitos de MT, los cuales tendrán una sección de 50mm^2.

6.2.1. Cálculo de la tensión de contacto y paso aplicada

La tensión de contacto aplicada (V_{ca}) admisible es la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Los valores admisibles de esta tensión se muestran en la siguiente gráfica:

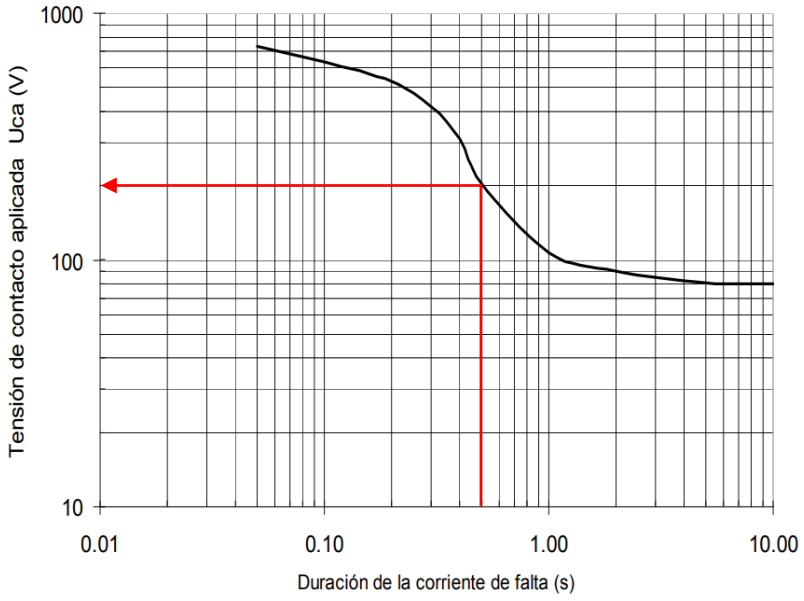


Ilustración 7: Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada Uca en función de la duración de la corriente de falta. Fuente: ITC-RAT-13

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

La tensión de paso aplicada (V_{pa}) admisible es la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies, 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:

$$V_{pa}\,[V] = 10\,V_{ca}$$

Considerando un tiempo de duración de falta de 0,5 segundos, se tiene V_{ca} = 204 V.

6.2.2. Cálculo de las tensiones de contacto y paso máximas admisibles

La tensión de contacto (V_c) y la tensión de paso (V_p) son las tensiones máximas admisibles en la instalación que garantizan la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

Para determinar las tensiones de contacto y paso admisibles se podrán emplear las expresiones siguientes:

$$V_c\,[V] = V_{ca} \times \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5\rho_s}{1000}\right) \qquad V_p\,[V] = 10\,V_{ca} \times \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000}\right)$$

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)
- ρ_s = Resistividad superficial del terreno (Ω·m), estimada en 150 Ω·m

Para conocer la resistividad superficial del terreno es necesario un estudio de las características del suelo emplazamiento de la instalación. Según el Reglamento de AT, para instalaciones de 3ª categoría[12] y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 15 kA no será obligatorio realizar la investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad por medio de la Tabla 49.

[12] ITC-RAT (Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías De Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión), Artículo 3. Tensiones nominales. Clasificación de las instalaciones:
b) Primera categoría: Las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.
c) Segunda categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
d) 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 49: Valores orientativos de la resistividad del terreno. Fuente: ITC-RAT-13

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

Así, los valores resultantes de las tensiones de contacto y paso son:

$$V_c = 453{,}9\ \text{V} \qquad V_p = 12.036{,}0\ \text{V}$$

6.2.3. Cálculo de la tensión de paso de acceso

Se calcula la tensión de paso de acceso que corresponde a la tensión que representa un pie en el terreno y otro en la solera de hormigón de los centros de inversión y transformación/entrega/seccionamiento. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_{p(acceso)}\ [V] = 10\ V_{ca} \times \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho_{hormigón}}{1000}\right)$$

Donde:

- ρ_s = Resistividad superficial del terreno, estimada en 150 Ω·m
- $\rho_{hormigón}$ = Resistividad del hormigón, que toma un valor de 3.000 Ω·m (Tabla 49)

Sustituyendo en la expresión los valores mostrados anteriormente y para un tiempo de desconexión de las protecciones de 0,5 segundos, se obtiene un valor de tensión de paso de acceso de:

$$V_{p(acceso)} = 21.318{,}0\ \text{V}$$

6.2.4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra del CT

La puesta a tierra de los centros de inversión y transformación, entrega y/o seccionamiento está formada por un anillo de 4 picas verticales de acero recubierto de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

cobre de 2 metros de longitud y diámetro de 14 mm^2, dispuestas en el exterior de las esquinas del centro y unidas entre ellas por un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección. También se dispone un anillo interior de Cu desnudo de 50 mm^2 unido al anillo exterior por medio de una red radial que une las estructuras con un conductor de tierra. En la Ilustración 8 se puede observar la disposición de tierras descrita:

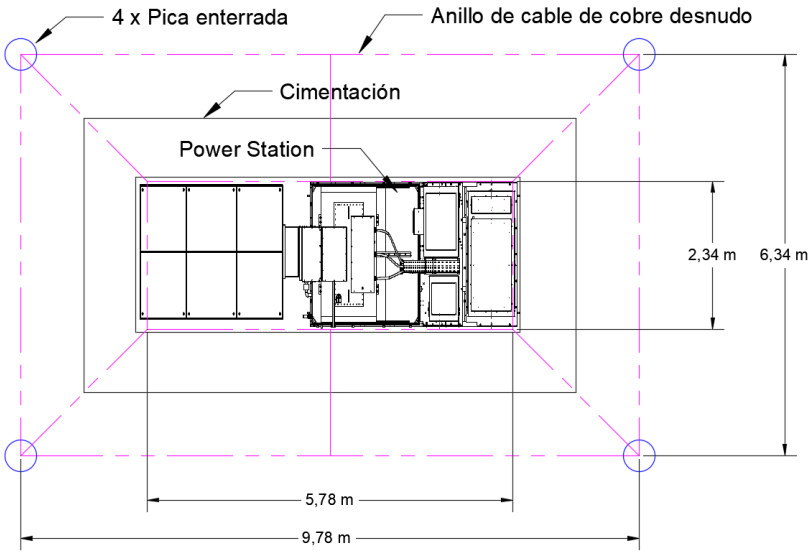


Ilustración 8: Puesta a tierra del centro de transformación MV Skid de Power Electronics

La fórmula utilizada para determinar la resistencia de puesta a tierra es la siguiente:

$$R_T\ [\Omega] = R_{malla} = \frac{\rho}{4\sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- ρ = Resistividad del terreno, estimada en 150 Ω·m
- L = Longitud total de los conductores enterrados (m)
- S = Superficie cubierta por la malla (m^2)

Siendo S = 62 m^2, L = 63,8 m y ρ = 150 Ω·m

Con los valores indicados se obtiene una resistencia de:

$$R_T = 10{,}79\ \Omega$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Análogamente, para la PS TWIN SKID:

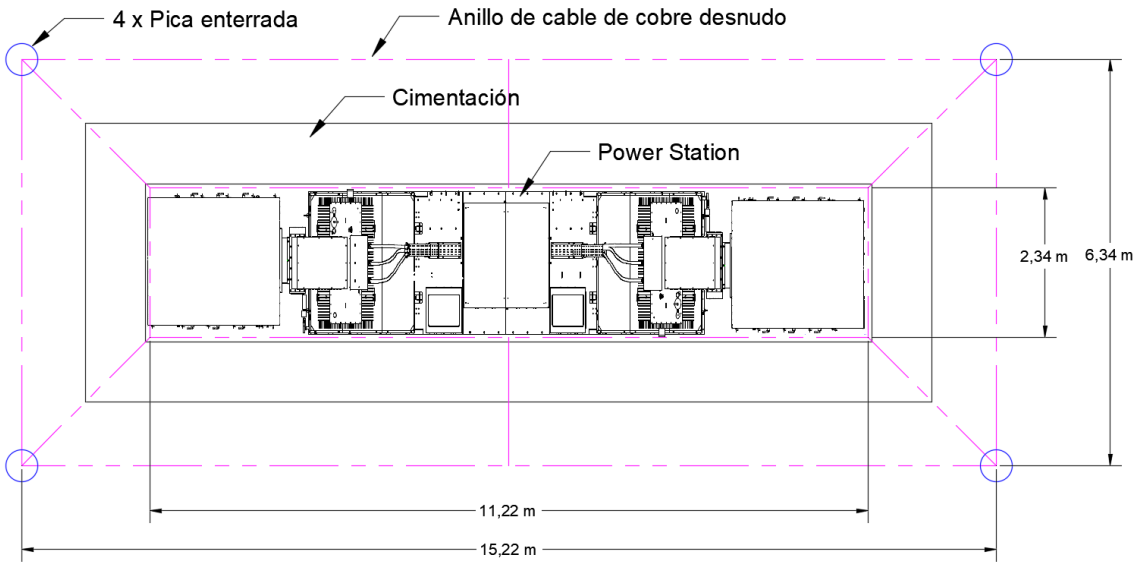


Ilustración 9: Puesta a tierra del centro de transformación TWIN Skid de Power Electronics

La fórmula utilizada para determinar la resistencia de puesta a tierra es la siguiente:

$$R_T\ [\Omega] = R_{malla} = \frac{\rho}{4\sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- ρ = Resistividad del terreno, estimada en 150 Ω·m
- L = Longitud total de los conductores enterrados (m)
- S = Superficie cubierta por la malla (m^2)

Siendo S = 96,5 m^2, L = 85,5 m y ρ = 150 Ω·m

Con los valores indicados se obtiene una resistencia de:

$$R_T = 8{,}52\ \Omega$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6.3. JUSTIFICACIÓN DE RED DE TIERRAS

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

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ANEJO 5

Cálculo de sombras

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

1. CÁLCULO DE SOMBRAS

El PFV tiene emplazamiento en las coordenadas 41,72º N y -1,14º W. Todos los módulos se encuentran fijados horizontalmente en filas orientadas 0° respecto al SUR, por lo que para evaluar la distancia entre filas se debe tener en cuenta la proyección este-oeste, de acuerdo con el movimiento del seguidor solar de la estructura. Por tanto, las distancias de separación entre filas (dirección norte-sur) se han calculado bajo el criterio de minimizar el sombreado de los módulos.

Para evitar el sombreado entre paneles, se determina la distancia mínima entre las filas a partir del cálculo propuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica conectados a la Red [6].

Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61° - latitud)}$$

Las dimensiones de los paneles son de 2.220 x 1.102 mm, los cuales se montan sobre la estructura del seguidor a un eje, que tiene configuración 1V (1 fila de paneles en disposición vertical).

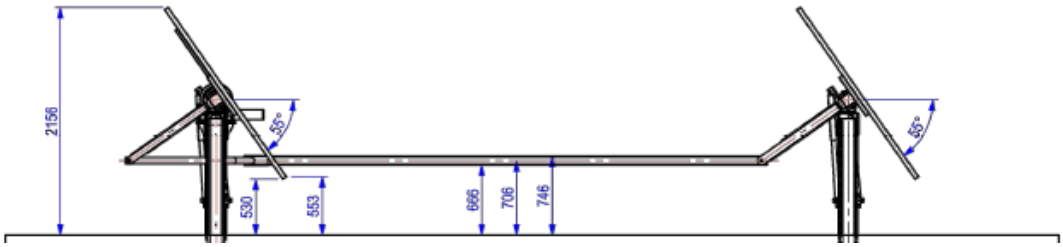


Ilustración 1. Características del seguidor fotovoltaico. Fuente: PVH

La altura de la estructura en el caso más desfavorable, con una inclinación de 55 °, es de 2,156 m:

Por lo que la distancia mínima entre paneles para evitar sombreados es de:

$$d = \frac{2{,}156}{\tan(61° - 41{,}5°)} = 6{,}089\ m$$

Teniendo en cuenta que el pitch mínimo es de 6,089 m para minimizar el efecto de sombreado, se determina una separación entre estructuras óptima de entre 4,5 y 6,5

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

metros. Este valor será considerado para la configuración y distribución de los seguidores en el parque fotovoltaico.

Es importante destacar que aunque se escoja un pitch inferior al teórico, los seguidores cuentan con tecnología backtracking que optimiza la orientación de éstos en función de las sombras existentes, maximizando la generación de energía.

Bibliografía

[6] Idae, “Energía Solar Fotovoltaica: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red,” *Idae*, p. 46, 2011.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ANEJO 6

Gestión de residuos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 3

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO 6

4. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN DE RESIDUOS 7

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
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.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

	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
X	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**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
	17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03
	17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto (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
X	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
X	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**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	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
	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 91/689/CEE sobre residuos peligrosos a cuyas disposiciones están sujetos a menos que se aplique el apartado 5 del artículo 1 de esa Directiva.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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
X	17 01 01	Hormigón	1,778	1,19
X	17 02 01	Madera	0,057	0,11
X	17 02 03	Plástico	0,281	0,11
X	17 04 05	Hierro y acero	0,063	0,008
X	17 04 07	Metales mezclados	0,00011	0,000014
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	1,354	9,03
X	17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,006	0,004
X	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	394,325	246,45
X	17 09 04	Residuos mezclados de construcción distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	0,0008	0,0005
X	15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas (RP)	0,00006	0,00011
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	0,0028	0,0032
X	13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	0,056	0,06
X	13 07 01*	Fuel oil y gasóleo	0,00056	0,00056
X	20 01 01	Papel y cartón	0,141	0,16
X	20 03 01	Mezclas de residuos municipales	0,251	0,08

El total, en peso, de los residuos generados será el siguiente:

- Residuos inertes: 394,32 T.
- Resto de residuos: 3,99 T.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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	1,78 T	80,00 T
METAL	0,06 T	2,00 T
MADERA	0,06 T	1,00 T
VIDRIO	0,00 T	1,00 T
PLÁSTICO	0,28 T	0,50 T
PAPEL Y CARTÓN	0,14 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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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	1,778	1,186	600
17 02 01	Madera	0,057	0,114	
17 04 05	Hierro y acero	0,063	0,008	
17 04 07	Metales mezclados	0,00011	0,000014	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	1,354	9,028	
17 02 03	Plástico	0,281	0,108	
20 01 01	Papel y cartón	0,141	0,156	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,006	0,004	60
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	394,325	246,453	61,61
17 09 04	Residuos mezclados de construcción distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	0,0008	0,0005	60
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	0,0028	0,0032	60
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	0,056	0,058	60
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas (RP)	0,00006	0,00011	60
13 07 01*	Fuel oil y gasóleo	0,00056	0,00056	60
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	0,251	0,080	60
TOTAL COSTE ESTIMADO				**1.081,61**

Con lo expuesto en el presente anejo, se consideran identificados y estimados los residuos generados durante la construcción del Parque Fotovoltaico LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN, 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ANEJO 7

Hojas de características

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

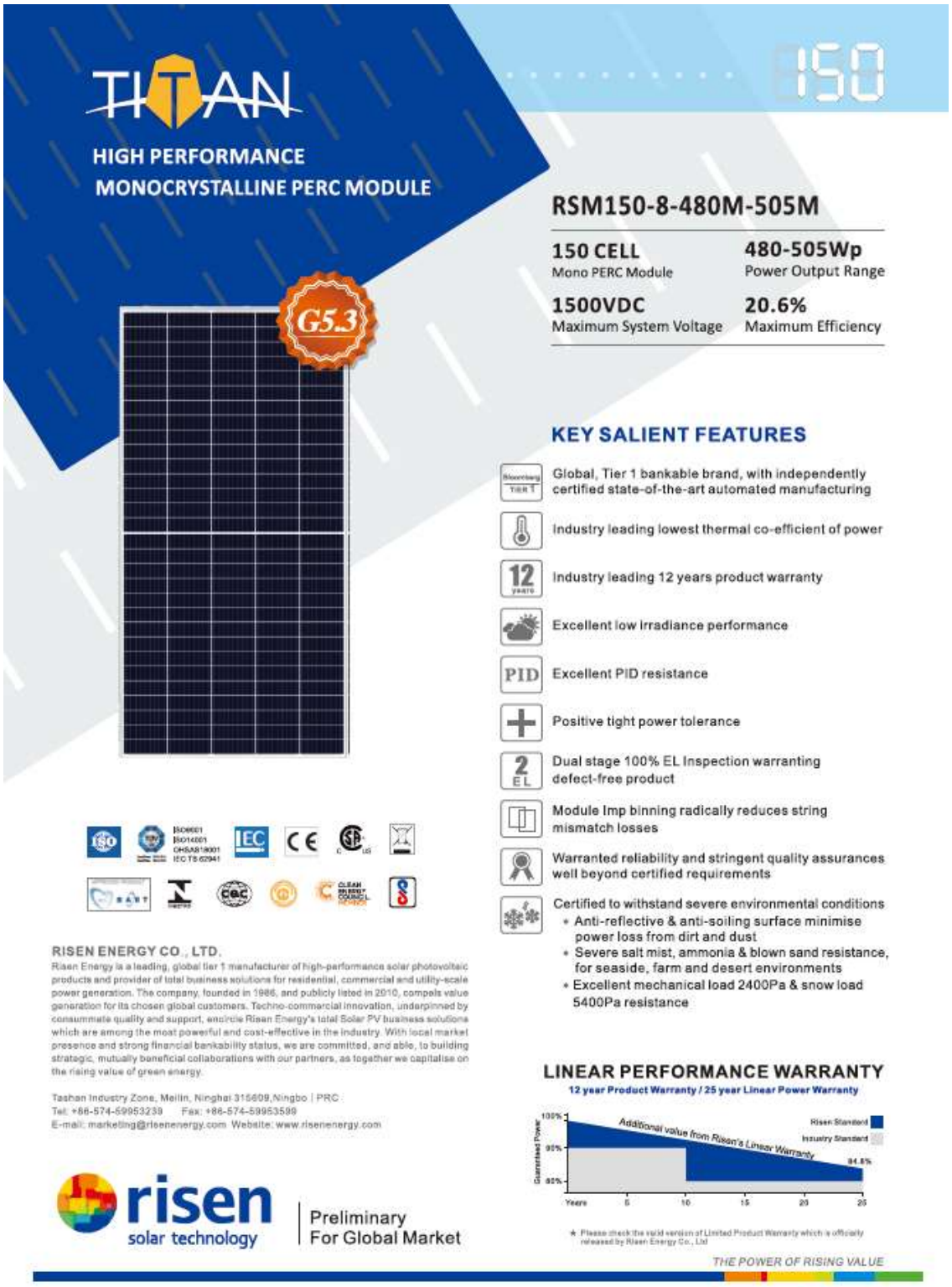
ÍNDICE

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO 2
2. SEGUIDOR SOLAR 4
3. CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN 6
4. INVERSOR 8
5. POWER STATION 15
6. CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA 23

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

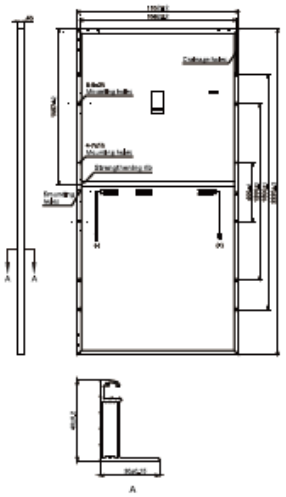


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TITAN

Dimensions of PV Module



ELECTRICAL DATA (STC)

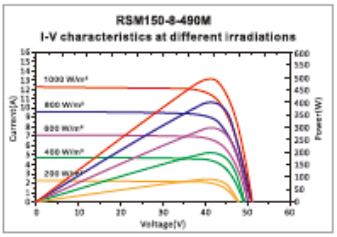
Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M	RSM150-8-505M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	**480**	**485**	**490**	**495**	**500**	**505**
Open Circuit Voltage-Voc(V)	50.13	50.35	50.57	50.79	51.01	51.23
Short Circuit Current-Isc(A)	12.18	12.25	12.32	12.39	12.46	12.53
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	42.00	42.22	42.44	42.66	42.88	43.10
Maximum Power Current-Impp(A)	11.44	11.50	11.56	11.62	11.68	11.74
Module Efficiency (%) ★	19.6	19.8	20.0	20.2	20.4	20.6

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

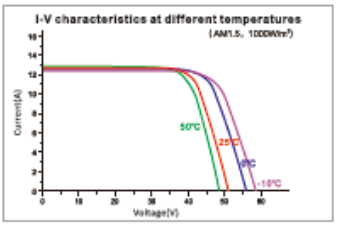
Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M	RSM150-8-505M
Maximum Power-Pmax (Wp)	363.8	367.7	371.5	375.4	379.3	383.2
Open Circuit Voltage-Voc (V)	46.62	46.83	47.03	47.23	47.44	47.64
Short Circuit Current-Isc (A)	9.99	10.05	10.10	10.16	10.22	10.27
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	38.98	39.18	39.38	39.59	39.79	40.00
Maximum Power Current-Impp (A)	9.34	9.38	9.43	9.48	9.53	9.58

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.



MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline 210×70mm
Cell configuration	150 cells (5×15+5×15)
Module dimensions	2220×1102×40mm
Weight	28kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), Positive(+) 270mm, Negative(-) 270mm
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68



TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.36%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

Our Partners:

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	540
Number of modules per pallet	27
Number of pallets per container	20
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2250×1130×1240
Box gross weight[kg]	810

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
©2020 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
THE POWER OF RISING VALUE

REM150-M-60B-EN-H1.5-2020

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

2. SEGUIDOR SOLAR



Adaptación al terreno | Carga de viento | Carga de nieve | Carga de sismo | Sin engrase | Túnel de viento | Test dinámico | 10 años Garantía | Patentado

Diseño

- Accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de únicamente 88W de potencia.
- Autoalimentado con módulo o alimentado desde la red.
- Amplio recorrido de giro: 110° (± 55°).
- Tolerancia a las pendientes elevadas.
- Gran adaptación a terrenos irregulares.
- Disponibilidad superior al 99,9%.
- Compatible con diferentes soluciones de cimentación: hinca metálica, pre-taladros, micropilotes, zapatas.
- Compatible con todo tipo de paneles (con marco, glass-glass, thin-film, bifacial).

Sistema de control

- Alta fiabilidad de operación.
- Gestión de alarma completamente configurable por el cliente.
- Algoritmo de backtracking personalizado a cada seguidor solar STI-H250™, evitando sombras y aumentando la producción.
- Fácil integración en el sistema de comunicaciones y SCADA de la planta gracias al Modbus TCP / IP standard.
- Sistema de comunicación Wireless Zigbee®.
- Monitorización remota y mantenimiento predictivo (evita paradas y aumenta la disponibilidad).
- Rápida puesta en marcha y herramientas de backtracking.

Operación y Mantenimiento

- Acceso libre para limpieza de paneles.
- Mínima inversión en labores de O&M gracias al reducido número de componentes, la sencillez y robustez del sistema.
- Mantenimiento mínimo.
- Elementos de rotación libres de lubricación.

Montaje

- Mínimo tiempo de instalación, rápido y simple.
- Altas tolerancias al error de posicionamiento de cimentación, tanto en los tres ejes (X, Y, Z) como al giro en los ejes Y y Z.
- Altura baja del panel para un fácil montaje.
- Conexiones 100% atornilladas. Sin perforación, corte o soldadura en el sitio.



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Especificaciones técnicas

SELF POWERED

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tipo de seguidor	Seguidor descentralizado bifila de un eje horizontal
Ratio de cobertura en el suelo (GCR)	Estándar 33%*
Área de módulos por seguidor	Aprox. 250 m²
DIMENSIONES (con módulos de 72 cél. y 1/GCR = 3)*	
Módulos por viga de torsión	60*
Número de filas	2
Potencia pico instalada (módulo de 400Wp mono/bifacial)	48 kWp
ACCIONAMIENTO DE GIRO	
Tipo de accionamiento	Actuador electromecánico rotativo
Alimentación	Batería LIFe P04 o alimentado desde la red
Consumo eléctrico conjunto de accionamiento	< 0.45 kWh/día
Potencia motor	88W/24VDC autoalimentado
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS	
Rango de giro	110° (+/-55°)
Velocidad máx. viento (en posición horizontal)	140 kmh/87 mph
Estructura	Acero galvanizado en caliente S235, S275, S355, S350GD, ZM310 o equivalente
Normativa	UL2703 / ASCE7-10 o Eurocódigo
Topografía	15% N-S / 10% E-O en el mismo seguidor Sin límites E-O en seguidores diferentes (Validar para valores más altos)
SISTEMA DE CONTROL	
Control de seguimiento	NREL SOLPOS algoritmo astronómico con PLC (Exactitud ±0.001°)
Gestión de sombras	Algoritmo backtracking personalizado
Gestión de viento	Posición de abanderamiento configurable
Estándar de comunicaciones	Modbus RS485 / Modbus Wireless option (Zigbee®)
MANTENIMIENTO	
Mantenimiento	Revisión anual
GARANTÍA	
Estructura / Accionamiento y motor	10 años estructura / 5 años accionamiento y motor

(*) Configurable según proyecto. Disponibles otras opciones.



T. +34 948 260 129
Avda. Sancho el Fuerte, 26. Oficina 1
31008 Pamplona, Navarra (España)
info@stinorland.com
www.stinorland.com
STInorland

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

3. CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

SMA STRING-COMBINER



Robust
- Stable housing made of glass-fiber-reinforced polyester
- Indoor and outdoor installation possible thanks to IP54 degree of protection

- Can be operated at ambient temperatures of –25°C to 60°C and at altitudes of up to 4000 m above MSL

Easy to Use
- Easy to install thanks to its compact structure and low weight
- Integrated DC load-break switch for ultra-high safety

Versatile
- For PV array voltages of 1000 V and 1500 V
- Collection and safeguarding of 16, 24 or 32 strings for flexibility during the system design phase

SMA STRING-COMBINER

For safe collection of all strings in the PV field

The boxes can be installed quickly, safely and easily both indoors and outdoors thanks to their compact dimensions, while their robust enclosure guarantees durability and reliable safety in the PV field. The SMA String-Combiners with 24 and 32 string inlets are fitted with two cable outlets per pole as standard and cover – just like the Combiner with 16 string inlets – a sealing range of 17 to 38.5 millimeters. Cables with cross-sections of 70 to 400 mm² can be inserted.

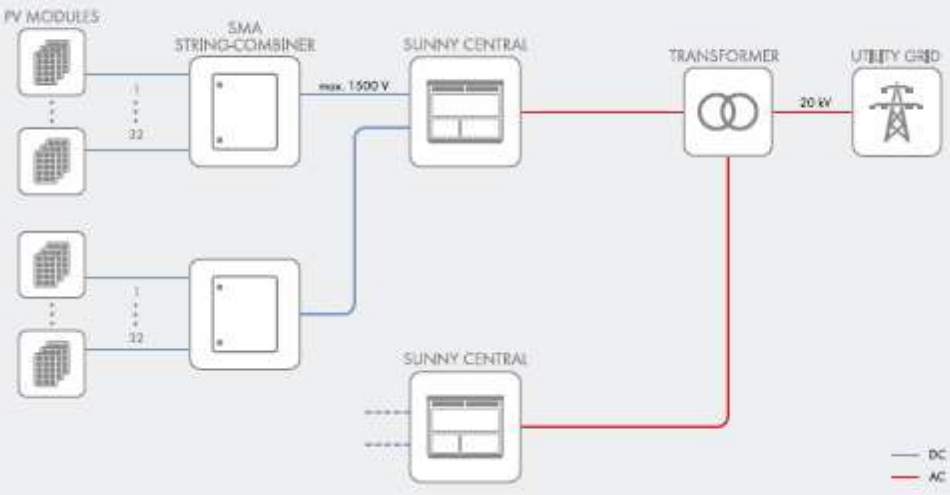
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

SMA STRING-COMBINER for 1500 V_{DC} systems

Technical Data	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
Input (DC)			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*	10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
Output (DC)			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester	Type 2, In = 15 kA; Imax = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm² to 400 mm²		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
Enclosure / Ambient Parameters			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 60529)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
Standards			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			

SYSTEM EXAMPLE



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

4. INVERSOR

POWER ELECTRONICS



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

HEMK

UTILITY SCALE CENTRAL STRING INVERTER

- FIELD REPLACEABLE UNITS
- OUTDOOR DURABILITY
- BUS PLUS READY SOLAR + STORAGE
- NEMA 3R / IP55
- ICOOL 3
- ACTIVE HEATING
- 3 LEVEL TOPOLOGY

COMBINING THE BENEFITS OF CENTRAL AND STRING INVERTERS

The HEMK is the second generation 1500V inverter, based on the more than proven HEC V1500. This modular solar inverter offers the advantages of both central and string inverters. Reaching a very high power density, and an output power of 3.8 MW at 40ºC, it is available in 6 different AC voltages, providing the flexibility to choose the best solution for each PV plant. The power stage architecture, composed of six field replaceable units (FRU), is designed to provide the highest availability and optimize yield production.

The Bus Plus ready feature allows the connection of up to six Freemaq DC/DC converters. It is the most cost competitive solution for solar-plus-storage retrofits.

The innovative iCOOL3 cooling system allows the HEMK to be installed in the harshest environments, thanks to a degree of protection of up to IP55. This advanced air-cooling system, reduces the OPEX cost compared to other cooling solutions, that need the use of complex liquid-cooling systems.

The HEMK has been designed to be the lowest LCOE solution in the market in solar applications.

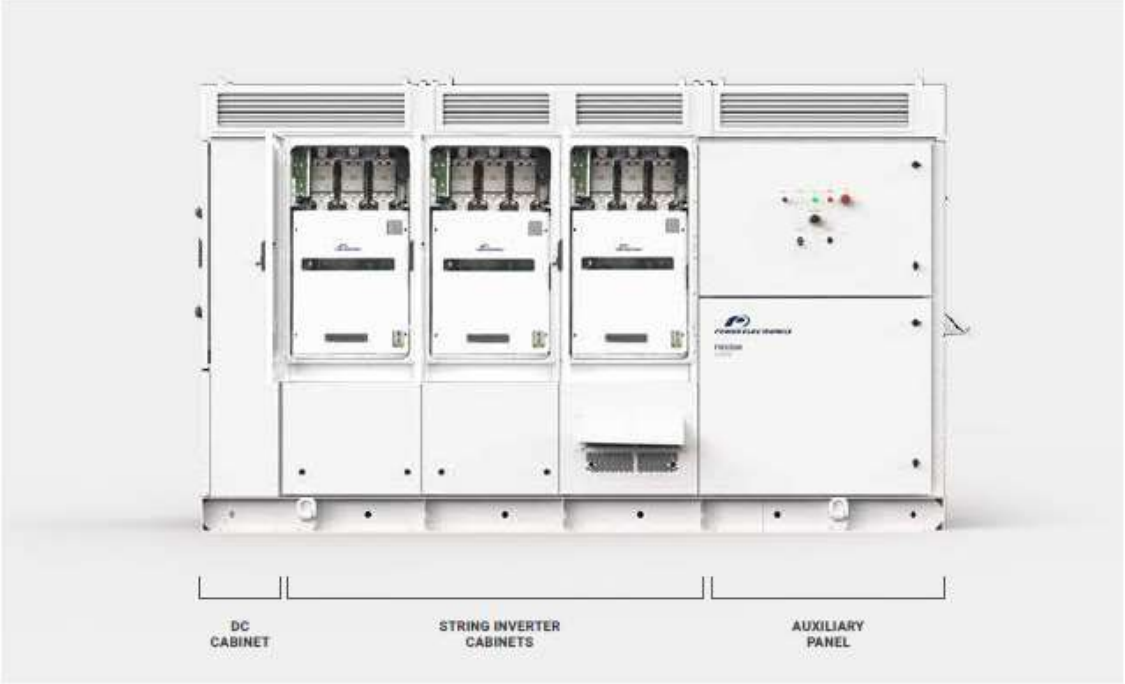
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

COMPACT DESIGN - EASY TO SERVICE

By providing full front access the HEMK series simplifies the maintenance tasks, reducing the MTTR (and achieving a lower OPEX). The total access allows a fast swap of the FRUs without the need of qualified technical personnel.

With the HEMK, Power Electronics offers its most compact solution, achieving 3.8 MW in just 12ft long, reducing installation costs and labor time, and therefore will minimize the LCOE.



STRING CONCEPT POWER STAGES

The HEMK combines the advantages of a central inverter with the modularity of the string inverters. Its power stages are designed to be easily replaceable on the field without the need of advanced technical service personnel, providing a safe, reliable and fast Plug&Play assembly system.

Following the modular philosophy of the Freesun series, the HEMK is composed of 6 FRUs (field replaceable units), where all the power stages are physically joined in the DC side and therefore, in the event of a fault, the faulty module is taken off-line and its power is distributed evenly among the remaining functioning FRUs.

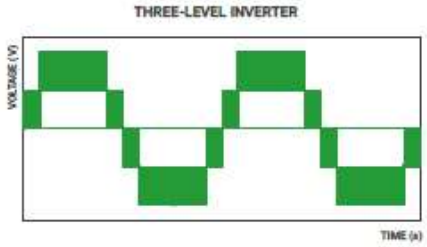


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

MULTILEVEL TOPOLOGY

The multilevel IGBT topology is the most efficient approach to manage high DC link voltages and makes the difference in the 1,500 Vdc design. Power Electronics has many years of power design in both inverters and MV drives and the HEMK design is the result of our experience with 3 level topologies. The 3 level IGBT topology reduces stage losses, increases inverter efficiency and minimizes total harmonic distortion. High efciency to deliver the lowest LCOE.



VAR AT NIGHT

At night, in case of solar applications, the HEMK inverter can shift to reactive power compensation mode. The inverter can respond to an external dynamic signal, a Power Plant Controller command or pre-set reactive power level (kVAr).

ACTIVE HEATING

At night, when the unit is not actively exporting power, the inverter can import a small amount of power to keep the inverter internal ambient temperature above -20°C, without using external resistors.

This autonomous heating system is the most efficient and homogeneous way to prevent condensation, increasing the inverters availability and reducing maintenance. PATENTED

EASY TO MONITOR

The Freesun app is the easiest way to monitor the status of our inverters. All our inverters come with built-in wifi, allowing remote connectivity to any smart device for detailed updates and information without the need to open cabinet doors.

The app user-friendly interface allows quick and easy access to critical information (energy registers, production and events).





AVAILABLE INFORMATION	Grid and PV field data, inverter and power module data (voltages, currents, power, temperatures, I/O status...), weather conditions, alarms and warnings events, energy registers. Others.
FEATURES	Easy Wireless connection. Comprehensive interface. Real time data. Save and copy settings.
LANGUAGE	English, Spanish.
SYSTEM REQUIREMENTS	iOS or Android devices.
SETTINGS CONTROL	Yes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

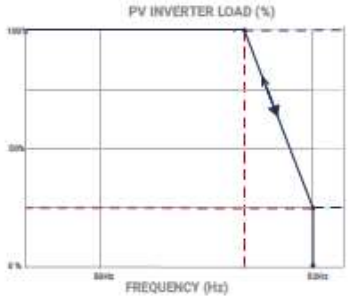
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

DYNAMIC GRID SUPPORT

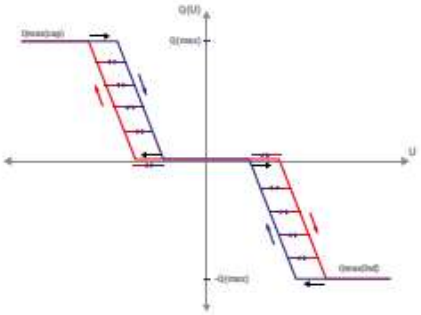
HEMK firmware includes the latest utility interactive features (LVRT, OVRT, FRS, FRT, Anti-islanding, active and reactive power curtailment...), and can be configured to meet specific utility requirements.

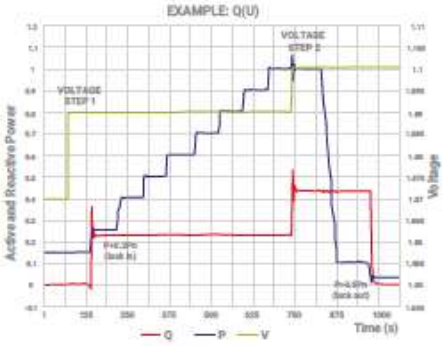


Low Voltage Ride Through (LVRT or ZVRT). Inverters can withstand any voltage dip or profile required by the local utility. In this situation, the inverter can inject current up to the nominal value.

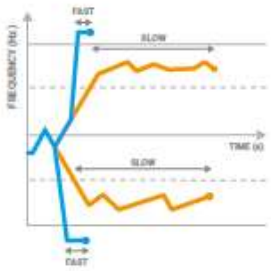


Frequency Regulation System (FRS). Frequency droop algorithm curtails the active power along a preset characteristic curve supporting grid stabilization.

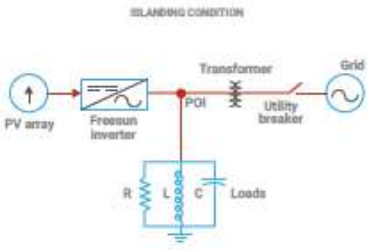




Q(V) curve. It is a dynamic voltage control function which provides reactive power in order to maintain the voltage as close as possible to its nominal value.



Frequency Ride Through (FRT). Freesun solar inverters have flexible frequency protection settings and can be easily adjusted to comply with future requirements.



Anti-islanding. This protection combines passive and active detection methods that eliminate nuisance tripping and allow to comply with the IEC 62116 and IEEE 1547 standards.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TECHNICAL CHARACTERISTICS

HEMK 630V

		FRAME 1	FRAME 2
REFERENCE		**FS2235K**	**FS3350K**
OUTPUT	AC Output Power(kVA/kW) @50°C [1]	2235	3350
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C [1]	2310	3465
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) [2]	630V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) [3]	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
INPUT	MPPt @full power (VDC)	891V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs [2]	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs [4]	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) [4]	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) [4]	4000	6000
EFFICIENCY & AUXILIARY SUPPLY	Efficiency (Max) (η)	98.79%	98.85%
	Euroeta (η)	98.42%	98.59%
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
ENVIRONMENT	Degree of protection	NEMA 3R - IP55	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level [5]	< 79 dBA	
CONTROL INTERFACE	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
CERTIFICATIONS	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00•Vac nom and cos Φ= 1.
Consult Power Electronics for derating curves.
[2] Consult Power Electronics for other configurations.
[3] Consult P-Q charts available: Q(kVAr)=√(S(kVA)²-P(kW)²).
[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.
[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TECHNICAL CHARACTERISTICS — HEMK 615V

		FRAME 1	FRAME 2
REFERENCE		**FS2180K**	**FS3270K**
OUTPUT	AC Output Power(kVA/kW) @50°C [1]	2180	3270
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C [1]	2255	3380
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) [2]	615V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (cosine phi) [3]	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
INPUT	MPPt @full power (VDC)	870V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs [3]	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs [4]	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) [4]	2645	3970
	Max. DC short circuit current (A) [4]	4000	6000
EFFICIENCY & AUXILIARY SUPPLY	Efficiency (Max) (η)	98.79%	98.84
	Euroeta (η)	98.41%	98.57%
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
	Type of ventilation	Forced air cooling	
ENVIRONMENT	Degree of protection	NEMA 3R - IP55	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
	Noise level [5]	< 79 dBA	
CONTROL INTERFACE	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
CERTIFICATIONS	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	EEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

[1] Values at 1.00·Vac nom and cos Φ= 1.
Consult Power Electronics for derating curves.
[2] Consult Power Electronics for other configurations.
[3] Consult P-Q charts available: Q(kVAr)=√(S(kVA)²-P(kW)²).
[4] Consult Power Electronics for Freemaq DC/DC connection configurations.
[5] Readings taken 1 meter from the back of the unit.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

5. POWER STATION

POWER ELECTRONICS



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

MV SKID

UTILITY SCALE SOLAR STATION



TURN-KEY SOLUTION



HIGH RELIABILITY



EASY TO INSTALL



OUTDOOR DURABILITY

SIMPLIFY YOUR COMMISSIONING WITH THE MOST COMPETITIVE SOLUTION INTEGRATED WITH ALL THE MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT

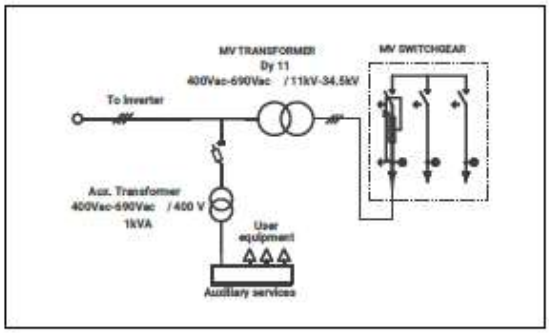
The MV Skid is a compact turnkey outdoor platform made from high resistance galvanized steel with all the medium voltage equipment integrated, including an outdoor power transformer, MV switchgear, oil tank, filter and built in fast power connection to any HEC and HEMK solar inverter. With between 400V-480V and 565V-690V in the low voltage range and 12kV to 36kV in the high voltage range, this compact platform achieves power outputs between 1050kVA and 3800kVA when combined with the HEC and HEMK solar inverter series. This compact solution also allows the installation of a low voltage cabinet that is fully configurable to the customer needs as well as different types of cells and even an enclosure fence among other options. The MV SKID simplifies the project design of the PV plant, reducing installation costs and the amount of resources needed. The benefits of the MV Skid and the fact that it is also easier to transport and deliver into remote sites makes it the optimal solution for EPC's (engineering, procurement and construction).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

MODEL NUMBERS AND OPERATIONAL DIAGRAM

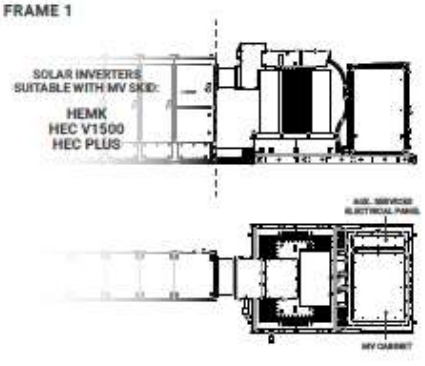
	REFERENCE	RATED POWER (kVA)
FRAME 1 AND 2 [1]	MVS1050[ ]	1050
	MVS1100[ ]	1110
	MVS1220[ ]	1220
	MVS1335[ ]	1335
	MVS1440[ ]	1440
	MVS1550[ ]	1550
	MVS1630[ ]	1630
	MVS1710[ ]	1710
	MVS1800[ ]	1800
	MVS1900[ ]	1900
	MVS2000[ ]	2000
	MVS2110[ ]	2110
FRAME 2	MVS2225[L]	2225
	MVS2330[L]	2330
	MVS2440[L]	2440
	MVS2550[L]	2550
	MVS2660[L]	2660
	MVS2860[L]	2860
	MVS3000[L]	3000
	MVS3110[L]	3110
	MVS3345[L]	3345
	MVS3500[L]	3500
	MVS3630[L]	3630
	MVS3800[L]	3800



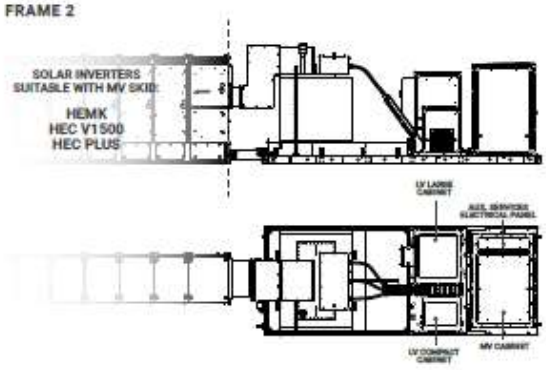
[1] Example: MVS1050S for Frame 1 / MVS1000SL for Frame 2.

SECTIONS

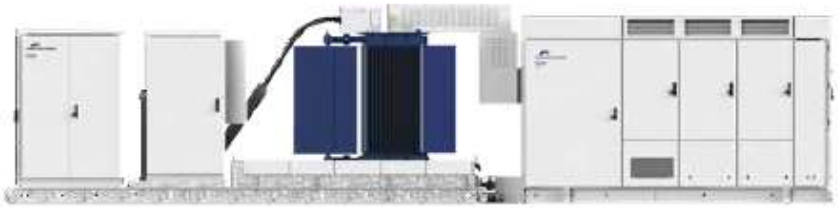
FRAME 1



FRAME 2



For customized solutions, contact Power Electronics.



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TECHNICAL CHARACTERISTICS — MV SKID

		FRAME 1	FRAME 2
MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	Rated Power range	1050kVA - 2110kVA	2220kVA - 3800kVA
	MV Voltage range	11kV / 20kV / 22kV / 23kV / 33kV / 34.5kV	
	LV Voltage range	400V / 420V / 440V / 460V / 480V- HEC V1000 inverters 565V / 600V / 615V / 630V / 645V / 660V / 690V - HEC V1500 and HEMK inverters	
	Type of tank	Oil-sealed	
	Cooling	ONAN (KNAN optional)	
	Vector Group	Dy11	
	Transformer protection	DGPT-2 (PT100 optional)	
	Oil tank	Integrated with valve and filter	
	Transformer protection rate	IP54	
	Switchgear configuration	Single feeder (L) or Double feeder (2L)	
	Switchgear protection[1]	Fuses (P) / Automatic circuit breaker (V)	
CONNECTIONS	Inverter AC connection	Close couple solution (Plug & Play)	
	LV protection	Circuit breaker included in the inverter	
	HV AC wiring	MV Bridge between transformer and protection switchgear prewired	
ENVIROMENT	Ambient Temperature	-20°C...+50°C (t>50°C power derating)	
	Extended Temperature[2][3]	-35°C...+50°C (t>50°C power derating)	
	Max. Altitude (above sea level)	>2000m power derating	
	Relative Humidity	4% to 95% Non condensing	
MECHANICAL CHARACTERISTICS	Skid Dimensions (WxHxD) mm	3690x2340x2235	5640x2340x2235
	Skid weight with MV equipment[1]	< 8 Tn	
	Oil tank material	Galvanized Steel	
	Skid Body material	Galvanized Steel	
	Cabinet type	Outdoor	
	Anti-rodent protection	✔	
AUXILIARY SERVICES ELECTRICAL PANEL	Auxiliary supply	3x400V, 50/60Hz	
	User power supply available	1kVA or 6kVA	
	Additional auxiliary transformer[4]	10kVA / 15kVA / 25kVA	
	Cooling	Air	
	Auxiliary supply protection	✔	
	Communication[4]	Ethernet (Fiber optic or RJ45)	
	UPS system for monitoring[4]	1kVA / 3kVA, 10 minutes	
AUXILIARY OUTDOOR TRANSFORMER	Rated Power (Voltage)	-	30kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
	Cooling	-	Air
	Protection	-	Circuit breaker
	Cabinet type	-	Outdoor
LV COMPACT CABINET	Additional indoor auxiliary transf.[4]	-	10kVA / 25kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
	UPS system for monitoring[4]	-	1kVA / 3kVA, 10 minutes
	Cooling	-	Air forced
	Auxiliary supply protection	-	✔
	Cabinet type	-	Outdoor
LV LARGE CABINET	Additional indoor auxiliary transf. [4]	-	25kVA / 40kVA / 50kVA (3x400V)
	UPS for trackers[4]	-	20kVA / 40kVA, 10 minutes
	Cooling	-	Air forced
	Auxiliary supply protection	-	✔
	Cabinet type	-	Outdoor
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Trapped key safety interlock	
	Safety perimeter	Transformer access protection fence	
	Cabinet heating	Heating resistors	
	Interior lighting	Fluorescent lamp	
	Emergency lighting	Electronic supplier for emergency lighting (1h autonomy)	
	Air conditioner	UPS batteries cooling	
	Communication [4]	Splice box / MV Switchgear monitoring	
STANDARDS	Medium Voltage	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

[1] Depending on customer configuration.
[2] Optional. For additional information or available configurations, please consult Power Electronics.
[3] Other temperature range, consult Power Electronics.
[4] By demand.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

POWER ELECTRONICS



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TWIN SKID

UTILITY SCALE SOLAR STATION

- TURN-KEY SOLUTION
- HIGH RELIABILITY
- EASY TO INSTALL
- OUTDOOR DURABILITY

THE MOST POWER DENSE TURN-KEY STATION FOR LARGE SCALE PV PLANTS

The Twin Skid has been designed to meet the requirements of large scale PV power plants. The station is a compact outdoor skid made of high resistance galvanized steel with all the medium voltage equipment integrated and acco panied by a inverter: protection cell, outdoor power transformer, oil tank and filter. This turnkey solution achieves power outputs between 4250 kVA and 7600 kVA.

The Twin Skid simplifies the project design of the PV plant, reducing the cost of installation and the amount of resources needed thanks to its extra high power density.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

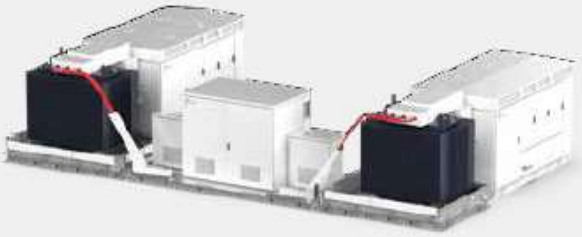
POWER ELECTRONICS

CUSTOMIZED SOLUTIONS

High value power plant projects often require customer specific solutions. Our team of highly experienced engineers are available to modify our standard solution to suit your specific demands to ensure you get the product you need.

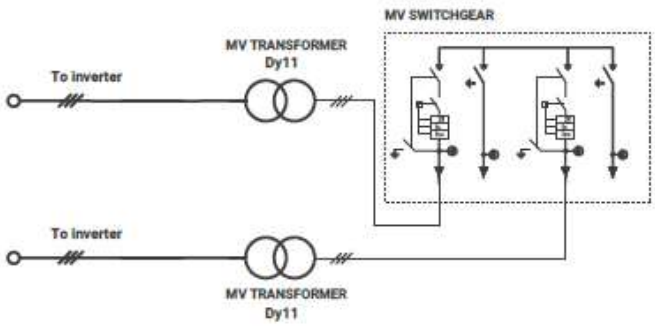


I-TWIN SKID



U-TWIN SKID

OPERATIONAL DIAGRAM



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TECHNICAL CHARACTERISTICS

TWIN SKID

MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	Rated power range @50°C [1]	4250 kVA - 7340 kVA
	Rated power range @40°C	4400 kVA - 7600 kVA
	MV voltage range	6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV
	LV voltage range	600 V / 615 V / 630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Type of tank	Hermetically oil-sealed
	Cooling	ONAN
	Vector group	Dy11
	Transformer protection	Protection relay for pressure, temperature (two levels) and gassing. Monitoring of dielectric level decrease. PT100 optional.
	Oil retention tank	Integrated with hydrocarbon filter
	Transformer index of protection	IP54
	Switchgear configuration	Double feeder (2L)
	Switchgear protection [1]	Automatic circuit breaker (2V)
CONNECTIONS	Inverter AC connection	Close coupled solution (Plug & Play)
	LV protection	Circuit breaker included in the inverter
	HV AC wiring	MV bridge between transformer and protection switchgear prewired
ENVIRONMENT	Ambient temperature [2]	-10°C...+50°C (T>50°C power derating)
	Maximum altitude (above sea level)	Customizable
	Relative humidity	4% to 95% non condensing
MECHANICAL CHARACTERISTICS	Skid dimensions (WxHxD) mm [3]	11220 x 2340 x 2240
	Skid weight with MV equipment [1]	< 21 Tn
	Oil retention tank material	Galvanized steel
	Skid material	Galvanized steel
	Cabinet type	Outdoor
	Anti-rodent protection	✔
AUXILIARY SERVICES ELECTRICAL PANEL	Auxiliary supply [1]	400 V (3-phase), 50/60 Hz
	User power supply available	5 kVA / 20 kVA / 40 kVA
	Cooling	Air
	Protection	Circuit breaker
	Cabinet type	Outdoor
	Communication [4]	Ethernet (fiber optic or RJ45)
	UPS system [5]	1 kW (30 minutes) - 20 kW (20 minutes)
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Interlocking system
	Safety perimeter	Transformer access protection fence
	Backfeed tracker suppy	Optional
	Emergency lighting	1h autonomy
	Fire extinguishing system (transformer accessory)	Optional
	LV revenue grade meter	For inverter output / for customer auxiliary supply
	I/O interface	Digital I/O, analog I/O
STANDARDS	Compliance	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

[1] Depending on customer configuration.
[2] For lower temperatures, consult Power Electronics.
[3] 2515 mm high with the cover for the LV terminals.
[4] By demand.
[5] Optional. For additional information of available configurations, consult Power Electronics.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6. CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

POWER ELECTRONICS

FREESUN PPC

UTILITY SCALE POWER PLANT CONTROLLER

With over 22 GW inverters installed worldwide, Power Electronics has acquired the necessary know-how and expertise for the development of advanced, reliable and precise control algorithms to meet the most demanding grid codes in the world. Power Electronics Power Plant Controller offers smart and flexible solutions for utility PV and storage power plants.



TECHNICAL CHARACTERISTICS

GENERAL DATA	Dimensions (WxDxH) mm [1]	600 x 320 x 847
	Weight (kg)	19.5
	Mounting system	Wall or structure mounted
	Compatible inverters	Freesun HEMK, Freemaq PCSK, Freemaq Statcom
	Power supply (W)	250
I/O AND COMMUNICATIONS [2]	4 x Digital inputs	Programmable inputs and active high (24 Vdc). Optically isolated.
	1 x RS485 port	3 wires (GND, A, B), Modbus RTU
	1 x Ethernet port (RJ45)	Modbus TCP/IP
ENVIRONMENTAL CONDITIONS	Operation temperature	0~50°C
	Storage temperature	-20~80°C
	Humidity	5-95% non-condensing
	Degree of protection	IP42
CERTIFICATIONS	CE	
OTHERS	Web interface for local and remote monitoring	
	Customized solution	

[1] Dimensions including brackets. Enclosure dimensions: 600 x 300 x 800 mm.
[2] Communication ports can be customised depending on PV plant design without prior notice.

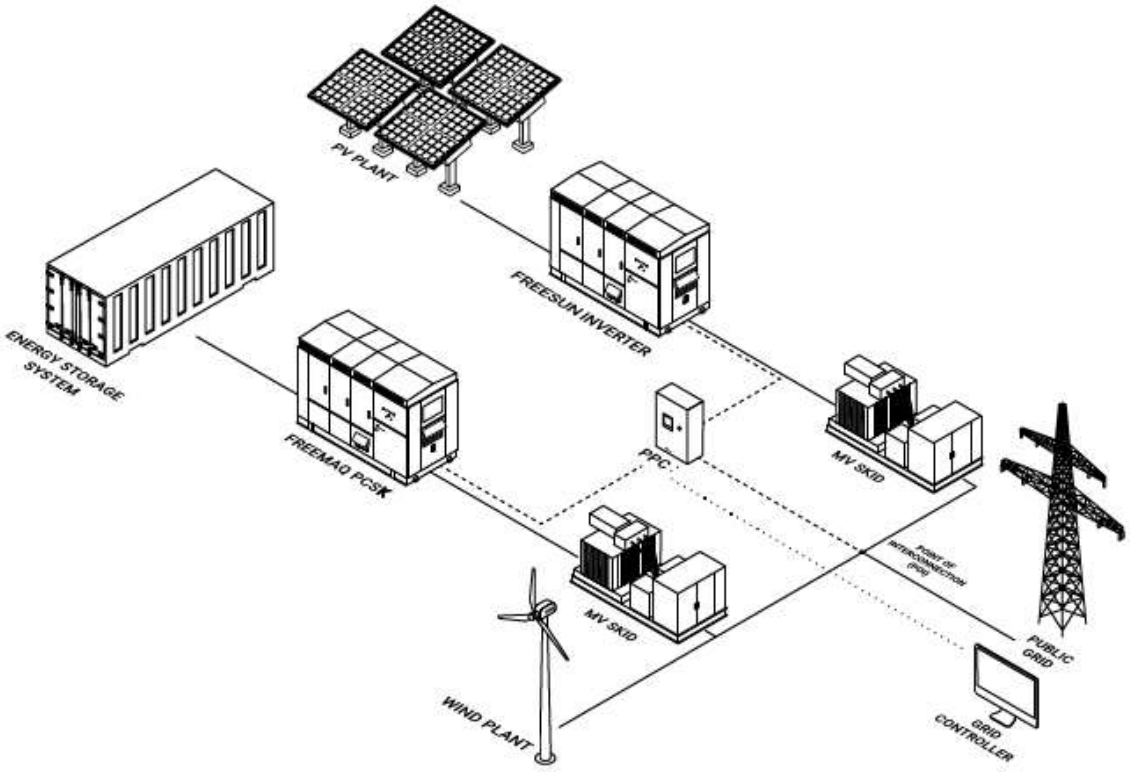
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

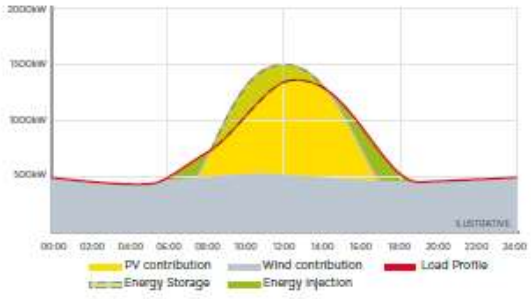
POWER PLANT CONTROLLER

The Power Plant Controller (PPC) can be the main governor of the most complex power plants, by monitoring the point of interconnection (POI) and at the same time controlling the power generation and storage equipment.

The PPC is equipped with the latest PLC based microprocessor that interacts through the programmable digital/analogue signals and communication ports (Modbus TCP). The PPC together with the Freesun solar inverter or the Freemaq series can be customized for those countries (Puerto Rico, Hawaii....) that require full compliance to stringent dynamic grid support response at POI.



- PPC main governor and interface of the system.
- Multiple renewable power sources: solar, wind, etc.
- Centralized dynamic grid support at POI.
- Power smoothing – Enable ramp rate control.
- Storage equipment control.



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

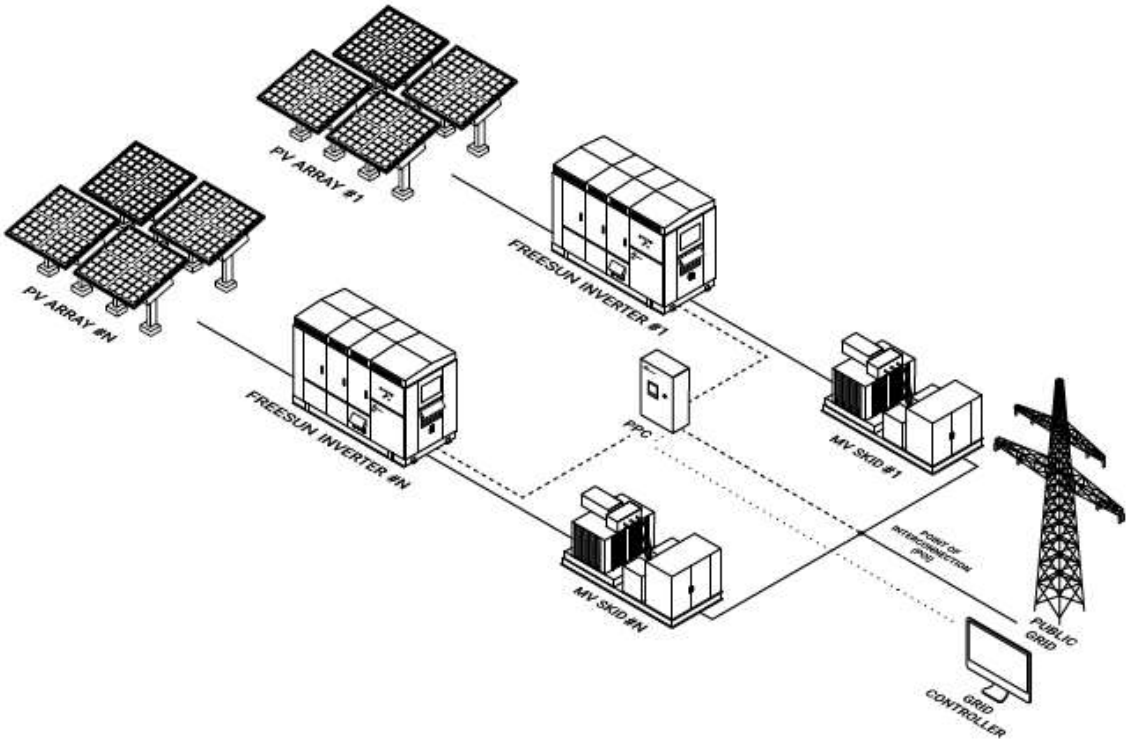
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

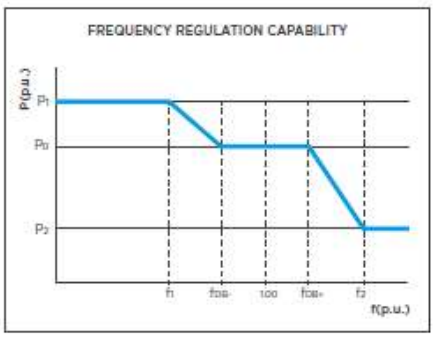
POWER ELECTRONICS

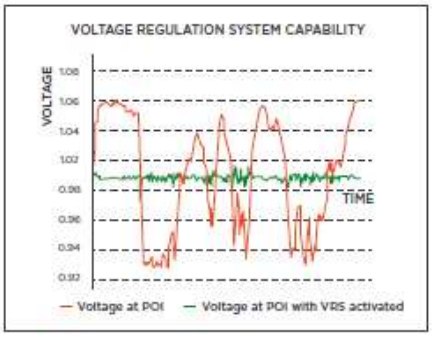
DYNAMIC GRID SUPPORT

The Power Electronics Power Plant Controller is a device used to manage PV plants in order to comply with all the utility and customer requirements, thanks to its fast and flexible control algorithms. The PPC helps the grid controller to manage the performance of the PV plant, guaranteeing grid quality requirements.

The PPC includes the latest utility interactive specifications to support the grid, by controlling the reactive and active power at the POI with a fast response time. This flexible plant control device allows the user to customize the unit, in order to comply with any grid code standards and regulations.







Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 3: PLANOS

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

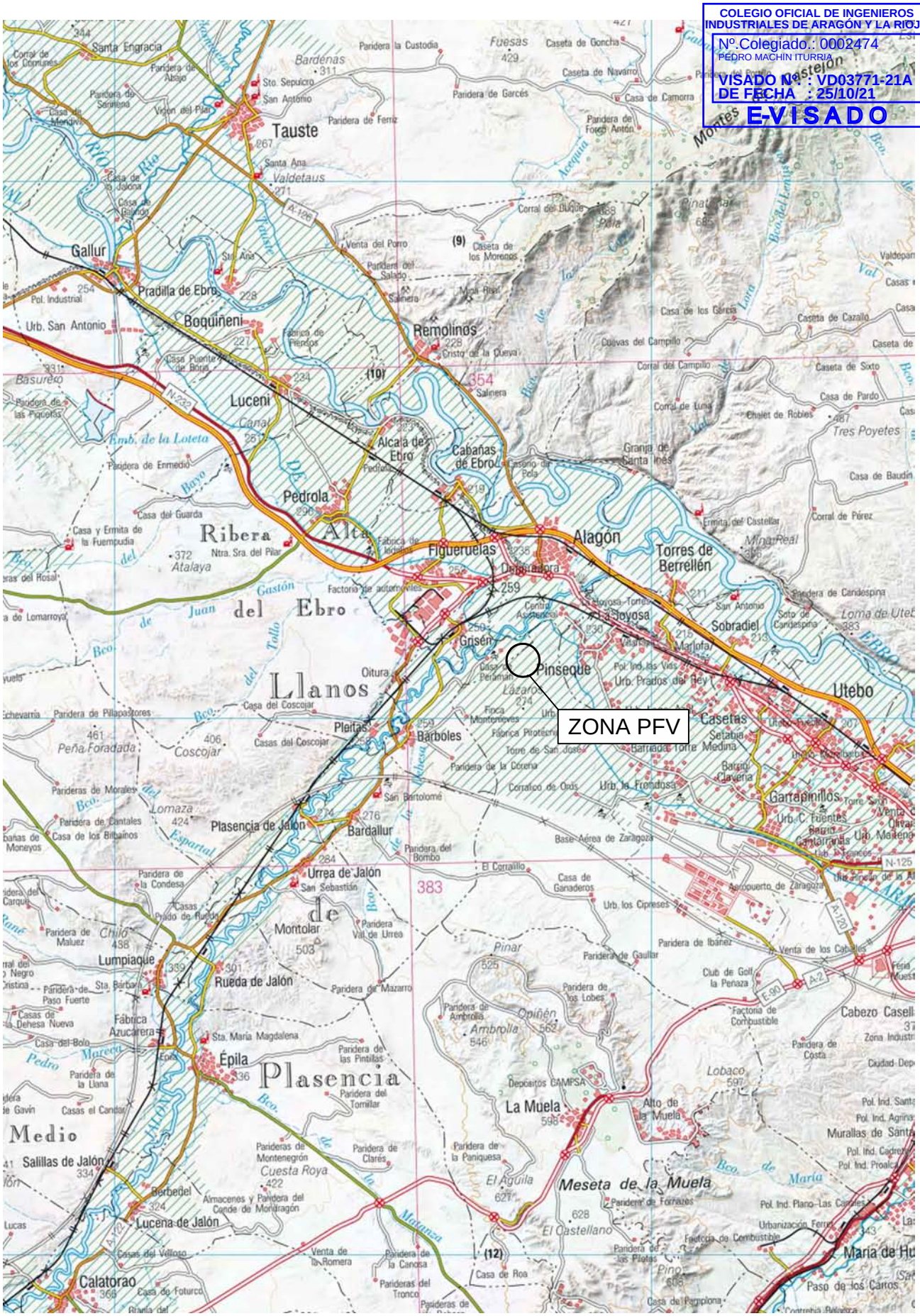
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

1. Situación
2. Emplazamiento
3. Planta general
4. Ortofoto
5. Trazado de caminos
6. Sección tipo caminos
7. Parcelario
8. Afecciones
9. Circuitos eléctricos y zanjas de M.T.
10. Zanjas tipo
11. Power Station MV SKID
12. Power Station TWIN SKID
13. Unifilares
14. Seguidor fotovoltaico
15. Puesta a tierra
16. Vallado
17. Centro de entrega
18. Punto limpio
19. Caseta de control y mantenimiento

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHÍN ITURRIA
VISADO Nº.: VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO SITUACIÓN	PLANO N 01	HOJA	ESCALA 1 : 200.000	ATALAYA GENERACIÓN

Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN		
Vértices Poligonal		
Vértice	X_{UTM}	Y_{UTM}
1	654.576	4.621.607
2	654.635	4.621.574
3	654.704	4.621.514
4	654.738	4.621.492
5	654.816	4.621.447
6	654.934	4.621.360
7	655.163	4.621.641
8	655.422	4.621.992
9	655.430	4.622.002
10	655.474	4.622.052
11	655.526	4.622.113
12	655.554	4.622.092
13	655.628	4.622.172
14	655.189	4.622.439
15	654.979	4.622.258
16	654.834	4.621.873

PFV LA BARDINA 2 Y SU AMPLIACIÓN
(Objeto de otro proyecto)

PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

Poligonal PFV
Vallado PFV
Ruta de acceso

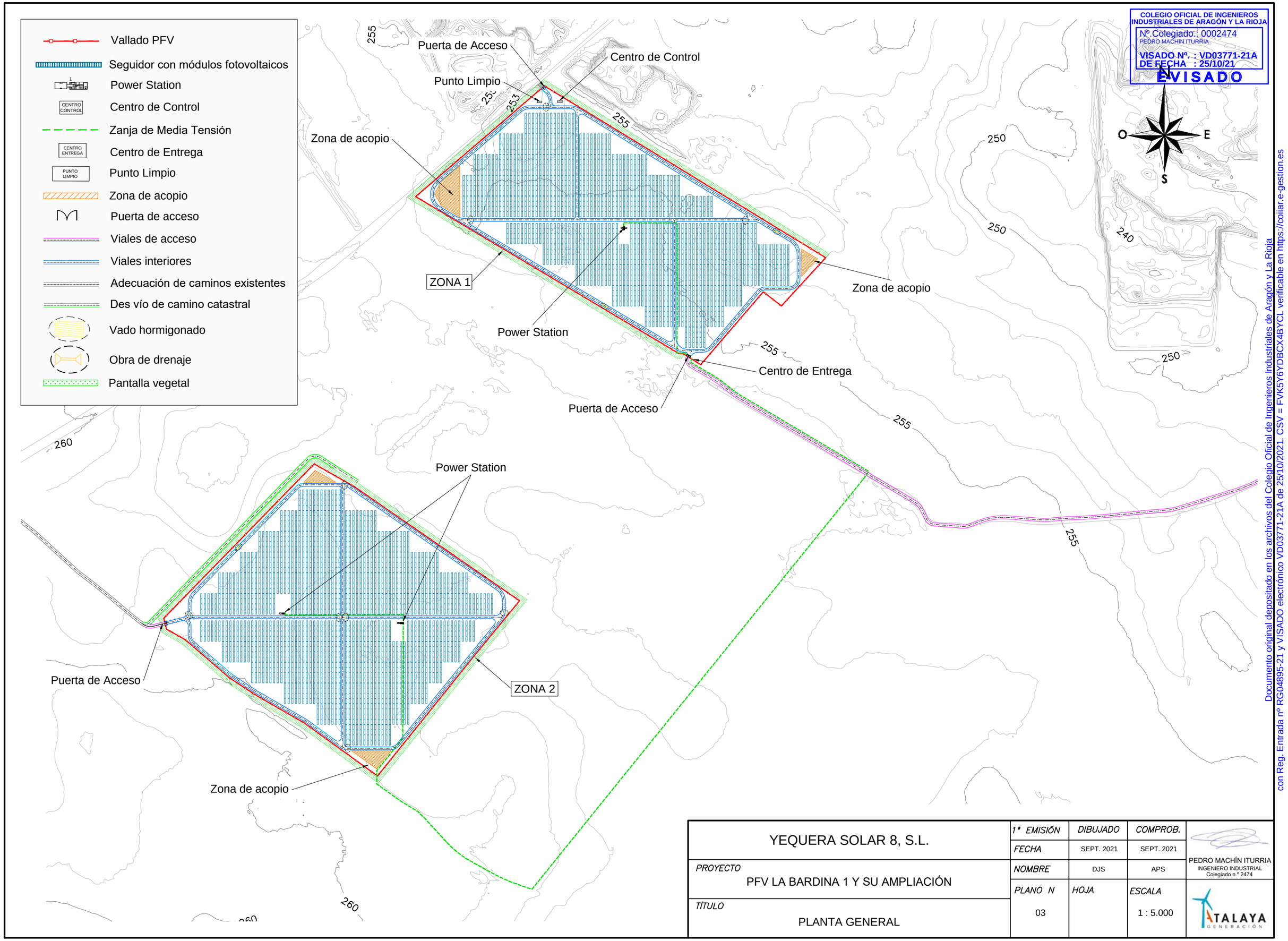
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021
PROYECTO: PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS
TÍTULO: EMPLAZAMIENTO	PLANO N: 02	HOJA	ESCALA: 1 : 25.000

PEDRO MACHÍN ITURRIA
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado n.º 2474

ATALAYA GENERACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
EVISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO PLANTA GENERAL	PLANO N 03	HOJA	ESCALA 1 : 5.000	ATALAYA GENERACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
VISADO

- Vallado PFV
- Seguidor con módulos fotovoltaicos
- Power Station
- Centro de Control
- Zanja de Media Tensión
- Centro de Entrega
- Punto Limpio
- Zona de acopio
- Puerta de acceso
- Viales de acceso
- Viales interiores
- Adecuación de caminos existentes
- Des vío de camino catastral
- Vado hormigonado
- Obra de drenaje
- Pantalla vegetal

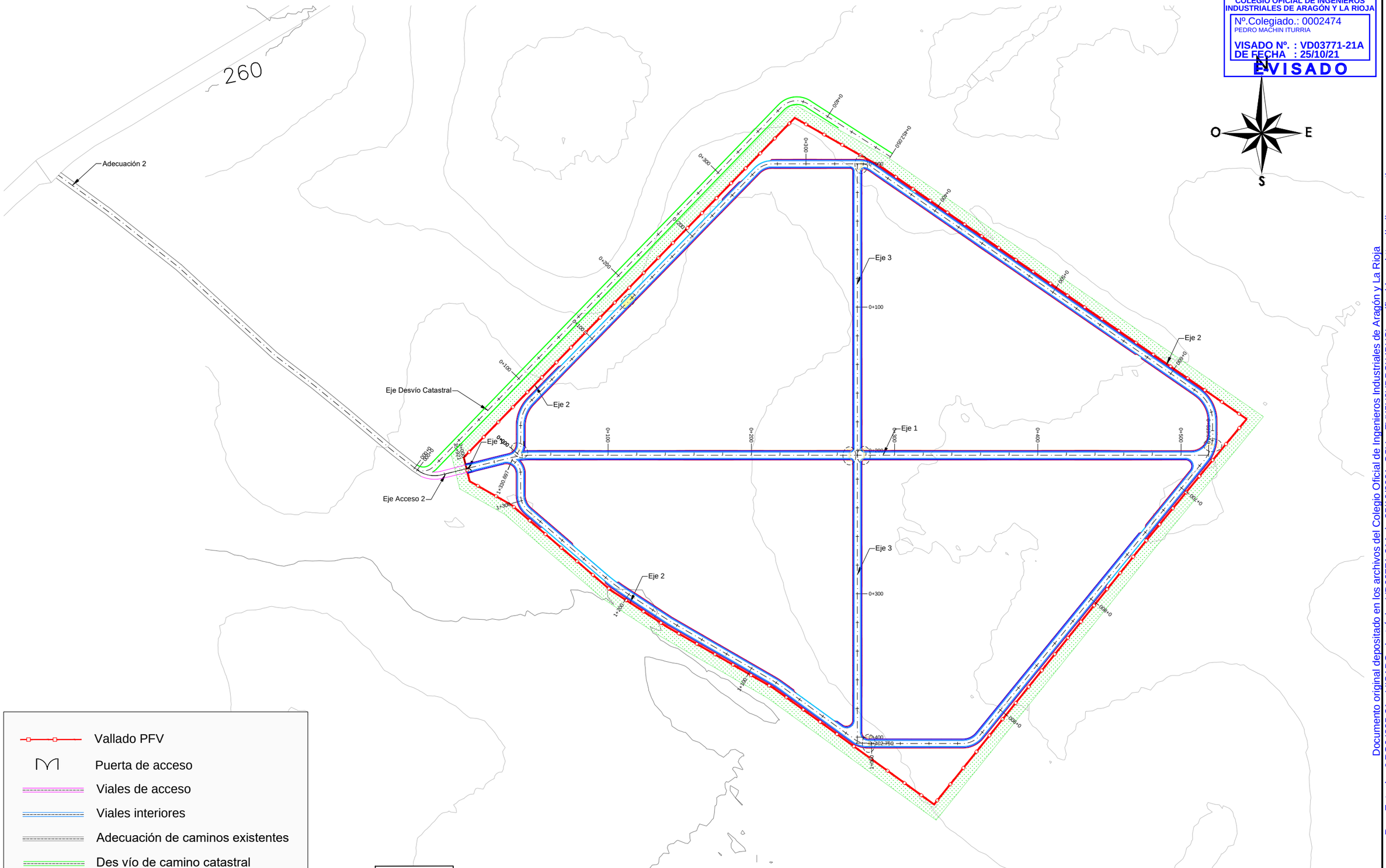
Puerta de Acceso
Punto Limpio
Centro de Control
Zona de acopio
ZONA 1
Power Station
Zona de acopio
Centro de Entrega
Puerta de Acceso
Power Station
Puerta de Acceso
ZONA 2
Zona de acopio

N
O
E
S

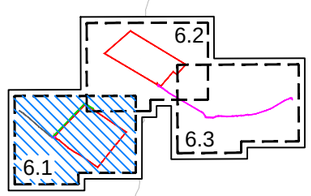
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO ORTOFOTO	PLANO Nº 04	HOJA	ESCALA 1 : 5.000	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
VISADO



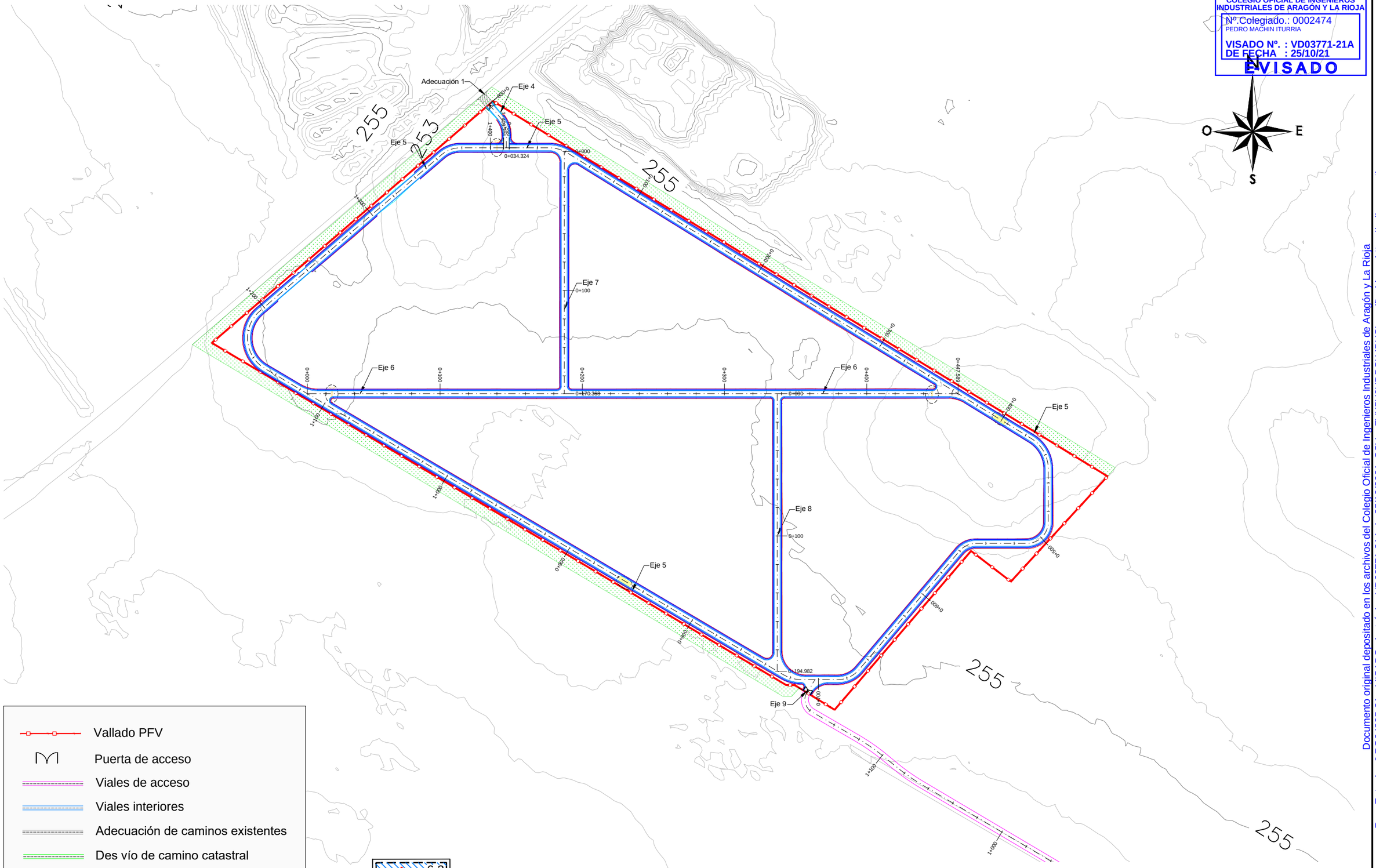
- Vallado PFV
- Puerta de acceso
- Viales de acceso
- Viales interiores
- Adecuación de caminos existentes
- Des vío de camino catastral
- Desmonte / terraplén
- Vado hormigonado
- Obra de drenaje
- Pantalla vegetal



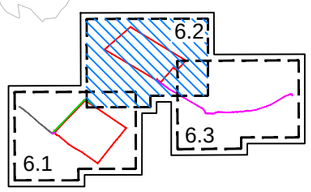
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO TRAZADO CAMINOS	PLANO N 05	HOJA 1 de 3	ESCALA 1 : 2.500	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



- Vallado PFV
- Puerta de acceso
- Viales de acceso
- Viales interiores
- Adecuación de caminos existentes
- Des vío de camino catastral
- Desmonte / terraplén
- Vado hormigonado
- Obra de drenaje
- Pantalla vegetal



YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA, INGENIERO INDUSTRIAL, Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO: PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
	PLANO Nº	HOJA	ESCALA	
TÍTULO: TRAZADO CAMINOS	05	2 de 3	1 : 2.500	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
VISADO



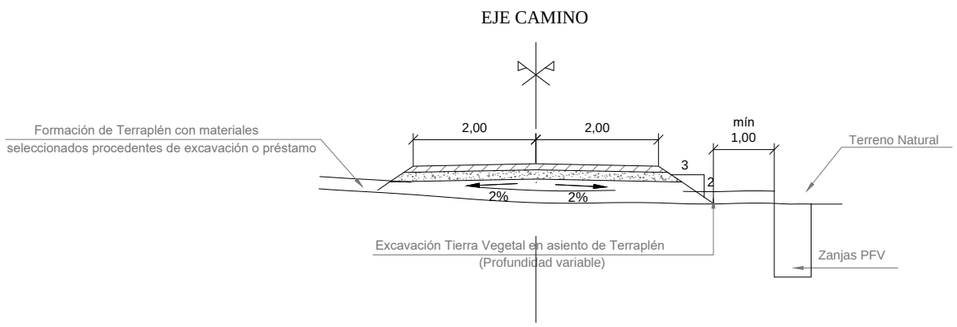
- Vallado PFV
- Puerta de acceso
- Viales de acceso
- Viales interiores
- Adecuación de caminos existentes
- Des vío de camino catastral
- Desmonte / terraplén
- Vado hormigonado
- Obra de drenaje
- Pantalla vegetal

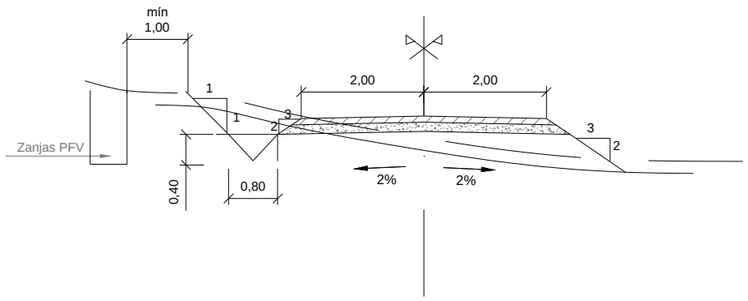
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO TRAZADO CAMINOS	05	3 de 3	1 : 2.500	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

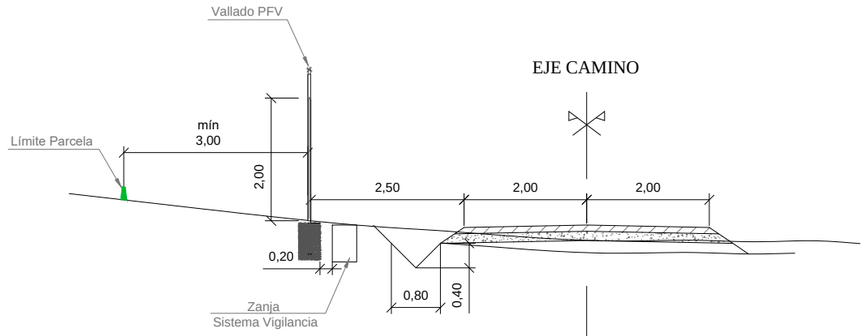
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

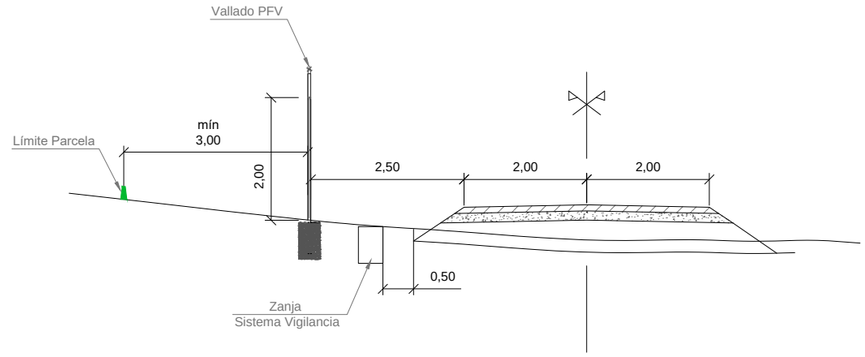
VIALES





VIALES PERIMETRALES





FIRMES

Base

Subbase

Notas:

Los viales de acceso tendrán una anchura de 5 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.

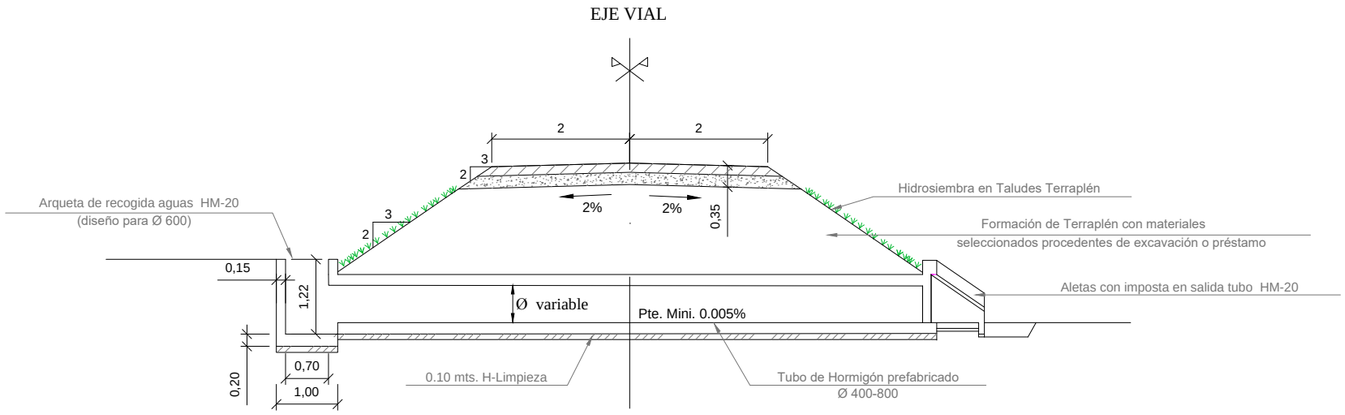
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO SECCIÓN TIPO: viales	PLANO N 06	HOJA 1 de 3	ESCALA 1 : 100	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

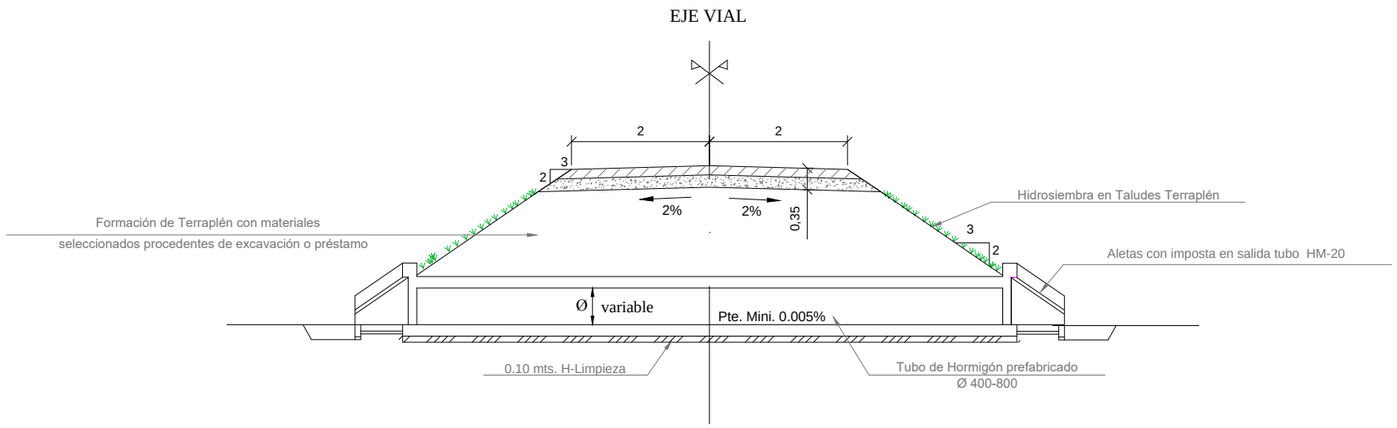
SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)

ARQUETA-ALETAS



SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)

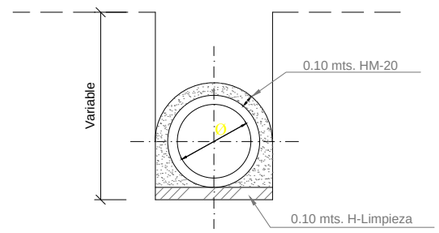
ALETAS-ALETAS



OBRA DE DRENAJE

(SECCIÓN TRANSVERSAL)

E: 1/50



FIRMES

Base (0.15 mts.)

Subbase (0.20 mts.)

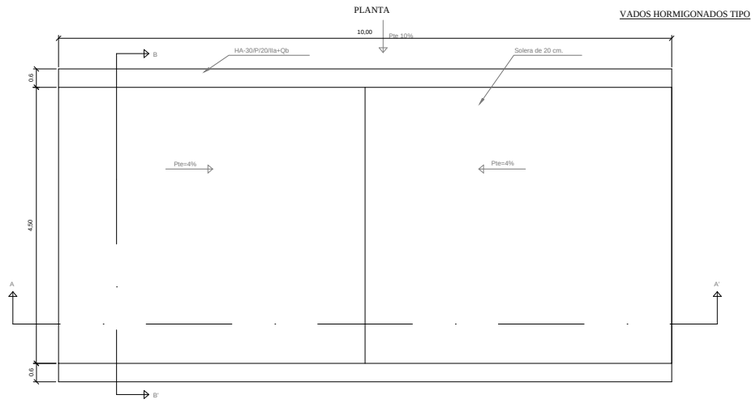
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES				
TIPOS DE HORMIGÓN	ÁRIDOS A UTILIZAR		CEMENTO	CONSISTENCIA
	TIPO DE ÁRDIO	GRANULO MÁX.	DESIGNACIÓN art. 37.3.2 EHE	ASIENTO CONO ABRAMS UNE 7.103
HM-20/P/40/IIa (en limpieza y elementos Arquetas)	RODADO	40 mm	CEM II/A-V42.5	5-8 cm

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO SECCIÓN TIPO: vial terraplén + drenaje	PLANO N 06	HOJA 2 de 3	ESCALA 1 : 100	ATALAYA GENERACIÓN

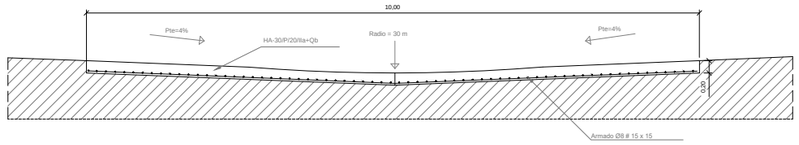
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

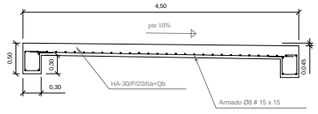
SECCIÓN TIPO VADO HORMIGONADO



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'



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:

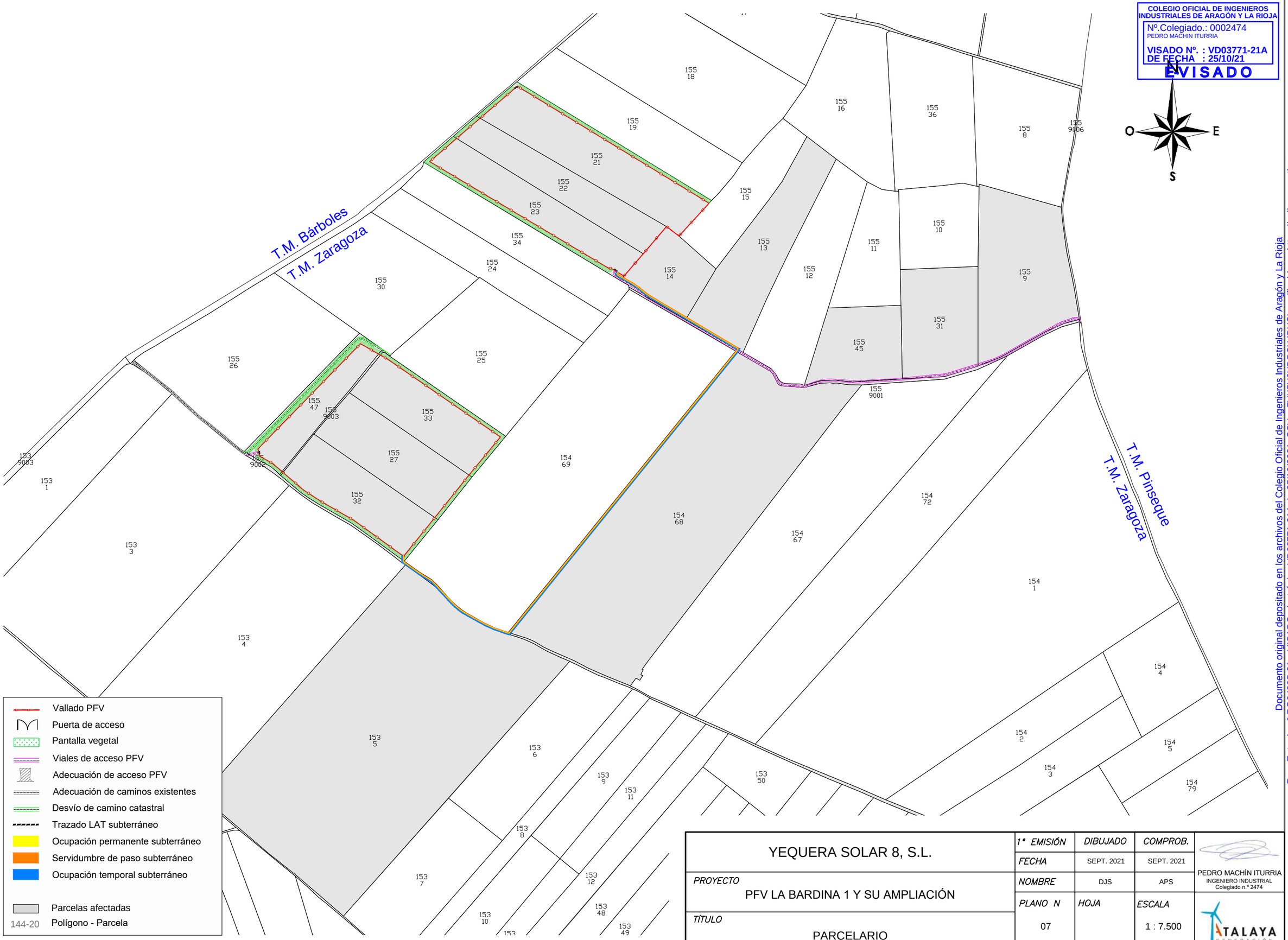
RESISTENCIA DEL TERRENO σ_T= 2 Kg/cm²

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

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO SECCIÓN TIPO: vado hormigonado	PLANO N 06	HOJA 3 de 3	ESCALA 1 : 100	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

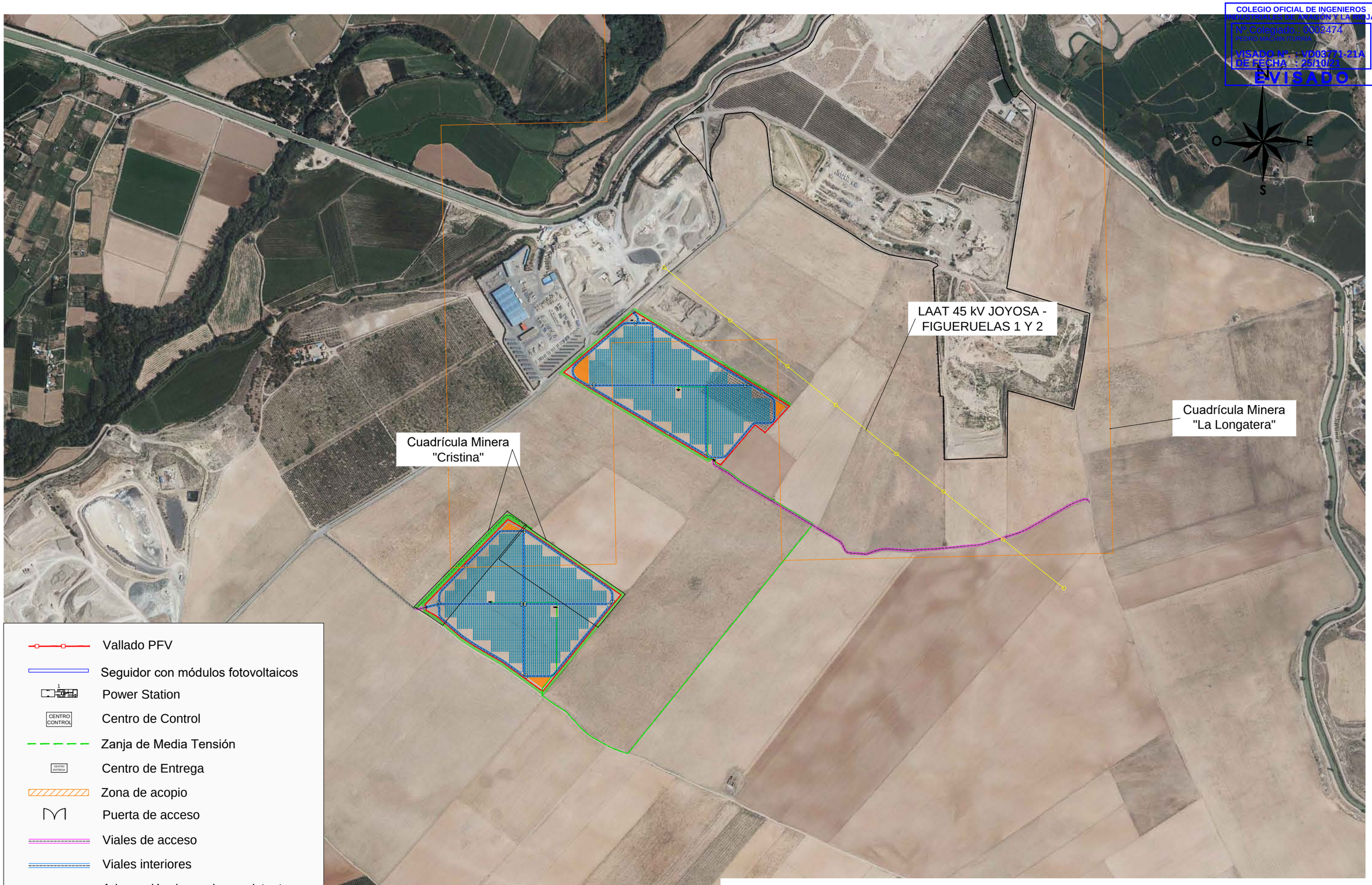


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
EVISADO

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	ATALAYA GENERACIÓN
TÍTULO PARCELARIO	07		1 : 7.500	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado : 0002474
PEDRO MACHÍN ITURRIA
VISADO Nº : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
EVISADO

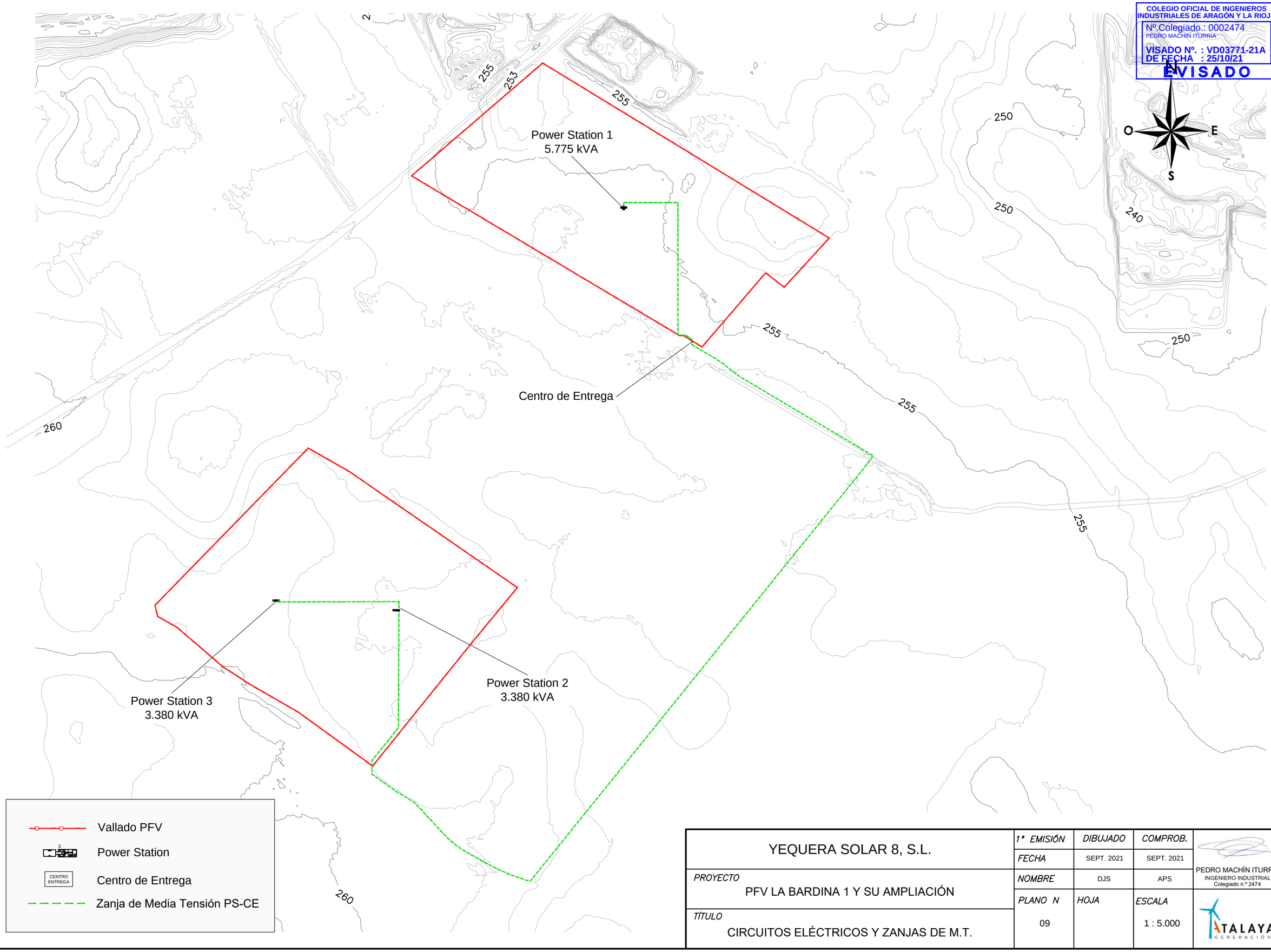


- Vallado PFV
- Seguidor con módulos fotovoltaicos
- Power Station
- CENTRO CONTROL — Centro de Control
- Zanja de Media Tensión
- CENTRO ENTREGA — Centro de Entrega
- Zona de acopio
- Puerta de acceso
- Viales de acceso
- Viales interiores
- Adecuación de caminos existentes
- Desvio de camino catastral
- LAAT 45 kV Joyosa-Figueruelas 1 y 2
- Cuadrícula minera "La Longatera"
- Cuadrícula minera "Cristina"

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO AFECCIONES	PLANO N 08	HOJA	ESCALA 1 : 10.000	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHÍN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
VISADO



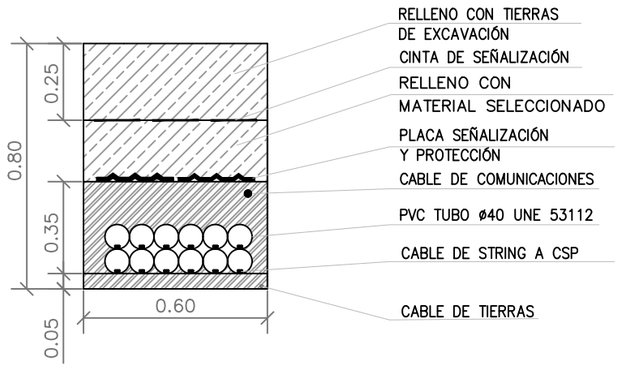
Vallado PFV
Power Station
CENTRO ENTREGA
Centro de Entrega
Zanja de Media Tensión PS-CE

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ZANJAS DE M.T.	PLANO N 09	HOJA	ESCALA 1 : 5.000	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

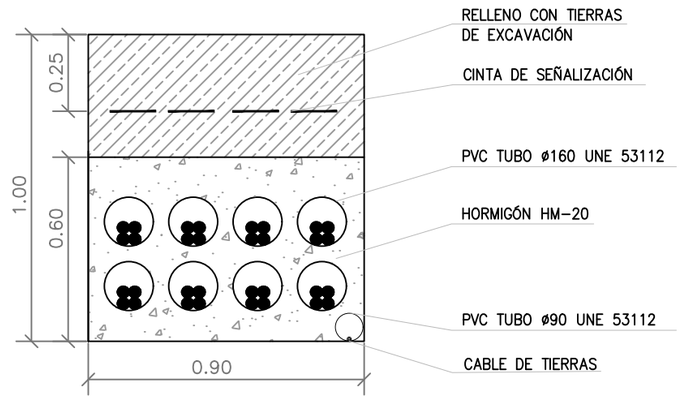
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ZANJA DC "TIPO A"
STRING A CSP



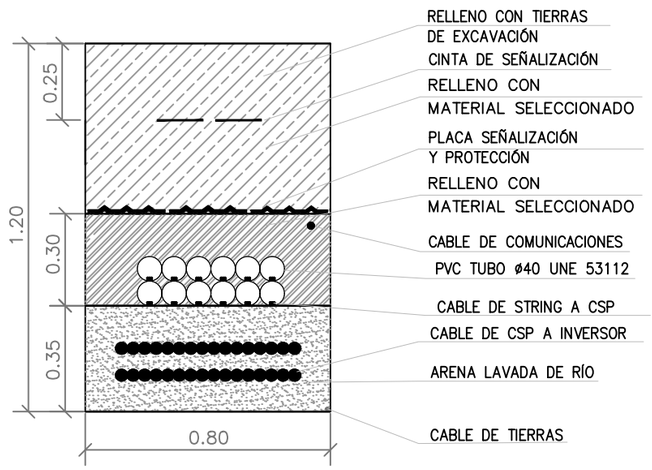
NOTA:
Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO B' "
CSP A INVERSOR (HORMIGÓN)

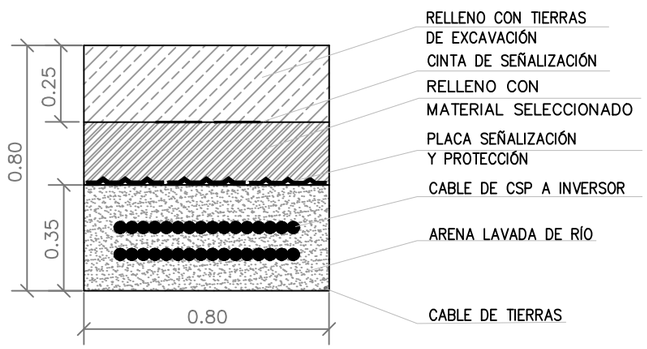


NOTA:
Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO C"
CRUZAMIENTO: ZANJA DC "TIPO A" CON ZANJA DC "TIPO B"

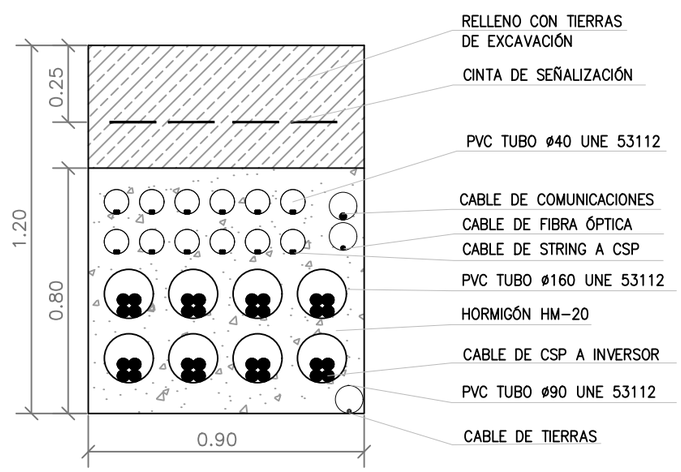


ZANJA DC "TIPO B"
CSP A INVERSOR

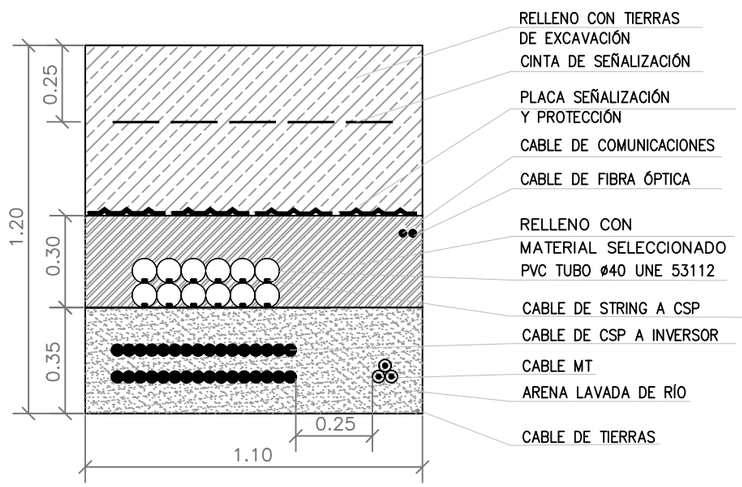


NOTA:
Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO B" "
CSP A INVERSOR (HORMIGÓN)



ZANJA COMPARTIDA "TIPO D"
CRUZAMIENTO CSP A INVERSOR

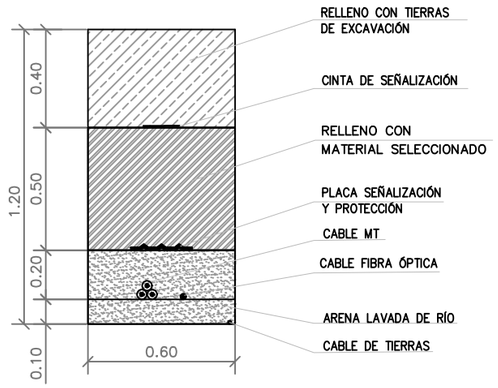


YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
	PLANO Nº	HOJA	ESCALA	
TÍTULO ZANJAS TIPO. BAJA TENSIÓN	10	1 de 3	1 : 20	ATALAYA GENERACIÓN

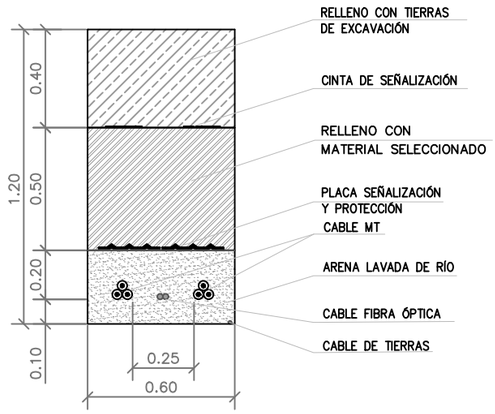
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

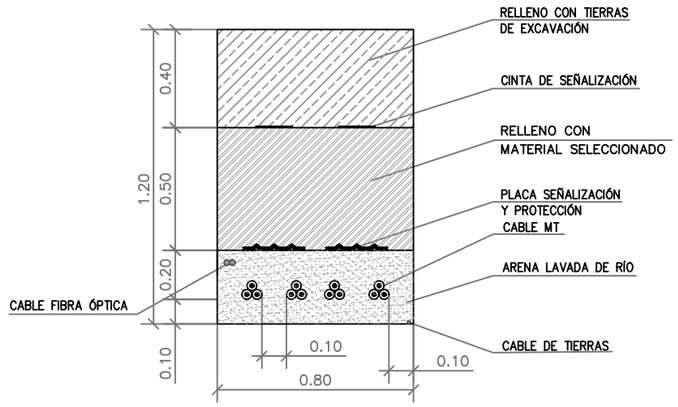
ZANJA
1 CÍRCUITO MT



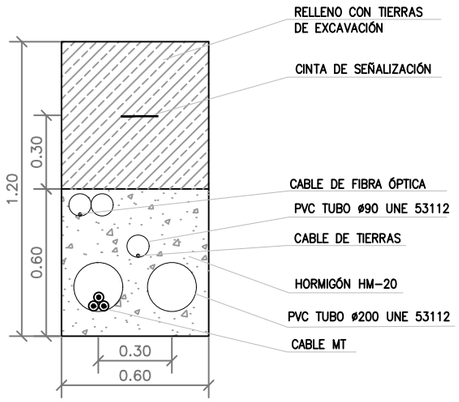
ZANJA
2 CÍRCUITOS MT



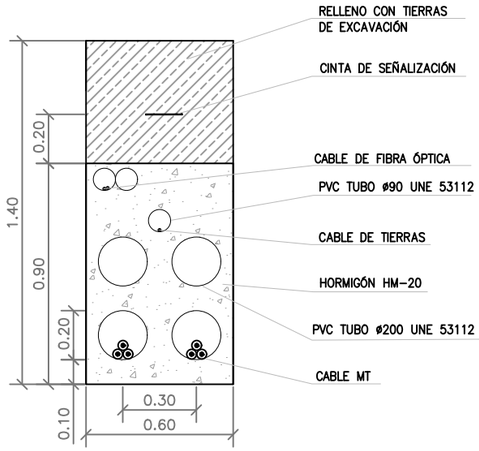
ZANJA
4 CÍRCUITOS MT



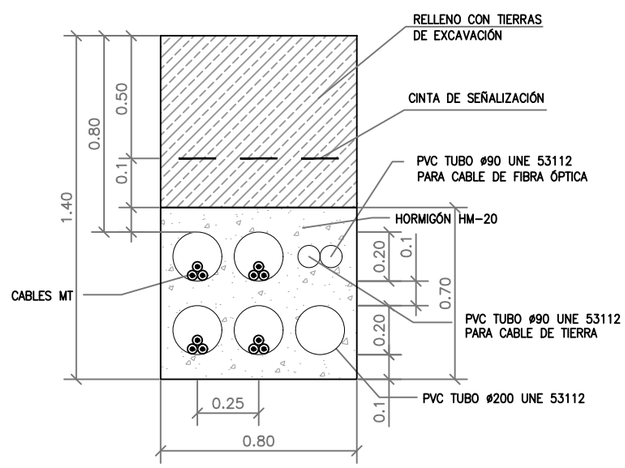
ZANJA CRUCE
1 CIRCUITO MT



ZANJA CRUCE
2 CIRCUITOS MT



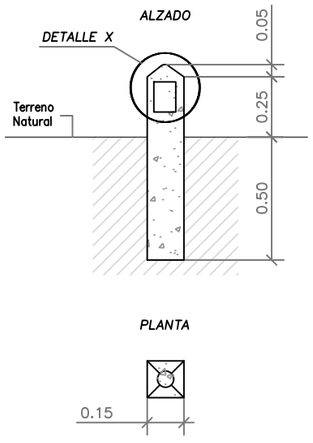
ZANJA CRUCE
4 CÍRCUITOS MT



DETALLE X
PLACA SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO



HITOS DE SEÑALIZACIÓN



NOTAS:

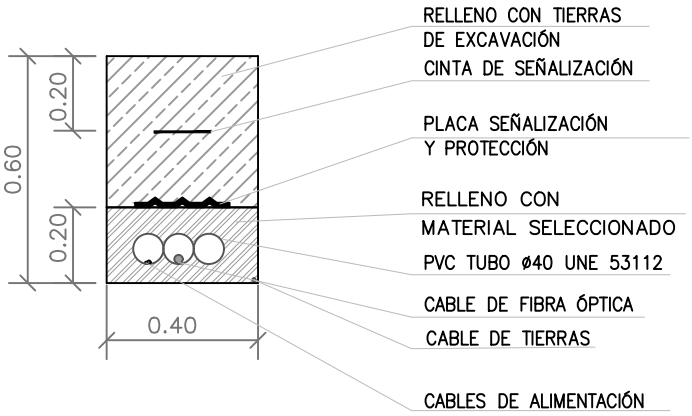
1. LA PROTECCIÓN MECÁNICA DE LOS CABLES CUBRIRÁ LA PROYECCIÓN EN PLANTA DE LOS MISMOS.
2. LOS HITOS DE SEÑALIZACIÓN SE COLOCARÁN A UN MÁXIMO DE 50 M ENTRE ELLOS, EN TRAMOS RECTOS, EN TODOS LOS LUGARES DONDE SE UBIQUE UN EMPALME Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LA ZANJA, EN EL CASO DE HITOS QUE SEÑALICEN EMPALMES SE INDICARÁ UNA MARCA DE COLOR ROJO.
3. UNIDAD DE MEDIDA DE LAS COTAS, MM.

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO ZANJAS TIPO. MEDIA TENSIÓN	PLANO N 10	HOJA 2 de 3	ESCALA 1 : 25	ATALAYA GENERACIÓN

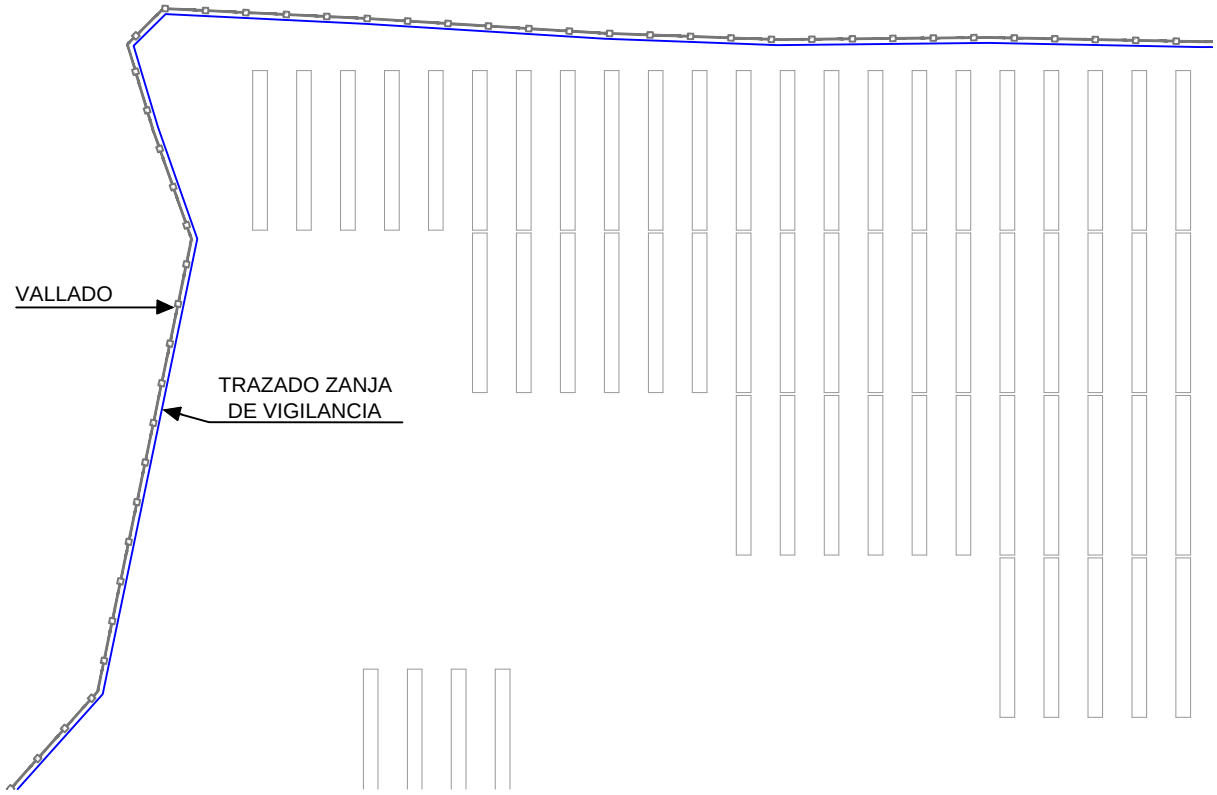
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ZANJA SISTEMA
DE VIGILANCIA
Escala 1 : 20



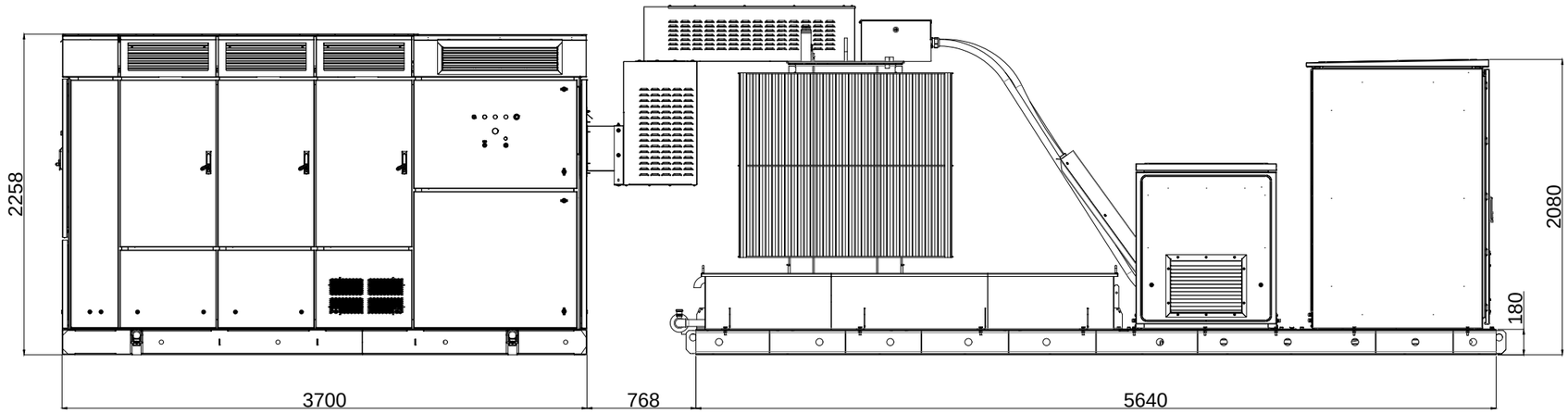
UBICACIÓN TIPO ZANJA SISTEMA DE VIGILANCIA
Escala: S/E

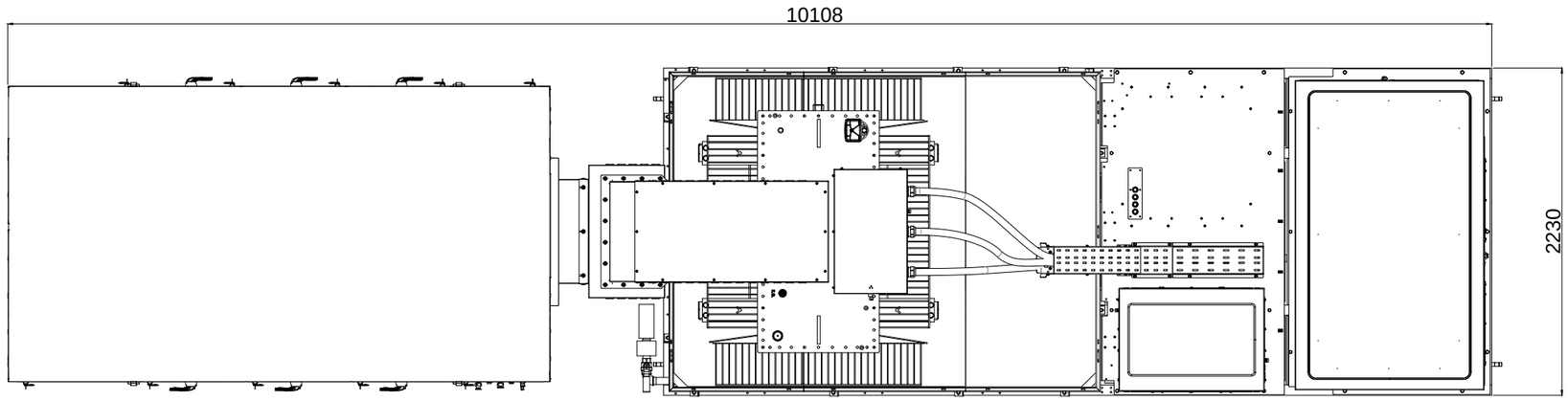


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO ZANJAS TIPO. VIGILANCIA	PLANO N 10	HOJA 3 de 3	ESCALA Indicadas	ATALAYA GENERACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

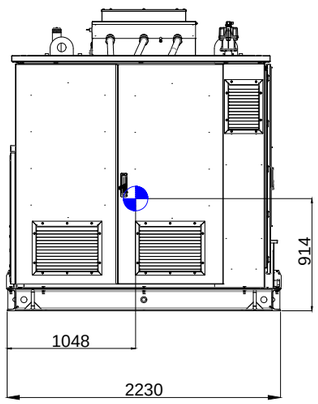


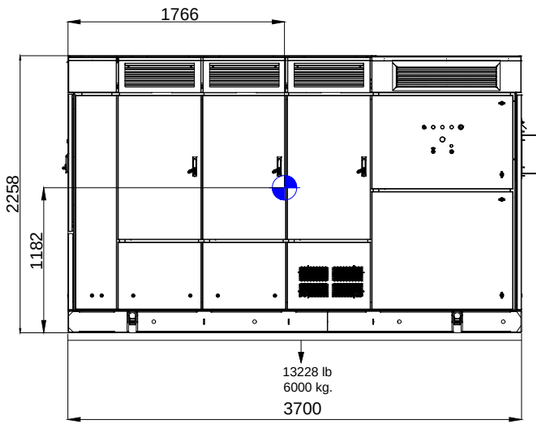


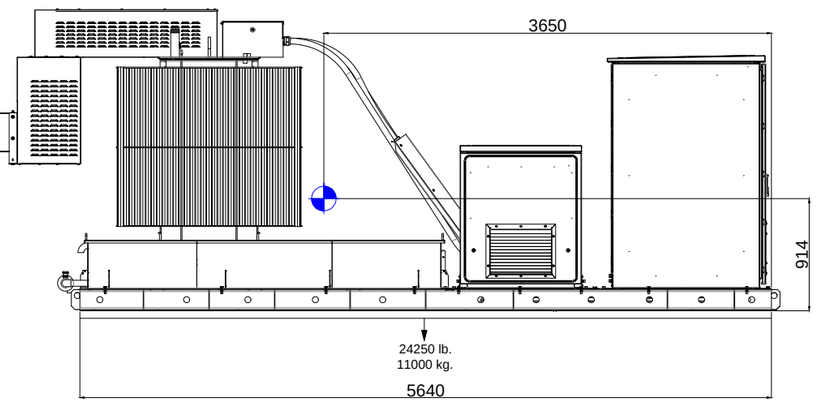
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO POWER ELECTRONICS MV SKID: Dimensiones generales	PLANO N 11	HOJA 1 de 3	ESCALA 1 : 40	ATALAYA GENERACIÓN

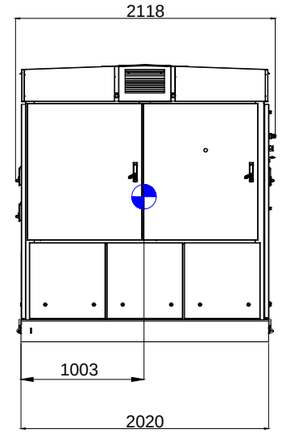
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

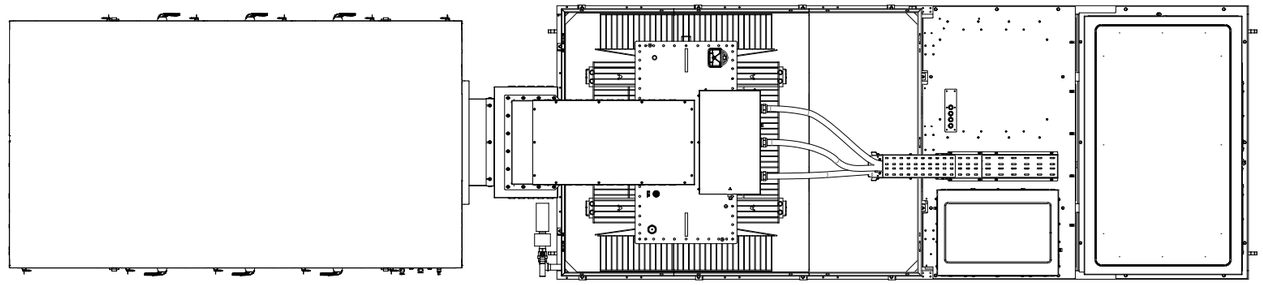
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO







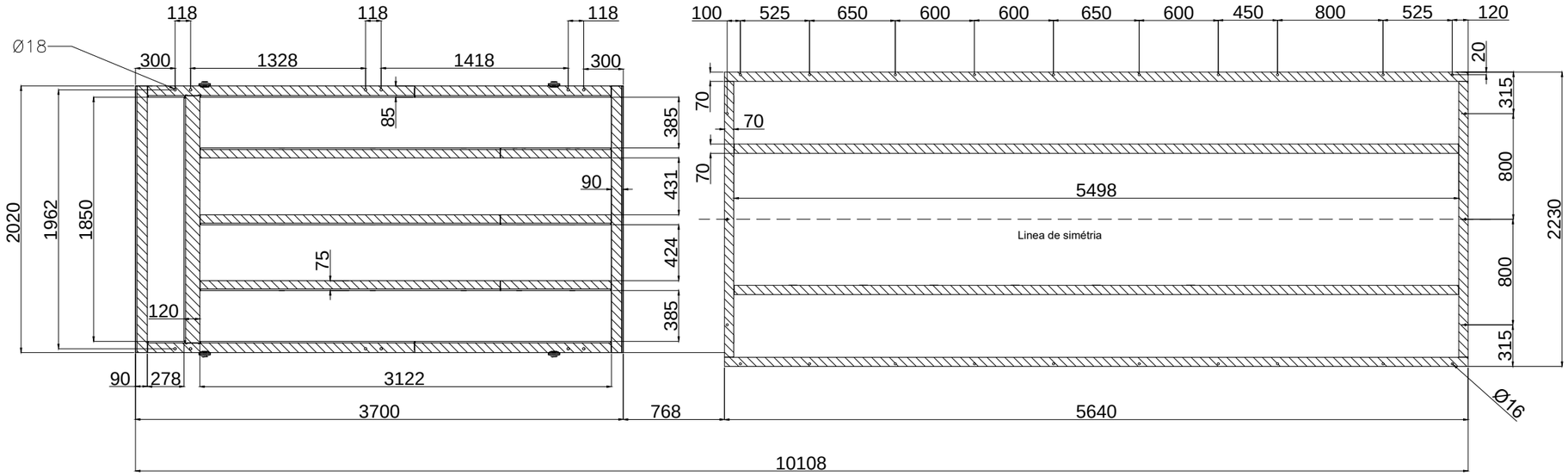




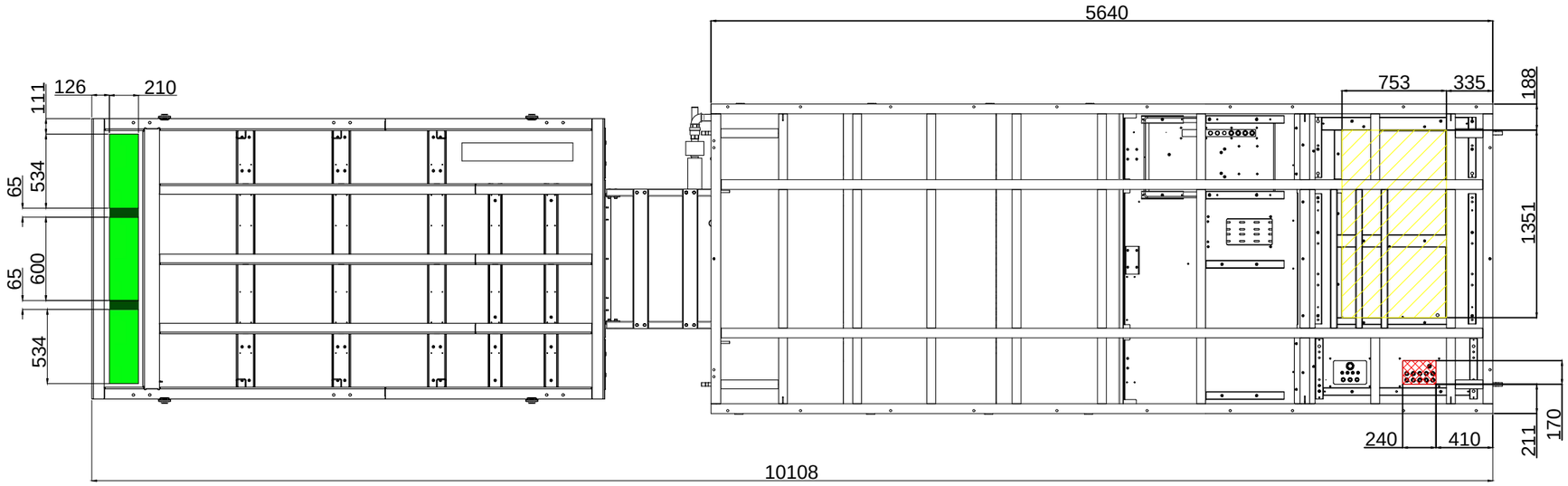
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO POWER ELECTRONICS MV SKID: Centros de masa y cargas	PLANO N 11	HOJA 2 de 3	ESCALA 1 : 50	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



TOP VIEW FOOTPRINT



BOTTOM VIEW
CABLE INPUT DETAIL

Entrada de los cables DC y cables de tierra

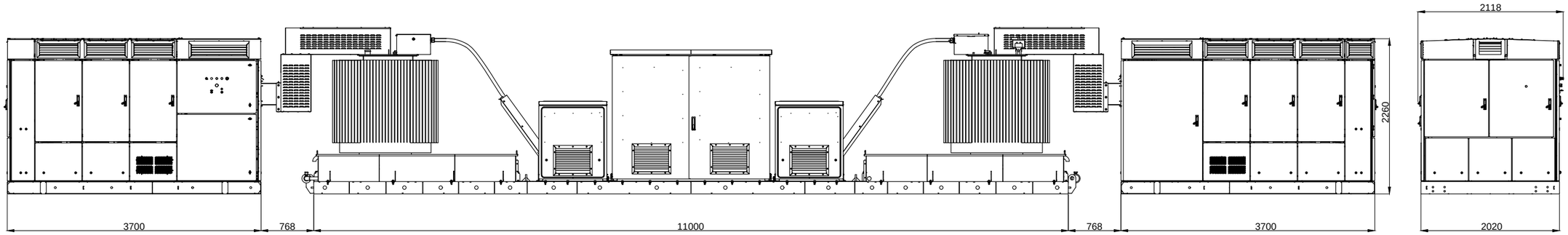
Conexión MT

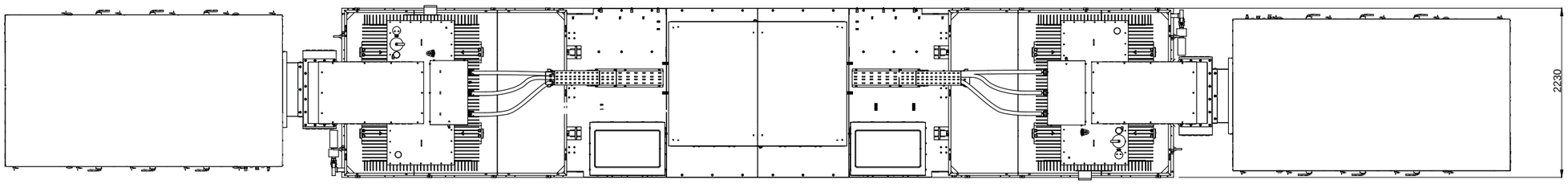
Tierra de los armarios de BT y comunicaciones (FO)

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO POWER ELECTRONICS MV SKID: huella y detalle cables	PLANO N 11	HOJA 3 de 3	ESCALA 1 : 40	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

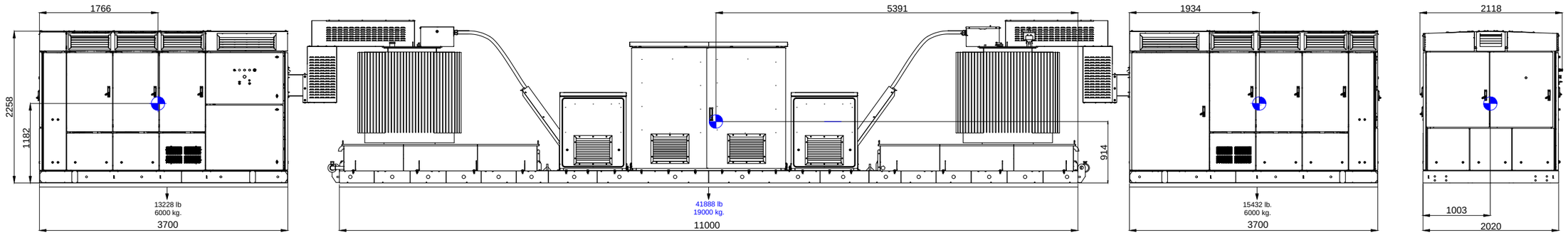


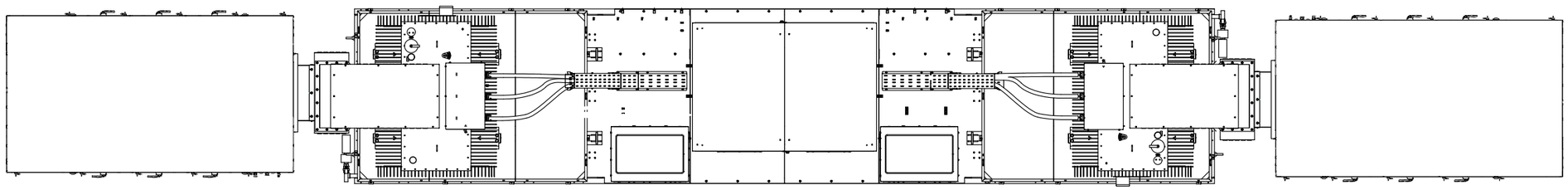


YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO POWER ELECTRONICS TWIN SKID: Dimensiones generales	PLANO N 12	HOJA 1 de 3	ESCALA 1 : 65	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

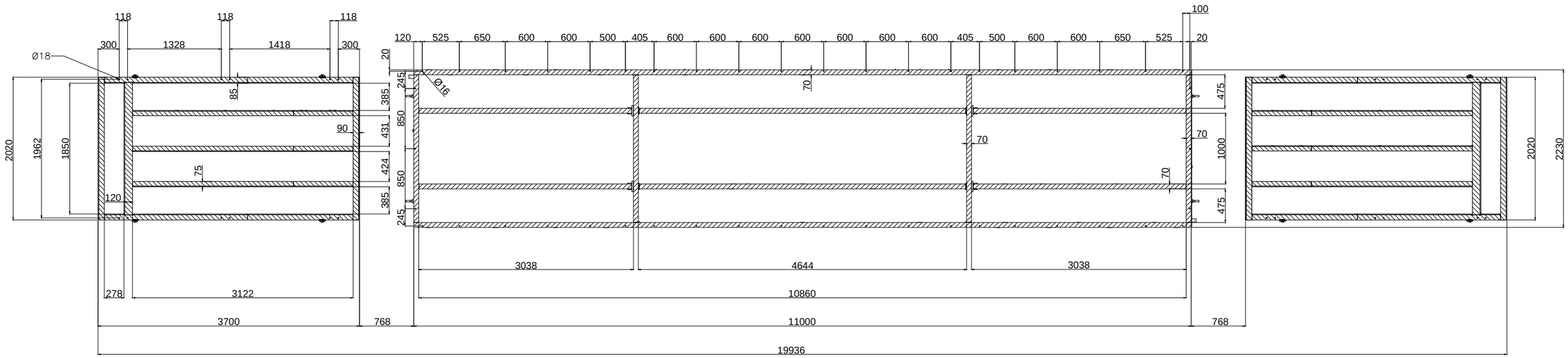




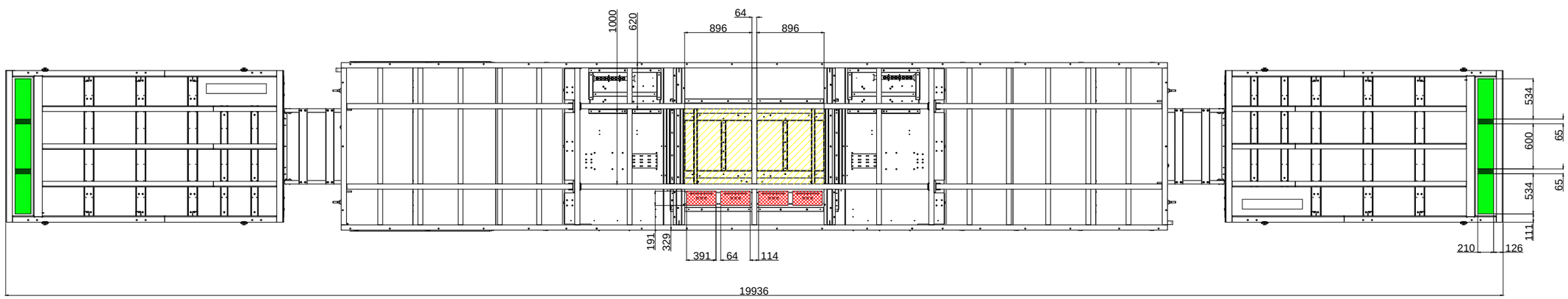
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1º EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	ATALAYA GENERACIÓN
TÍTULO POWER ELECTRONICS TWIN SKID: Centros de masa y cargas	12	2 de 3	1 : 65	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



TOP VIEW FOOTPRINT



BOTTOM VIEW
CABLE INPUT DETAIL

Entrada de los cables DC y cables de tierra

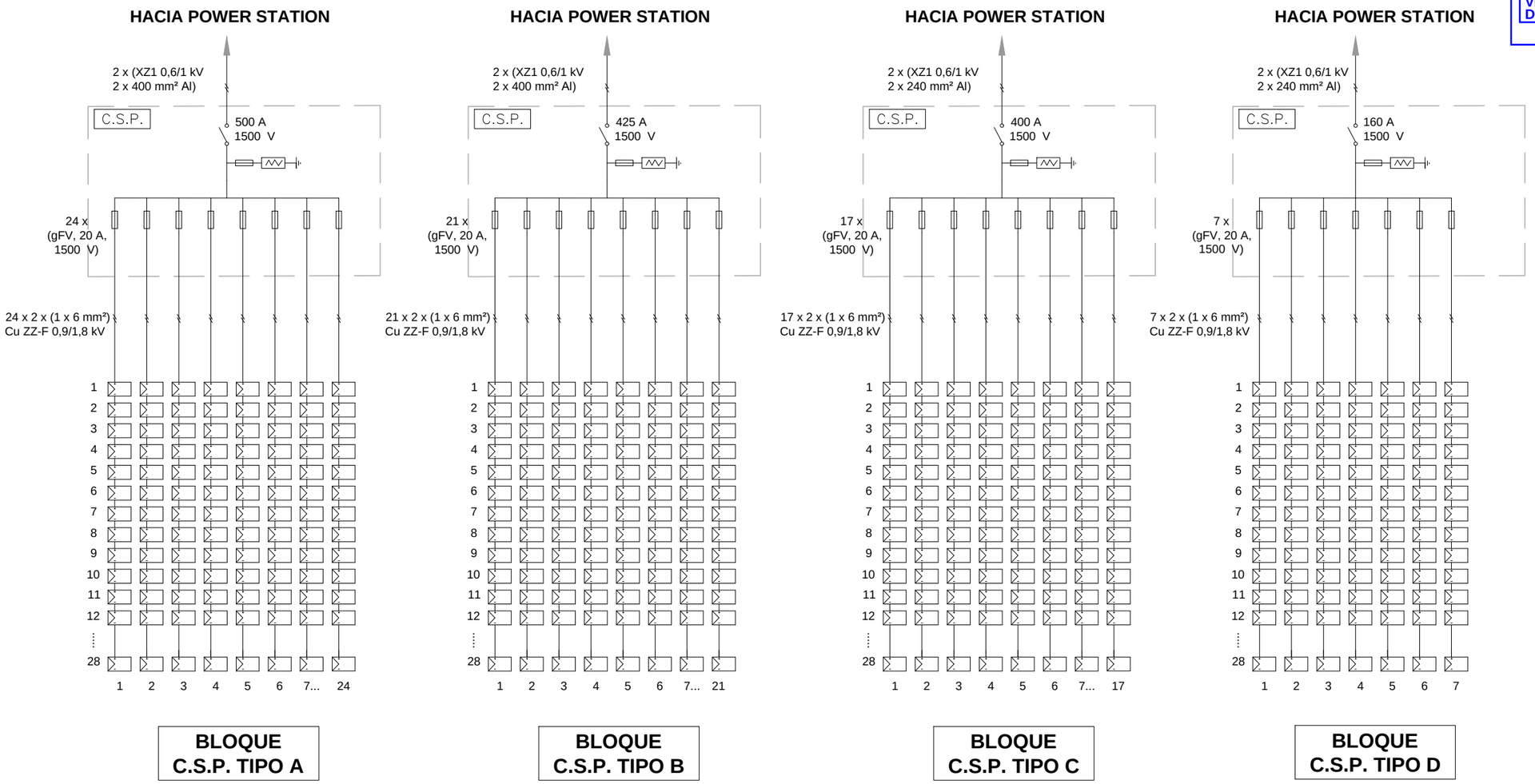
Conexión MT

Tierra de los armarios de BT y comunicaciones (FO)

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	ATALAYA GENERACIÓN
TÍTULO POWER ELECTRONICS TWIN SKID: huella y detalle cables	12	3 de 3	1 : 60	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

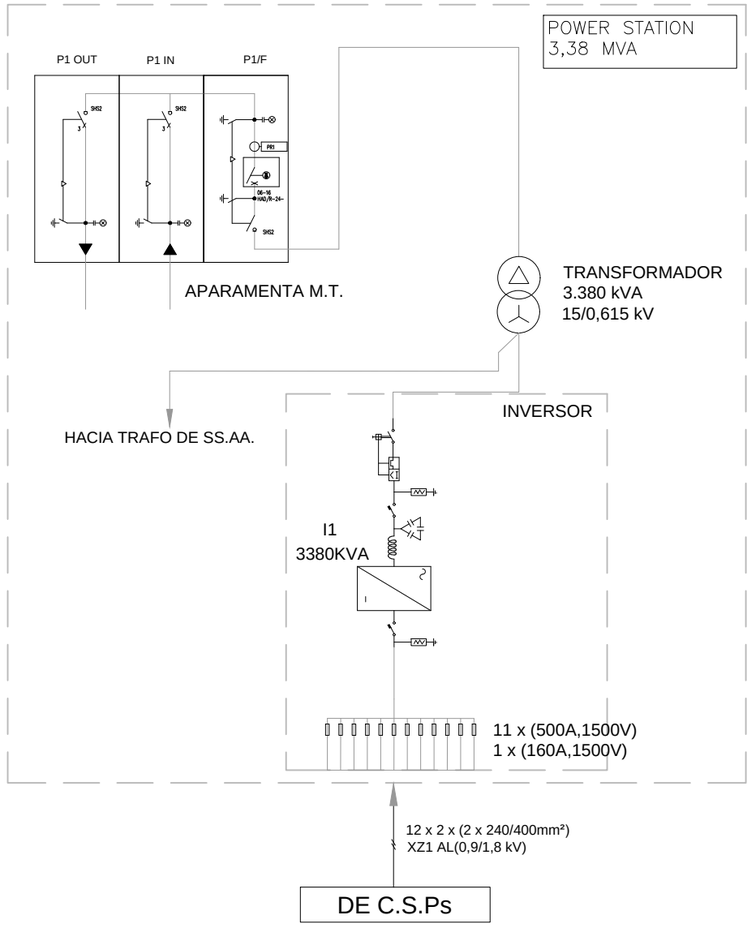


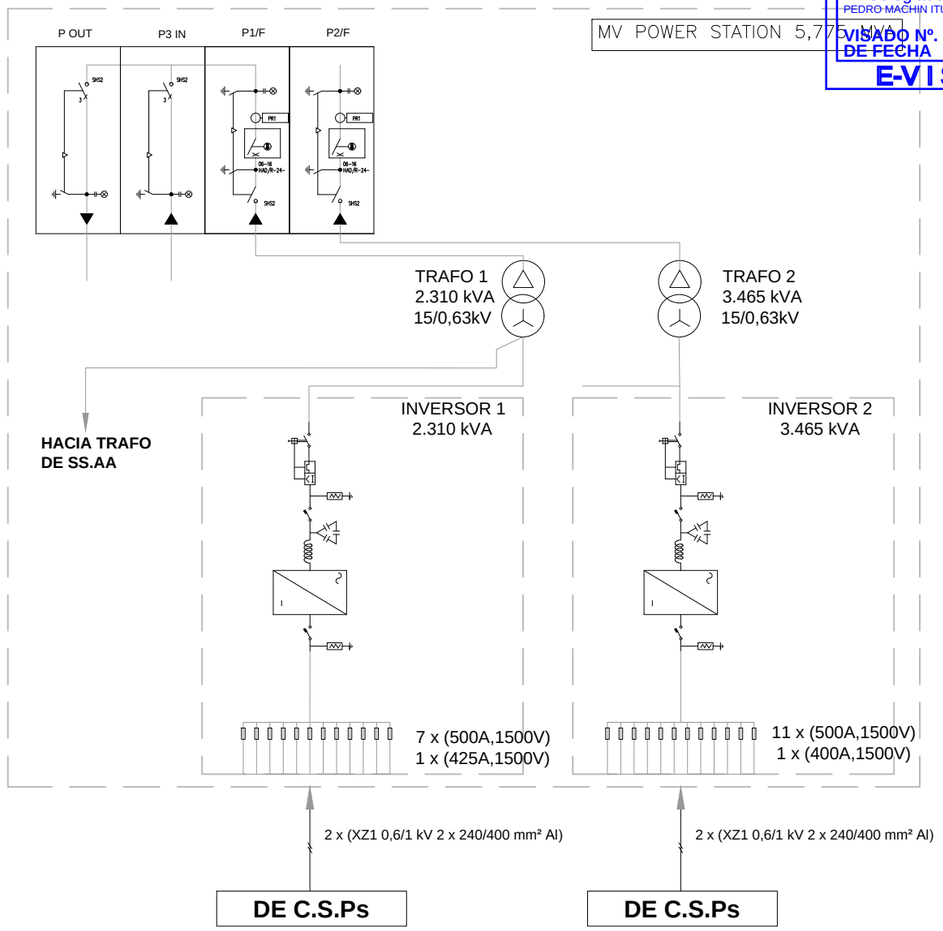
Bloque CSP Tipo	A	B	C	D
Nº módulos/rama	28			
Nº ramas	24	21	17	7
Nº módulos/CSP	672	588	476	196
Cable String – C.S.P.	ZZ-F 0,6/1 kV 2 x 6 Cu			
Fusible protección ramas	20 A, 1.500 V			
C.S.P	1			
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)			
Potencia de módulos fotovoltaicos (kWp)	339,36	296,94	240,38	98,98

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO UNIFILAR BLOQUES C.S.P.	PLANO N 13	HOJA 1 de 5	ESCALA 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO





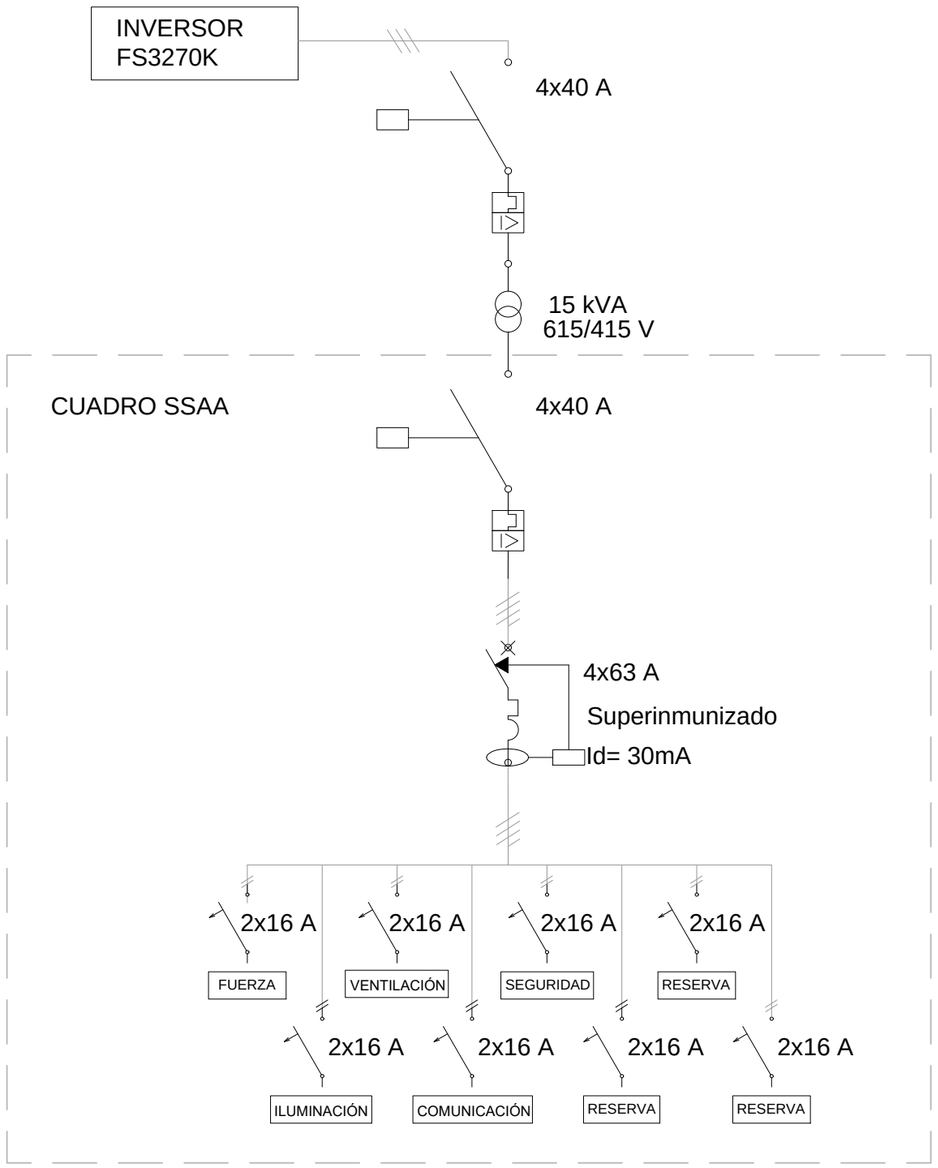
Características bloque 3,38 MVA	
Número de bloques en el PFV	2
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	7.588
Módulos en serie	28
Ramas en paralelo	271
Bloques C.S.P	12 (11 CSP A + 1 CSP D)
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)
Fusibles protección inversor	12 x (160/500 A, 1.500 V)
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	3,380
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	3.831,94

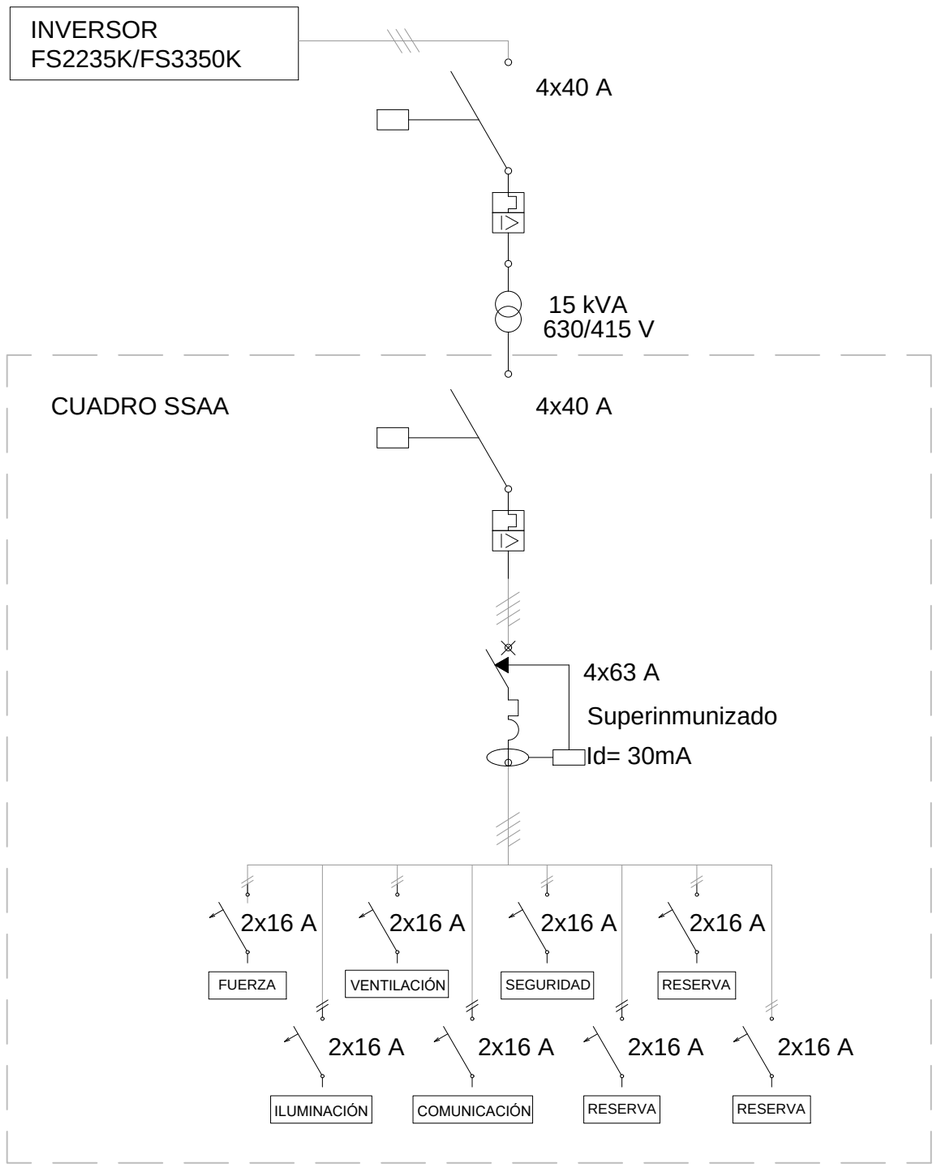
Características bloque 5,775 MVA		
	Inversor 2,31 MVA	Inversor 3,465 MVA
Número de bloques en el PFV	1	1
Módulos fotovoltaicos 505 Wp	5.292	7.868
Módulos en serie	28	
Ramas en paralelo	189	281
Bloques C.S.P	8 (7 CSP A + 1 CSP B)	12 (11 CSP A + 1 CSP C)
Cable C.S.P. - Inversor	2 x (XZ1 0,6/1 kV 2 x 240 / 400 Al)	
Fusibles protección inversor	8 x (425/500 A, 1.500 V)	12 x (400/500 A, 1.500 V)
Potencia en inversores a 40ºC (MVA)	2,310	3,465
Potencia de módulos fotovoltaicos (MWp)	2.672,46	3.973,34

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO UNIFILAR POWER STATION	PLANO N 13	HOJA 2 de 5	ESCALA 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



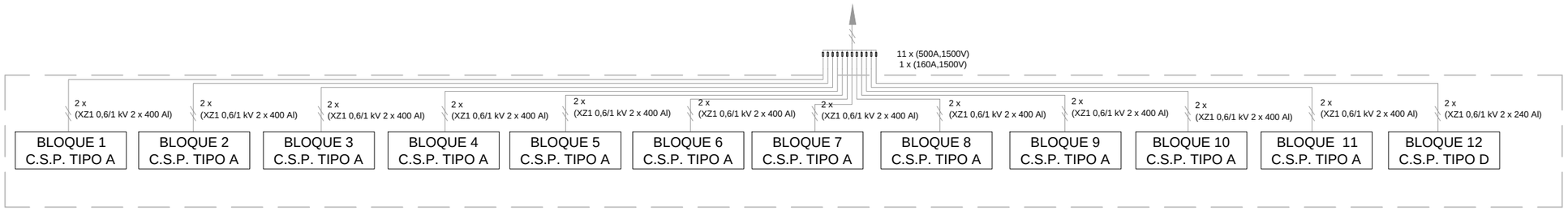


YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO UNIFILAR TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES	PLANO N 13	HOJA 3 de 5	ESCALA S.E.	ATALAYA GENERACIÓN

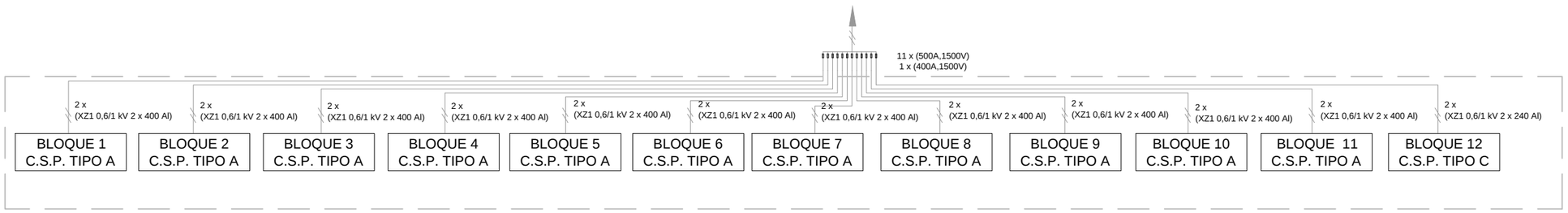
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

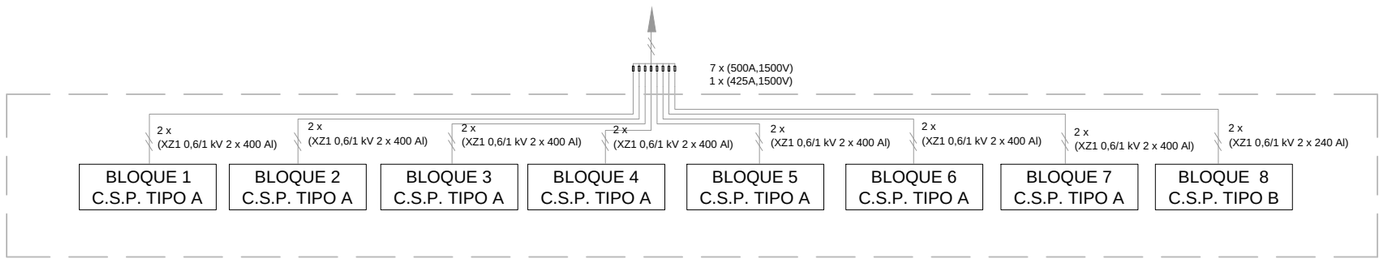
HACIA INVERSOR 3,380 MVA



HACIA INVERSOR 3,465 MVA



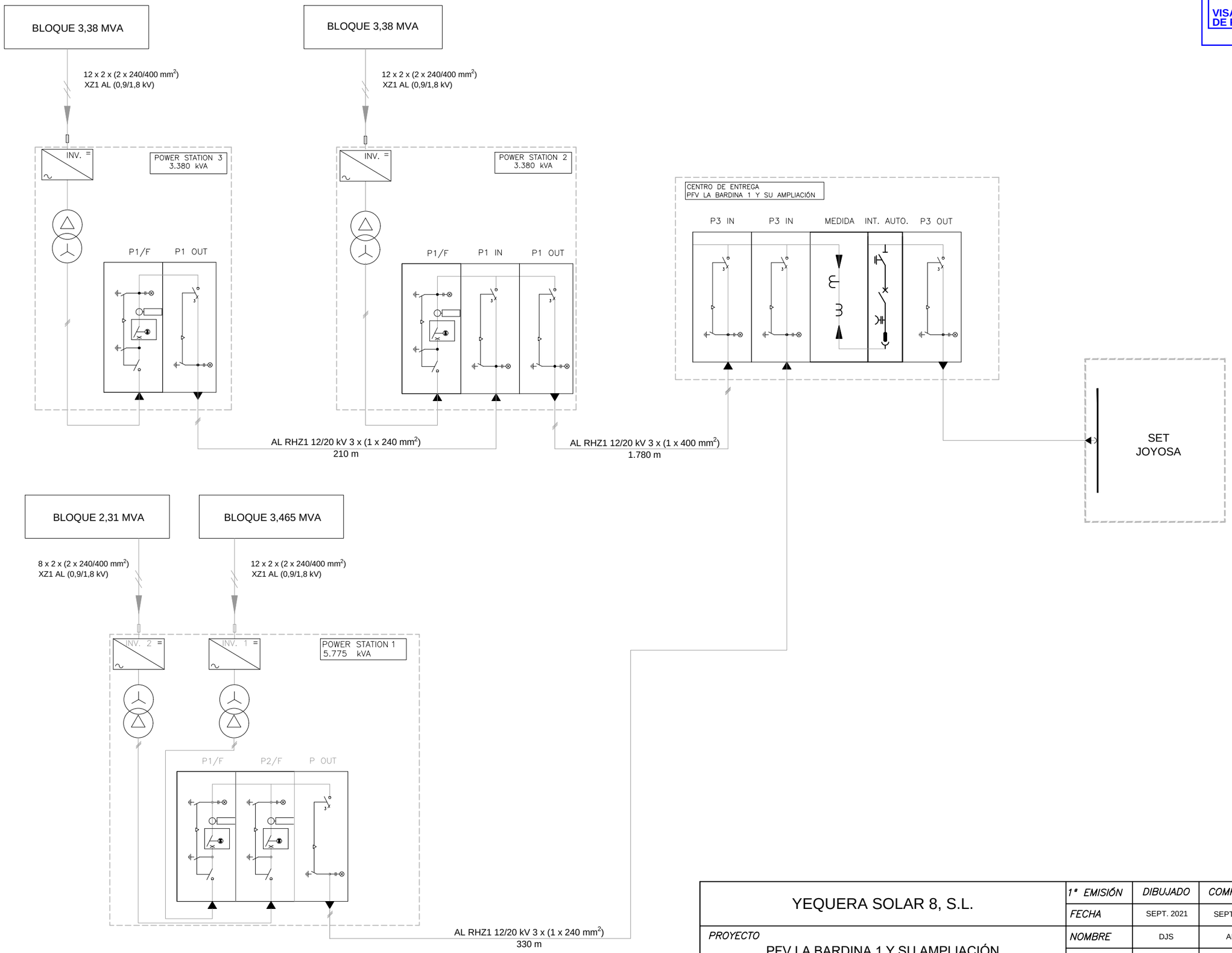
HACIA INVERSOR 2,310 MVA



YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO UNIFILAR BLOQUES INVERSOR	PLANO N 13	HOJA 4 de 5	ESCALA 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

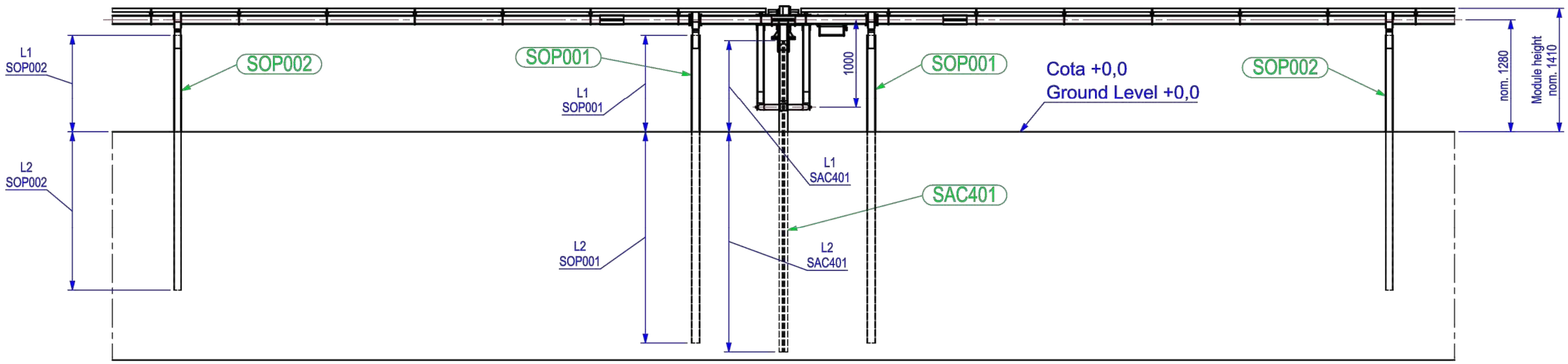
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO UNIFILAR PFV	PLANO N 13	HOJA 5 de 5	ESCALA 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO



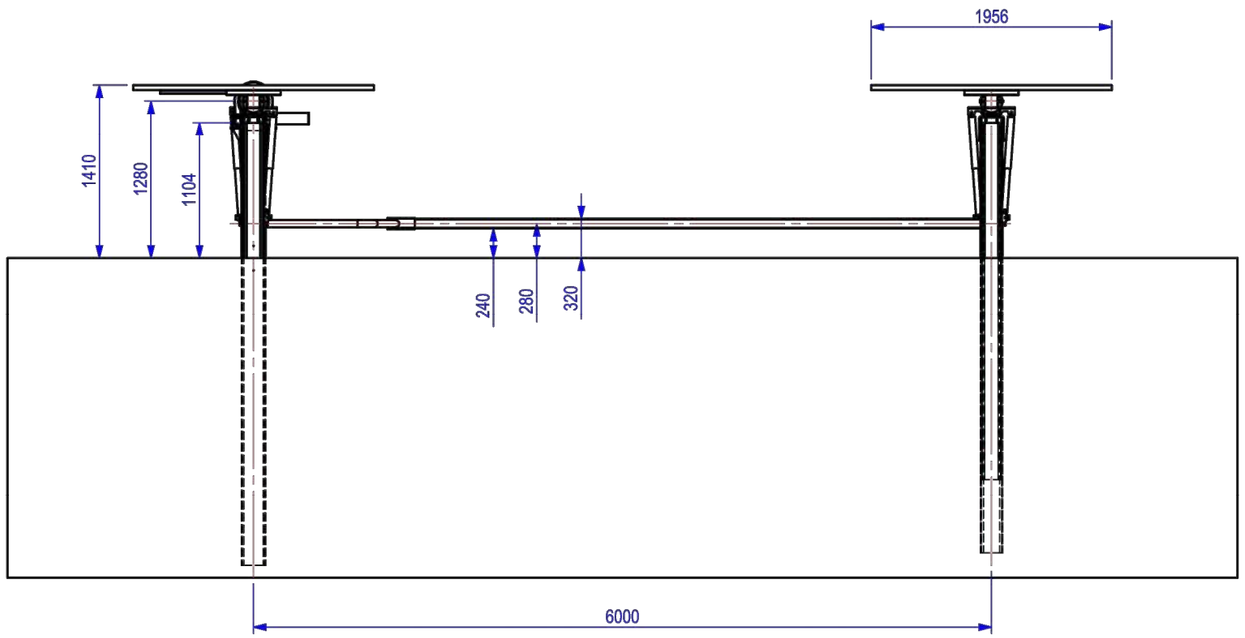
LONGITUDES DE SOPORTE SEGUIDOR / TRACKER SUPPORT LENGTHS

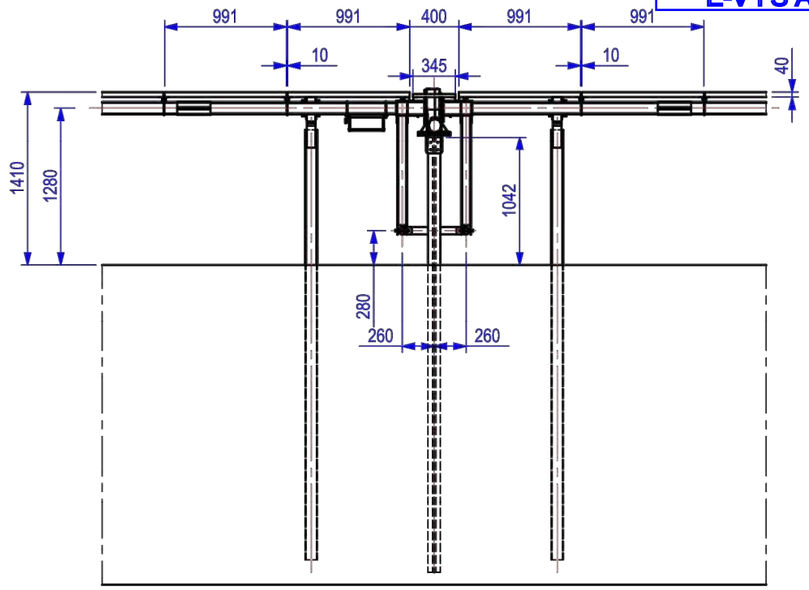
DATOS DEL PERFIL PROFILE DATA				LONGITUD EMBEBIDA NOMINAL NOMINAL EMBEDDED LENGTH			LONGITUD EMBEBIDA MÍNIMA MINIMUM EMBEDDED LENGTH			LONGITUD EMBEBIDA MÁXIMA MAXIMUM EMBEDDED LENGTH		
Soporte Support	Localización Location	Perfil Profile	Longitud Total (mm) Total Length (mm)	L1 nom	L2 nom	Altura módulo Module height	L1 max	L2 min	Altura módulo Module height	L1 min	L2 max	Altura módulo Module height
SAC001	E-W Axis	IPEA 200 / W8X13	2782	982	1800	1350	1082	1700	1450	882	1900	1250
SOP001	SOP001-N-SOP001-S	C 180x100x25	2844	1044	1800	1350	1144	1700	1450	944	1900	1250
SOP002	DN-CN-BN-AN-AS-BS-CS-DS	C 160x85x25	2444	1044	1400	1350	1144	1300	1450	844	1600	1150

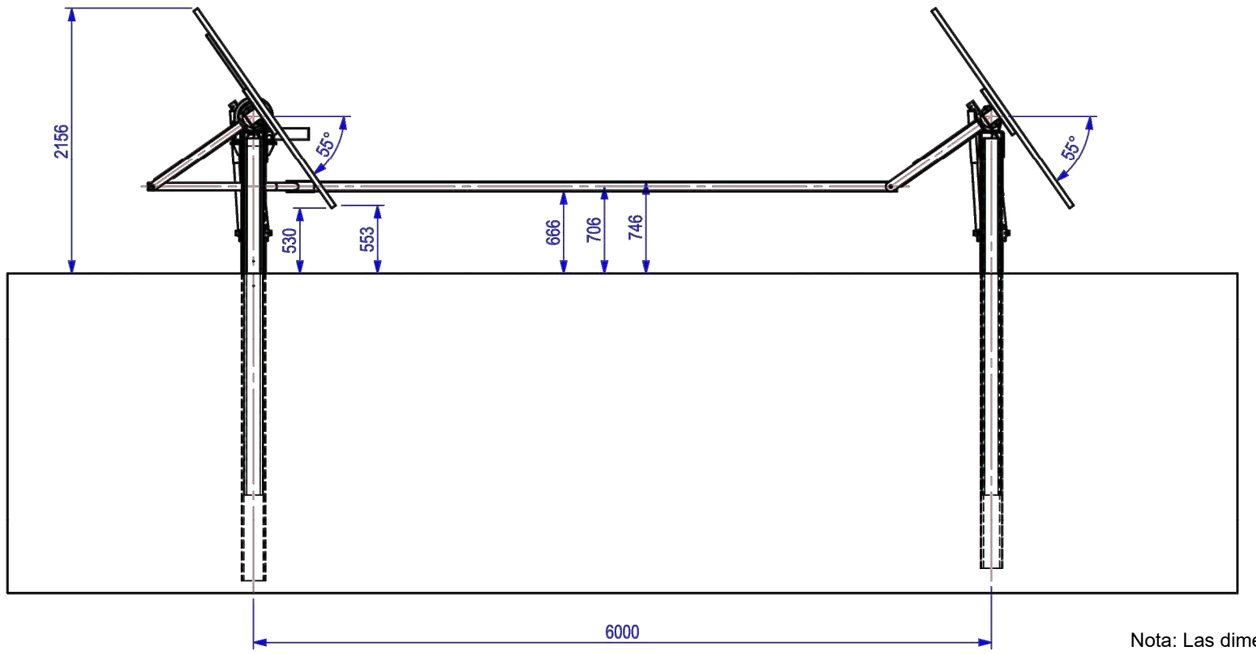
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
	PLANO N 14	HOJA 1 de 2	ESCALA S.E.	ATALAYA GENERACIÓN
TÍTULO SEGUIDOR FOTOVOLTAICO: CIMENTACIONES				

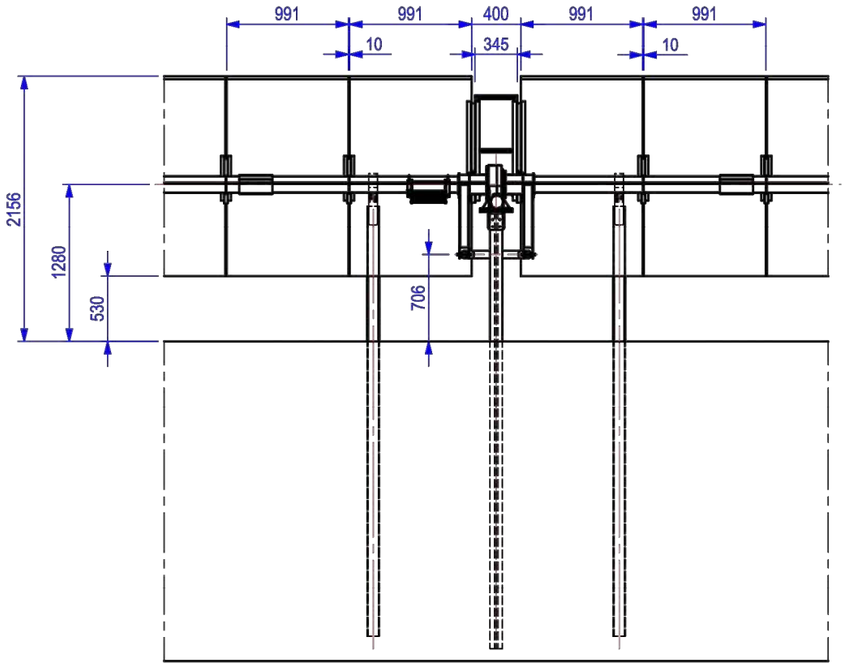
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO







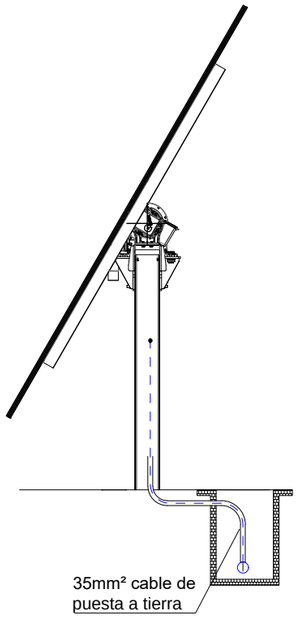


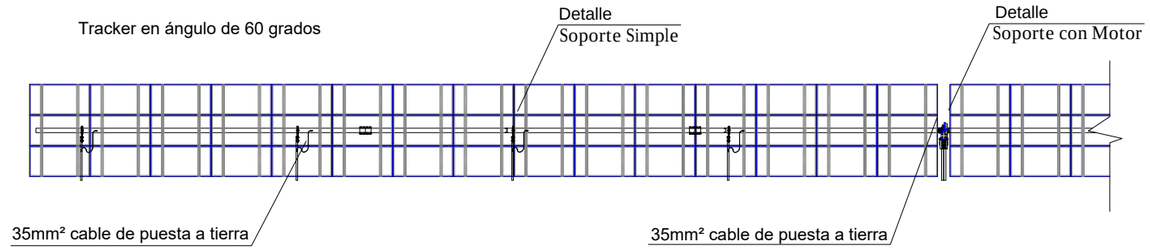
Nota: Las dimensiones del seguidor se adaptarán al número de módulos por seguidor y al tipo de módulos seleccionados.

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO SEGUIDOR FOTOVOLTAICO: DIMENSIONES	PLANO N 14	HOJA 2 de 2	ESCALA S.E.	ATALAYA GENERACIÓN

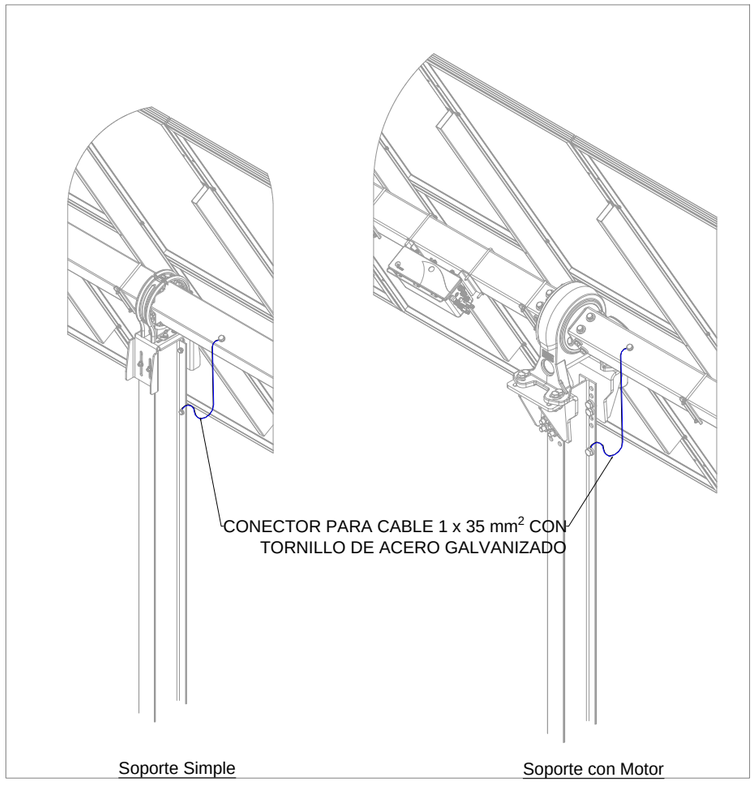
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO





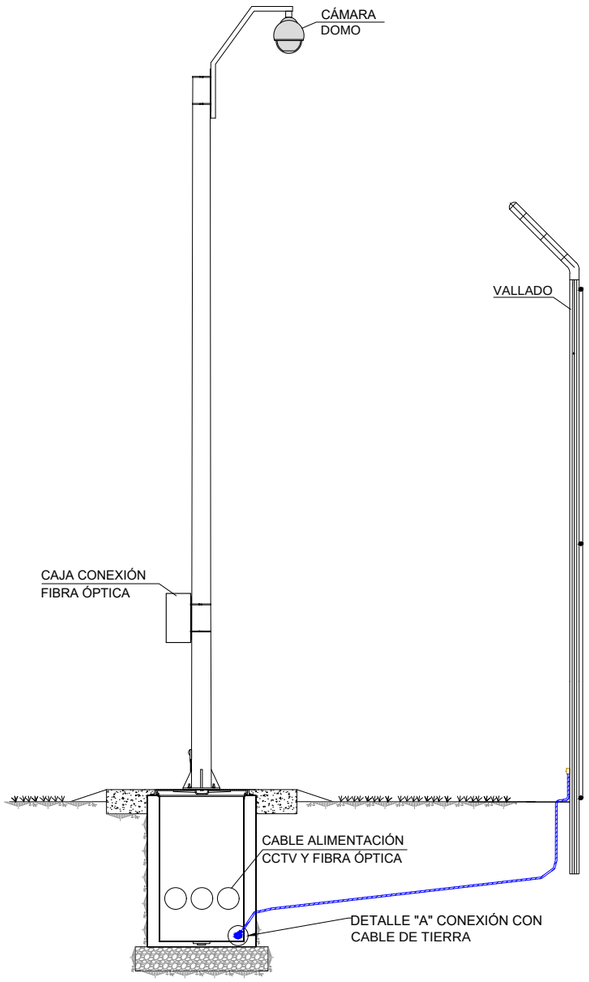
Detalle



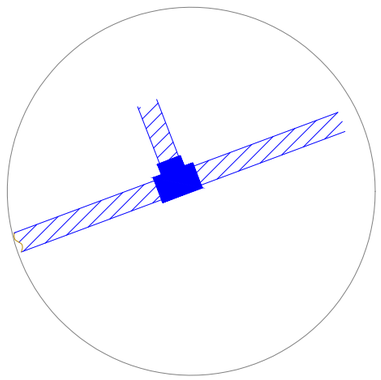
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO PUESTA A TIERRA: SEGUIDOR FOTOVOLTAICO	PLANO N 15	HOJA 1 de 2	ESCALA S.E.	TALAYA GENERACIÓN

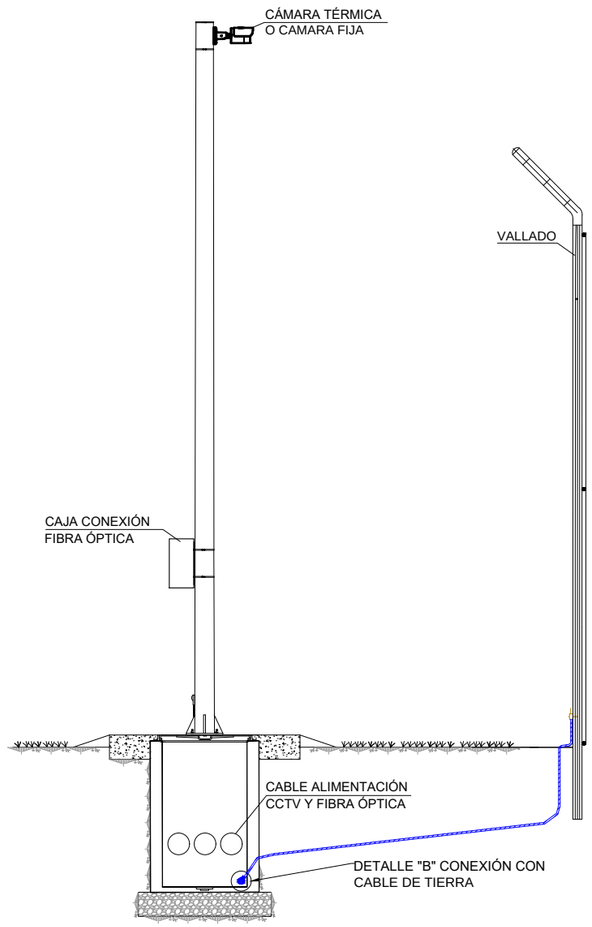
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

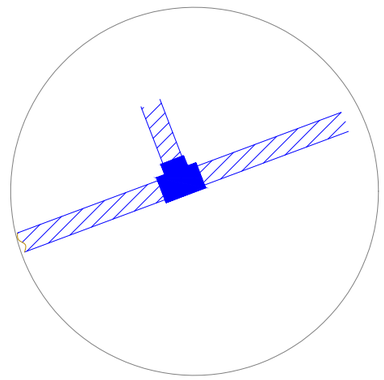


Detalle A





Detalle B

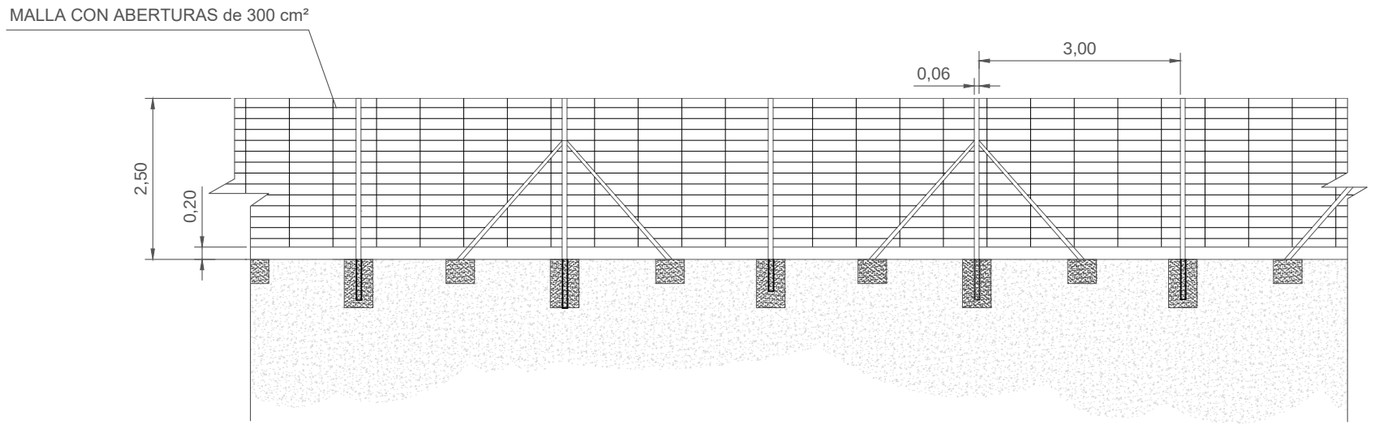


YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
	PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO PUESTA A TIERRA: CCTV	15	2 de 2	S.E.	ATALAYA GENERACIÓN

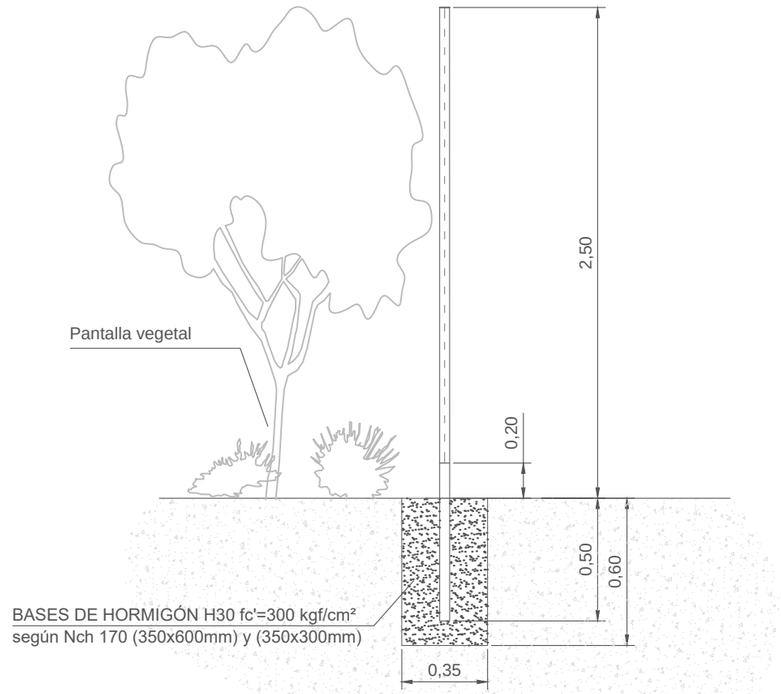
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

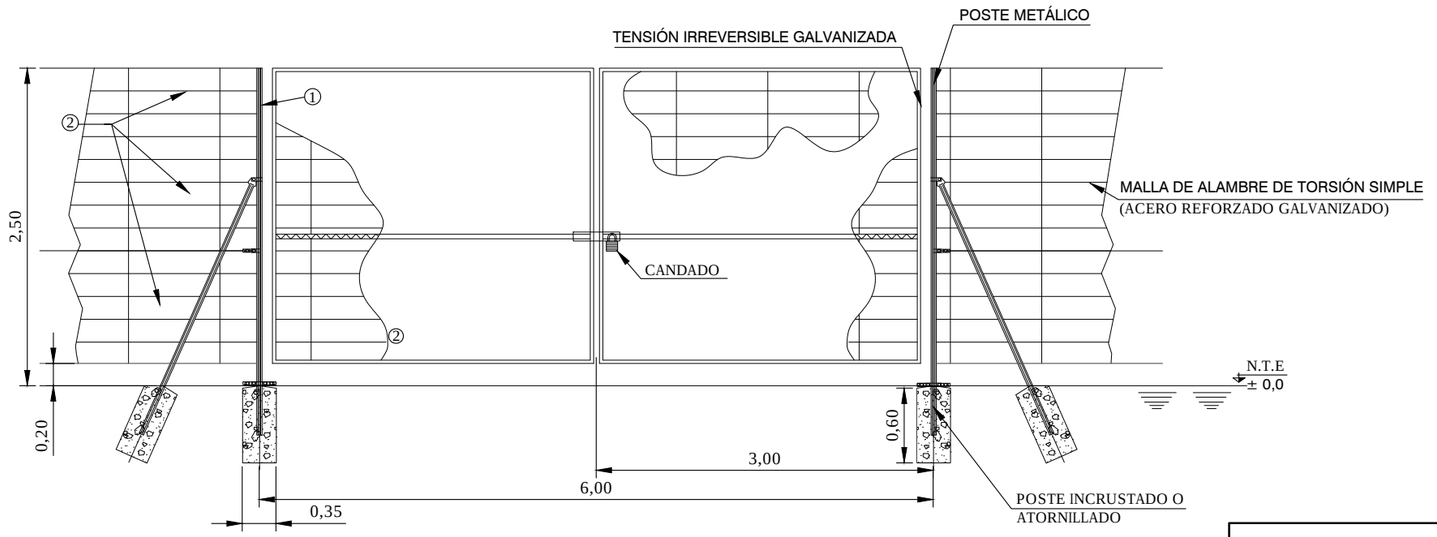
DETALLE VALLADO PERIMETRAL
(cotas en metros)



SECCIÓN DEL VALLADO
(cotas en metros)



DETALLE PUERTA VALLADO
(cotas en metros)



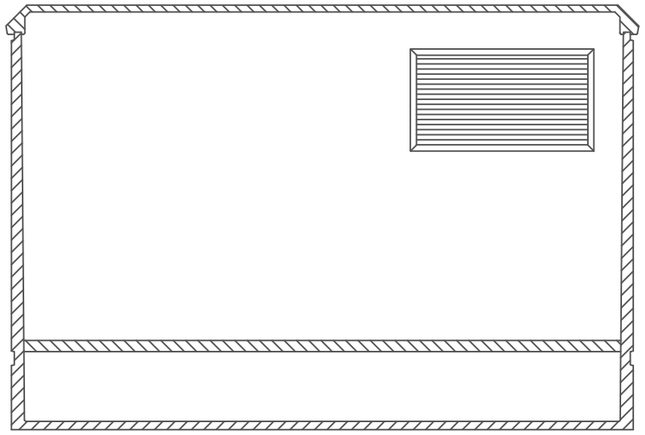
NOTAS:
1. ACERO GALVANIZADO HD O POSTE ATORNILLADO (SECIONES HUECAS CUADRADAS O RECTANGULARES SEGÚN NORMA DE FABRICANTE)
2. PANELES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO SOLDADO (TIPO DE ALAMBRE: 4mm/5mm)

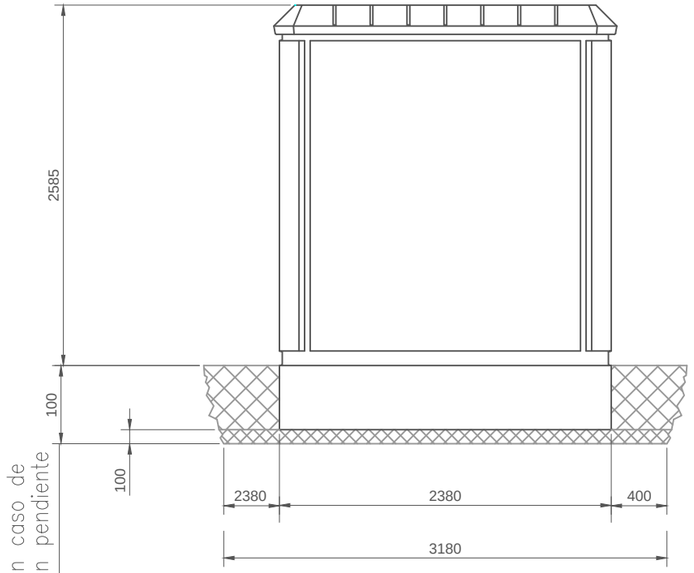
COTAS EN METROS

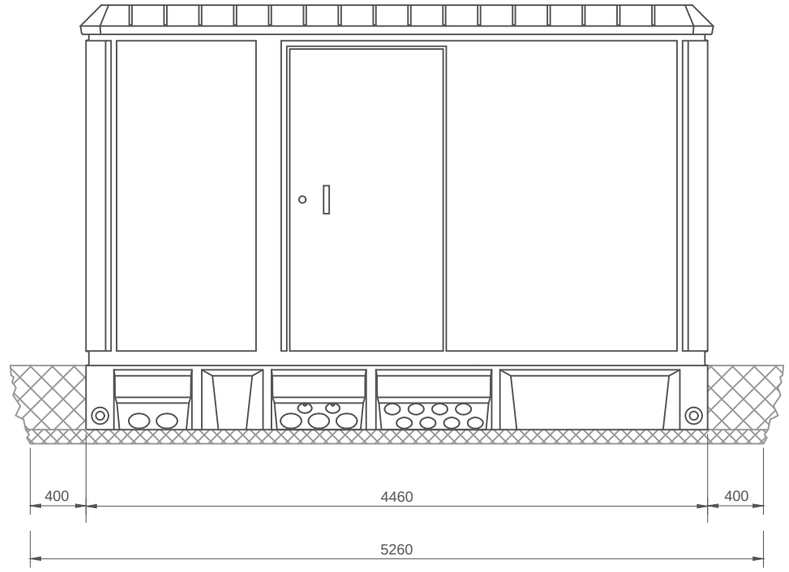
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO VALLADO	PLANO N 16	HOJA	ESCALA S/E	ATALAYA GENERACIÓN

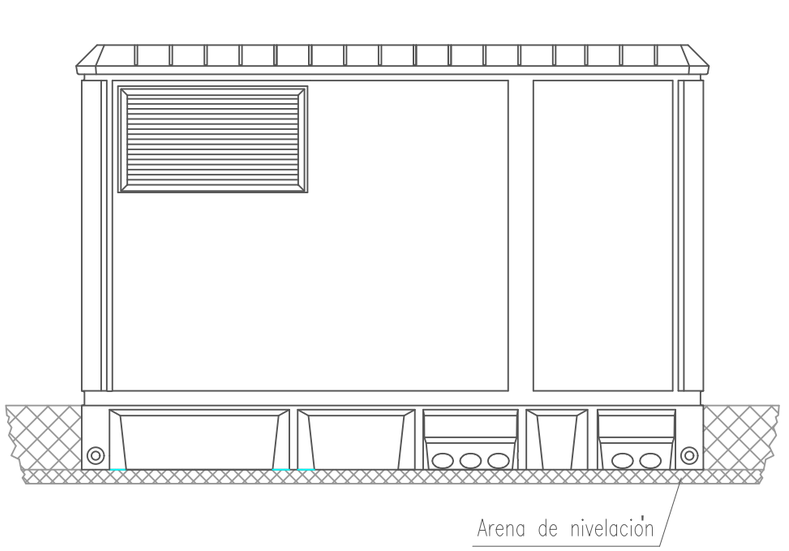
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO







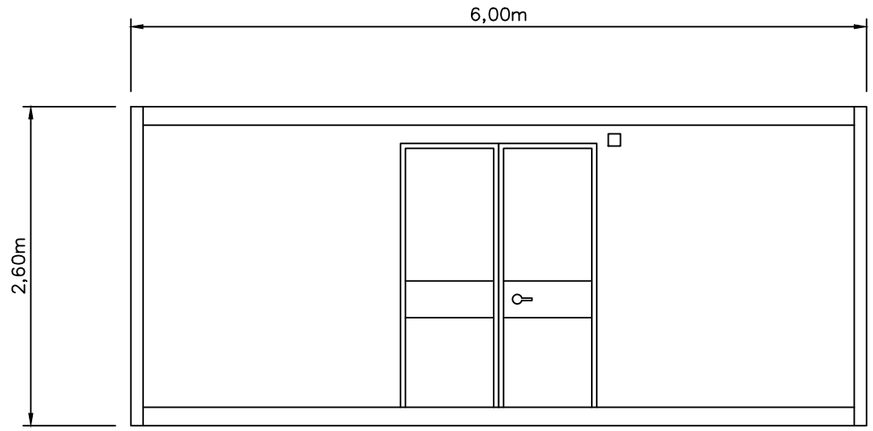


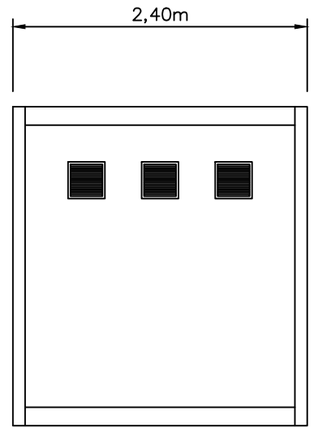
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

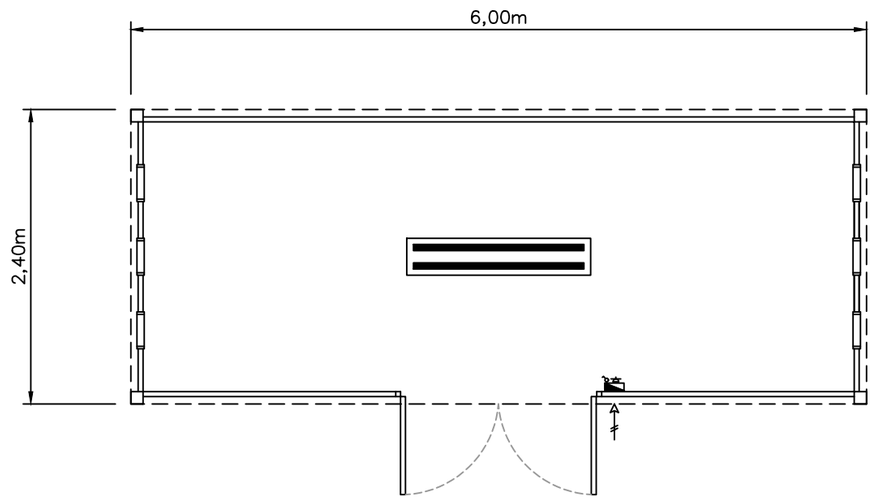
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	VCA	APS	
TÍTULO CENTRO DE ENTREGA	PLANO N 17	HOJA	ESCALA S/E	ATALAYA GENERACIÓN

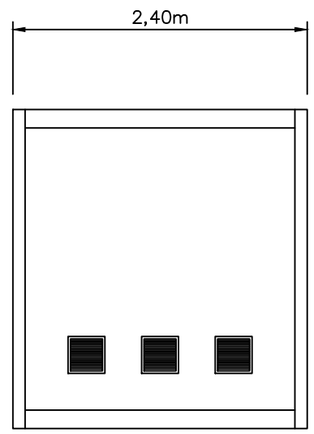
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO





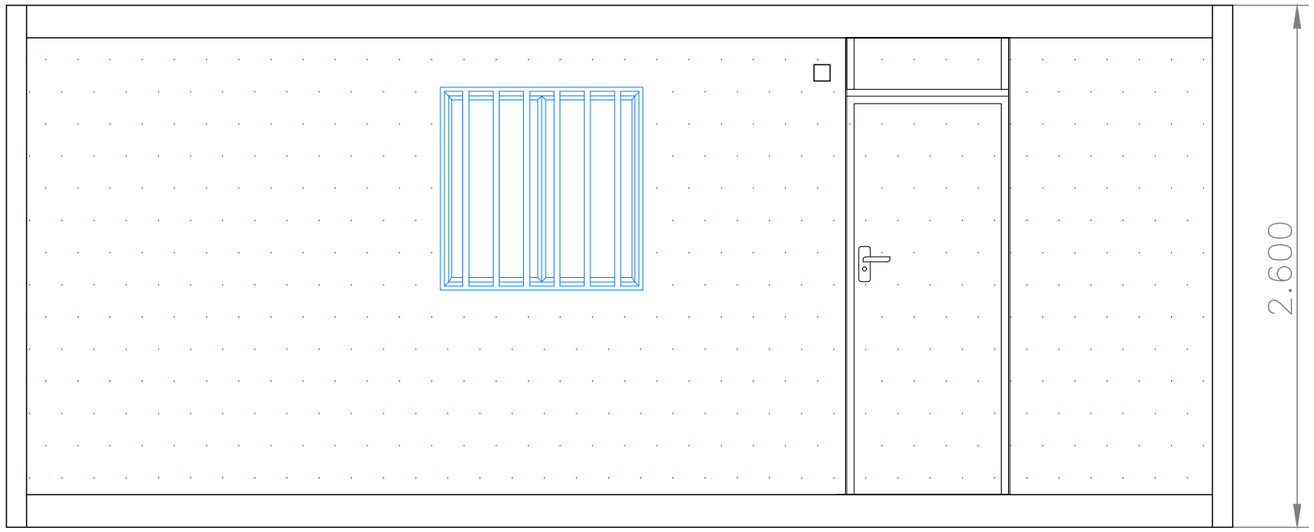


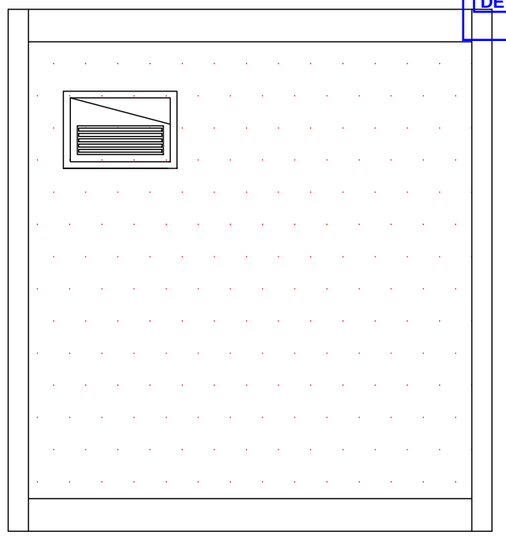


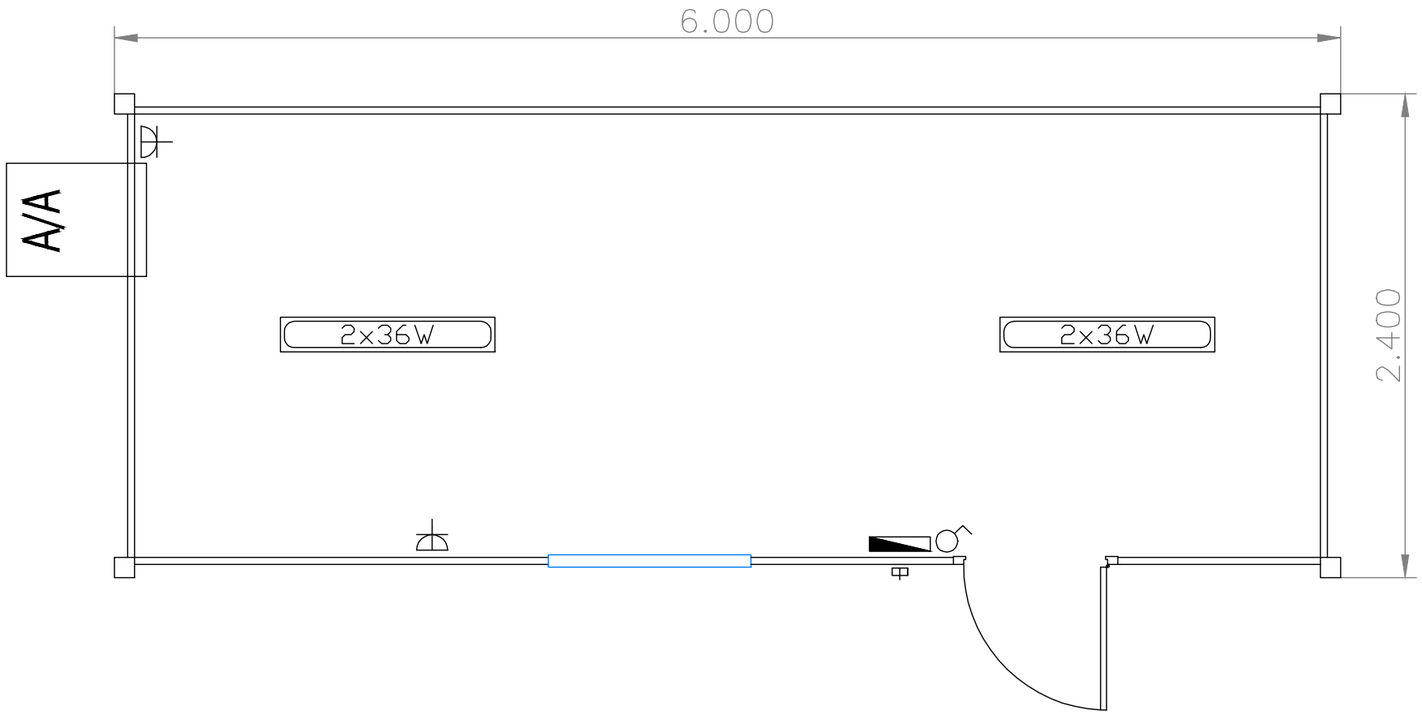
YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO PUNTO LIMPIO	PLANO N 18	HOJA	ESCALA S/E	ATALAYA GENERACIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO







LOS PLANOS DE MODULOS O CONJUNTOS PARA ALQUILER SON ORIENTATIVOS. ASI COMO LA DIRECCION DE APERTURA DE PUERTAS, UBICACION DE VENTANAS, ELEMENTOS SANITARIOS, ENCHUFES O INTERRUPTORES. SE SUMINISTRA SEGUN STOCK EXISTENTE EN ALMACEN.

LEYENDA GENERAL INSTALACIONES: ELECTRICIDAD Y CLIMATIZACION

INTERRUPTOR	CAJA DE CONEXION	A/A VENTANA
T. CORRIENTE 16A	RAC	A/A SPLIT 3.000 FRIG
TERMO	VOZ/DATOS	CALEFACTOR
C. ELECTRICO	L. EMERGENCIA	PANTALLA 2x36W

YEQUERA SOLAR 8, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	AGOSTO 2021	AGOSTO 2021	
PROYECTO PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO CASETA CENTRO DE CONTROL	PLANO N 19	HOJA	ESCALA 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO GENERAL

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

INDICE

1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 2
2 OBRA CIVIL 2
3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES 3
4 CONDUCTORES DE CC 3
5 CONDUCTORES DE CA Y ACCESORIOS 4
6 SISTEMA DE VIGILANCIA 4
7 VARIOS 4
8 MONITORING & CONTROL 5
9 RESUMEN PFV 6

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº.: VD03771-21A
DE FECHA: 25/10/21
E-VISADO

1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	28.336	Módulo fotovoltaico de 505 Wp de silicio monocristalino.	98,48 €	2.790.392 €
Ud	28.336	Montaje de módulo fotovoltaico	3,00 €	85.008 €
Ud	1.012	Seguidor solar a 1 eje 1V28	1.414,00 €	1.430.970 €
Ud	1.012	Montaje de estructura de seguidor	335,00 €	339.020 €
Ud	4.048	Hincado de postes de estructura de seguidor	6,00 €	24.288 €
Ud	1.012	Predrilling de postes de estructura de seguidor	12,00 €	12.144 €
PA	1	P.A.T. de estructura.	7.700,00 €	7.700 €

TOTAL MÓDULOS FV **4.689.522 €**

2 OBRA CIVIL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m^3	11.901	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 €	21.422 €
m^3	4.490	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 €	9.654 €
m^3	4.312	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 €	13.711 €
m^3	4.835	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 €	43.511 €
m^3	2.993	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 €	41.899 €
m	7.101	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 €	156.216 €
Ud	9	Tubos de hormigón de diferentes diámetros 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	232,73 €	2.095 €
Ud	3	Vados hormigonados de dimensiones según plano sección tipo, ejecutados en hormigón armado y fratasado del hormigón incluyendo excavación y preparación del terreno, y partes proporcionales de medios auxiliares, terminado.	227,27 €	682 €
Ud	3	Suministro e instalación de Arqueta prefabricada de ayuda al tendido	646,31 €	1.939 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	18	Cruce de zanjas por unidad de cruce, incluido tubos PEAD y hormigón HM-20.	200,00 €	3.600 €
m	3.020	Metro lineal de zanja para sistema de vigilancia según plano de zanjas tipo incluyendo excavación, relleno, tubos, baliza y placa PPC.	12,00 €	36.240 €
m	3.020	Vallado perimetral de recinto de parque fotovoltaico	8,50 €	25.670 €

TOTAL OBRA CIVIL **356.638 €**

3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	4	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 €	2.772,00 €
Ud	1	Power Station de 5.775 kVA. Incluyendo 1 inversor de 2.310 kVA, 1 inversor de 3.465 kVA, un Transformador BT/MT y Conjunto de Celda de MT	219.450 €	219.450,00 €
Ud	2	Power Station de 3.380 kVA. Incluyendo 1 inversor de 3.380 kVA, un Transformador BT/MT y Conjunto de Celda de MT	128.440 €	256.880,00 €
Ud	1	Centro de Entrega en edificio prefabricado, incluyendo el Conjunto de Celdas de MT, según esquema unifilar	29.000 €	29.000,00 €
Ud	44	Cajas de conexión: Caja de seccionamiento y protección de 1500V	500,00 €	22.000 €
Ud	4	Red de tierras interior y exterior de centros de transformación, inversores y centros de seccionamiento	450,00 €	1.800 €

TOTAL CT, SECCIONAMIENTO E INVERSORES **531.902 €**

4 CONDUCTORES DE CC

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	91.438	Suministro y tendido de cable ZZ-F DKE/VDE AK 411.2.3 1,8 kV, unipolar de 1x10 mm^2 de sección, línea de distribución en cc desde paneles a inversor.	0,98 €	89.609 €
m	2.951	Suministro y tendido de cable de CC, XZ1 0,6/1 KV Al, 1x240 mm2, para conexión entre CSP e inversores o centros de transformación	5,20 €	15.346 €
m	19.162	Suministro y tendido de cable de CC, XZ1 0,6/1 KV Al, 1x400 mm2, para conexión entre CSP e inversores o centros de transformación	5,60 €	107.309 €

TOTAL CONDUCTORES CC **212.264 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº.: VD03771-21A
DE FECHA: 25/10/21
E-VISADO

5 CONDUCTORES DE CA Y ACCESORIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	1.590	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 12/20 kV, conductor de 1x(1x240) mm2 de sección.	6,00 €	9.540 €
m	5.325	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 12/20 kV, conductor de 1x(1x400) mm2 de sección.	7,80 €	41.535 €
Ud	9	Suministro, montaje y conexionado terminal GIS unipolar 20/30 kV	156,76 €	1.411 €
Ud	6	Empalme cable 1x(1x400)/(1x240) mm2 12/20 kV Al	200,00 €	1.200 €

TOTAL CONDUCTORES CA **53.686 €**

6 SISTEMA DE VIGILANCIA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Sistema perimetral de CCTV, incluida instalación y puesta en marcha.	60.500,00 €	60.500 €
Ud	1	Sistema de analisis de video, incluida instalación y puesta en marcha.	15.400,00 €	15.400 €
Ud	1	Sistema de grabación e imágenes, incluida instalación y puesta en marcha.	1.810,00 €	1.810 €
Ud	1	Central de control, incluida instalación y puesta en marcha.	760,00 €	760 €
Ud	1	Rack, incluida instalación y puesta en marcha.	390,00 €	390 €
Ud	1	UPS y tarjetas de comunicación TCP/IP, incluida instalación y puesta en marcha.	2.530,00 €	2.530 €
m	3.020	Cable 2x10 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	2,70 €	8.154 €
m	3.020	Cable 2x6 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	1,80 €	5.436 €
m	6.040	Fibra óptica 4F, incluida instalación y puesta en marcha.	1,10 €	6.644 €

TOTAL SISTEMAS DE VIGILANCIA **101.624 €**

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 €
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.	12.283,49 €	12.283 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº.: VD03771-21A
DE FECHA: 25/10/21
E-VISADO

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	2	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 €	7.000 €
Ud	1	Punto limpio, módulo de residuos tipo ARC RES 1A	2.000,00 €	2.000 €
			TOTAL VARIOS	**26.283 €**

8 MONITORING & CONTROL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
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 €
Ud	1	Caseta prefabricada centro de control con suministro de aire acondicionado.	4.250,00 €	4.250 €
Ud	1	Monitoring & Control	60.500,00 €	60.500 €
			TOTAL MONITORING & CONTROL	**65.443 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº.: VD03771-21A
DE FECHA: 25/10/21
E-VISADO

9 RESUMEN PFV

Resumen LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN	
CONCEPTO	**PRECIO**
1. Módulos fotovoltaicos	4.689.522 €
2. Obra civil	356.638 €
3. Centros de transformación, seccionamiento e inversores	531.902 €
4. Conductores C.C.	212.264 €
5. Conductores C.A	53.686 €
6. Sistema de vigilancia	101.624 €
7. Varios	26.283 €
8. Monitoring & Control	65.443 €
Presupuesto de ejecución material	**6.037.362 €**

Gastos generales y dirección de obra 13%	784.857 €
Beneficio Industrial 6%	362.242 €
Total ejecución	7.184.461 €

El presupuesto de ejecución material del PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN asciende **a SEIS MILLONES TREINA Y SIETE MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS (6.037.362 €).**

Zaragoza, septiembre de 2021
Fdo. Pedro Machín Iturria
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 2.474 COIIAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 8
1.13 Recepción definitiva 9
1.14 Dirección de obra 9
1.15 Obligaciones de la contrata 9
1.16 Responsabilidades de la contrata 11
1.17 Obras ocultas 11
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
2.11 Materiales 27

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

2.12 Conductores 27
3. PLIEGO DE CONDICIONES: ZANJAS Y CIMENTACIONES 28
3.1 Excavación en zanjas 28
3.2 Demoliciones 29
3.3. Rellenos compactados 30
4. PLIEGO DE CONDICIONES: EDIFICIOS 32
4.1 Objeto 32
4.2 Disposiciones generales 32
4.3 Condiciones de los materiales 33
4.4 Condiciones generales de ejecución de las obras 34
5. PLIEGO DE CONDICIONES: OBRA CIVIL. 36
5.1 Objeto de pliego y descripción de las obras 36
5.2 Disposiciones técnicas a tener en cuenta con carácter general 36
5.3 Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características 36
5.4 Ejecución y control de obras 45
6. ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD 61
7. PAGO DE LAS OBRAS 63

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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:

- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

2.8.6 Alcantarillado

En los cruzamientos de cables eléctricos con conducciones de alcantarillado deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

Estos trabajos, cualquiera que sea su naturaleza se encuentran incluidos en el precio correspondiente a esta unidad.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

4.2.2 Condiciones facultativas legales

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 EHE-08, debiendo ser la resistencia característica a los 28 días de 150 y 220 kg/cm, entendiéndose por resistencia característica la indicada en dicha Instrucción EHE-08.

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 (EHE-08).
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 EHE-08

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

El tamaño máximo del árido grueso estará de acuerdo con las modificaciones según la EHE-08.

5.3.2 Agua

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que prescribe la Instrucción EHE-08.

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 EHE-08.

La dosificación mínima del cemento será la especificada en la EHE-08.

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

5.3.5 Hormigones

La fabricación se realizará según lo establecido en la EHE-08

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 la Instrucción EHE-08. 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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 y ejecución de obras de hormigón en masa o armado, EHE-08 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 EHE-08.

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 la EHE-08, 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Las decisiones derivadas del control de resistencia se ajustarán a lo previsto en la Instrucción EHE-08.

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.

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán a la Norma EHE-08.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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).

5.4.7.7 Acabado del hormigón

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

A título de orientación pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE-08.

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE-08.

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

7. 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, agosto 2021
Fdo. Pedro Machin Iturria
Colegiado Nº 2474
COIIAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 6.1: MEMORIA

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO 3
2. CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES DE LA OBRA 3
2.1. Ubicación 3
2.2. Presupuesto y Plazo de ejecución 3
2.3. Relación resumida de los trabajos a realizar 3
2.4. Personal Previsto 4
3. ACTUACIONES PREVIAS 5
3.1 Servicios y redes de distribución afectados por la obra 5
3.2 Accesos, cerramientos y rampas 5
3.3 Señalización 5
3.4 Instalaciones de higiene y bienestar 6
3.5 Primeros auxilios 7
3.6 Medicina preventiva 8
3.7 Evacuación de accidentados 8
4. ACTIVIDADES PREVISTAS EN OBRA 9
4.1. Albañilería 9
4.2. Apertura de pozos 10
4.3. Asfaltado 10
4.4. Compactación y consolidación 11
4.5. Colocación de placas fotovoltaicas 12
4.6. Desbroce por medios mecánicos 12
4.7. Estructura de hormigón armado con cubilote 13
4.8. Estructuras metálicas. Colocación de perfiles tubulares 13
4.9. Excavación mecánica- zanjas 14
4.10. Excavación mecánica a cielo abierto 15
4.11. Instalaciones eléctricas de baja tensión 16
5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS 17
5.1. Generales 17
5.2. Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97) 18
5.3. Protección de personas en instalación eléctrica 19
5.4. Protecciones colectivas a utilizar en obra 23
5.5. Equipos de protección individual 24
5.6. Indicativos visuales 29
ANEXO I: NTP-278 Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras. 56

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Introducción 56
Cortes sin entibación: taludes 59
Cortes con entibación 63
Sistemas de entibación usuales 65
Otros sistemas de entibación 68

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

2. CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES DE LA OBRA

2.1. Ubicación

Las fincas destinadas para la implantación del PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN se encuentran situadas en el Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza).

2.2. Presupuesto y Plazo de ejecución

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de 6.037.362 euros. El plazo de ejecución se estima en 6 meses.

2.3. 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 LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN.

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos de construcción del PFV son básicamente, las siguientes:

- Replanteo.
- Desbroce por medios mecánicos.
- Excavación mecánica en zanjas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Excavación mecánica a cielo abierto.
- Compactación y consolidación por medios mecánicos
- Apertura de pozos.
- Estructura de hormigón armado con cubilete.
- Estructura metálica, colocación de perfiles tubulares.
- Colocación de con placas fotovoltaicas.
- Albañilería.
- Asfaltado

2.4. Personal Previsto

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión media de treinta (30) personas y una punta máxima de cuarenta (40) personas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

3. ACTUACIONES PREVIAS

3.1 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 exacta en los planos con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos.

3.2 Accesos, cerramientos y rampas

3.1.1. 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.

3.1.2. 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.

3.1.3. 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.

3.3 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.)

3.4 Instalaciones de higiene y bienestar

3.1.4. 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

3.5 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.

3.1.5. 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

3.6 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.

3.7 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

4. 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:

4.1. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

4.2. 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

4.3. Asfaltado

Riesgos más frecuentes:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

4.4. 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.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.5. 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.

4.6. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.7. 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

4.8. Estructuras metálicas. Colocación de perfiles tubulares

Riesgos más frecuentes:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

4.9. Excavación mecánica- zanjas

Riesgos más frecuentes:

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- 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.

4.10. 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.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.11. 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.
- 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

5.1. Generales

5.1.1. 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.

5.1.2. 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

- Señales de obligación:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

5.2. 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
- Vías de circulación de uso ocasional.....25
- Vías de circulación de uso habitual.....50

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

5.3. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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)

5.3.1. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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/m^2, no será superior a 1,80 m. Para soportar cargas inferiores a 125 Kg/m^2, 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

5.3.2. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 pre-señalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destelleantes, etc.).

5.4. 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Interruptores diferenciales de sensibilidad 30 mA y 300 mA.

5.5. 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 partículas 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes:

- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Guantes de protección frente a calor.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

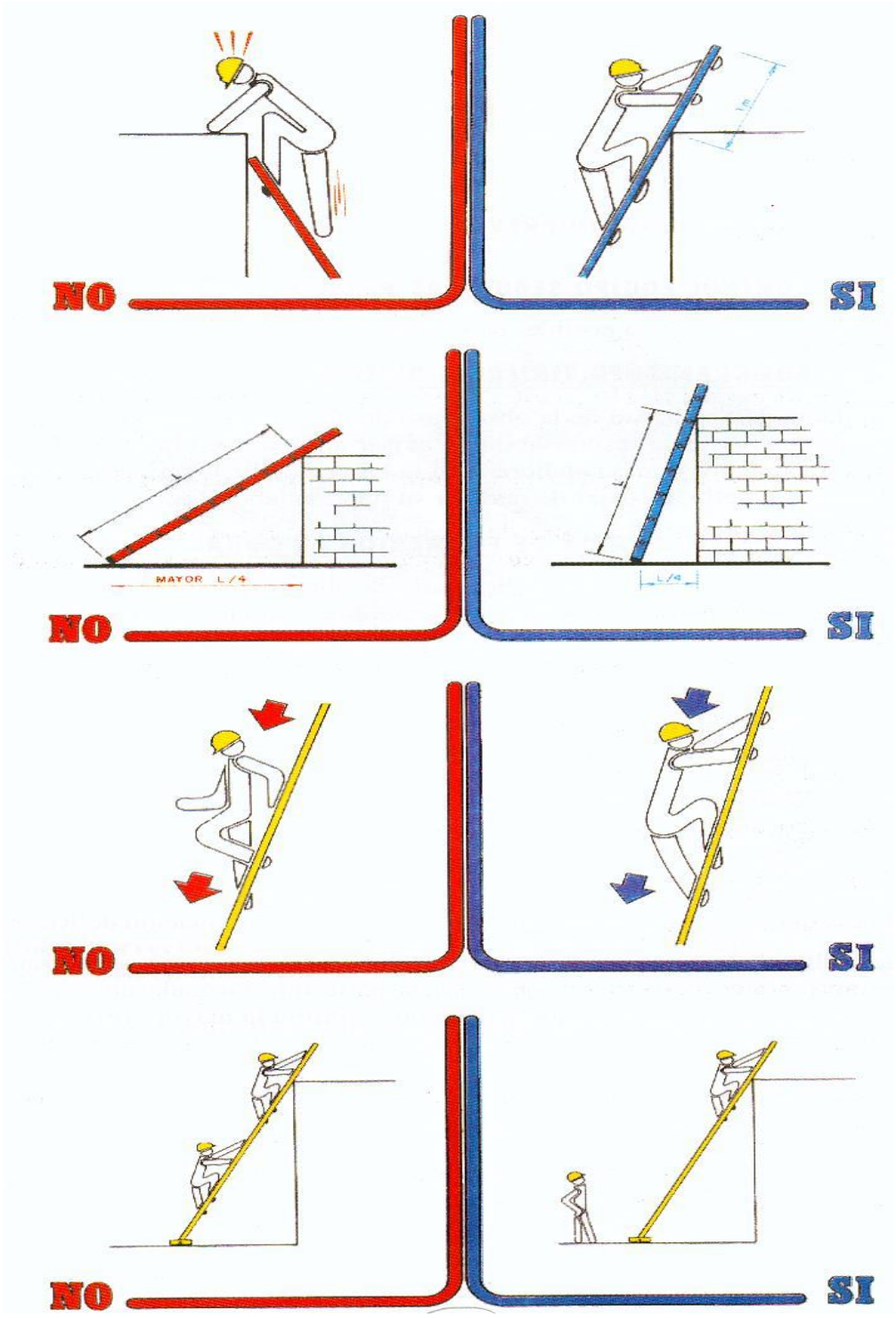
- Impermeables, trajes de agua
- Cinturón de protección lumbar.
- Protectores auditivos.

5.6. Indicativos visuales

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

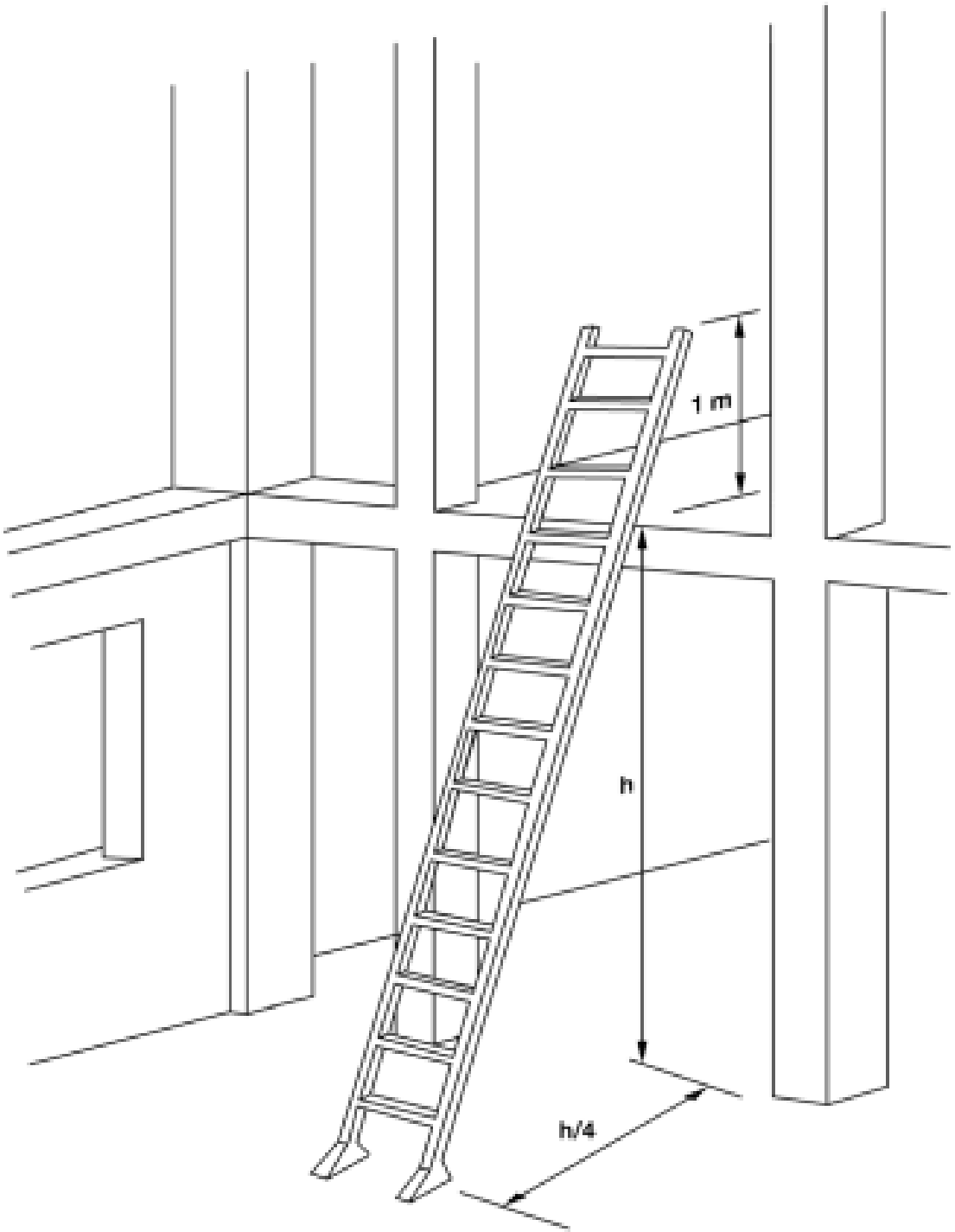
ESCALERAS DE MANO I



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

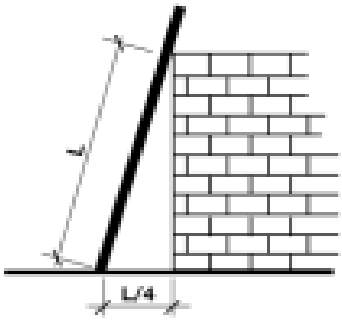
ESCALERAS DE MANO II



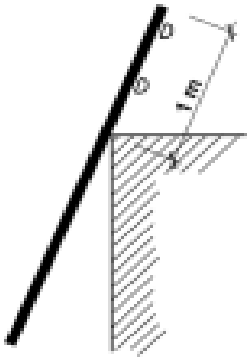
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

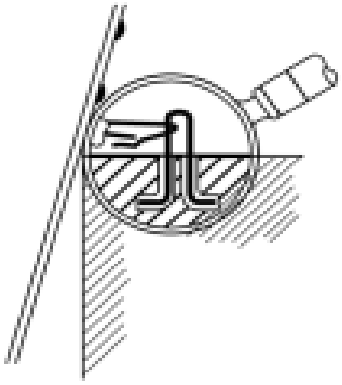
ESCALERAS DE MANO III



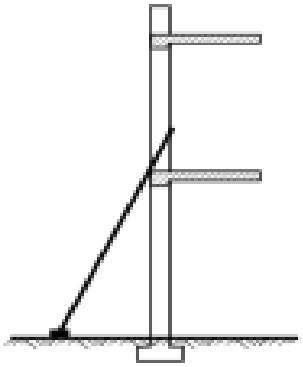
INCLINACIÓN RECOMENDADA



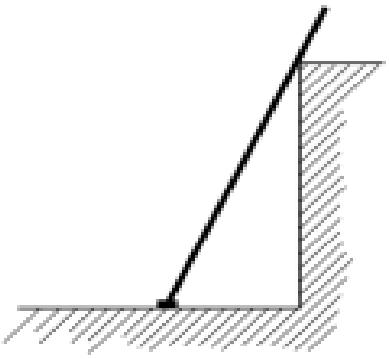
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



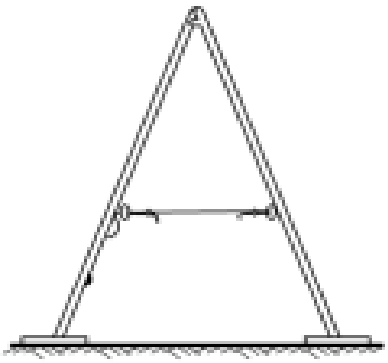
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

PROHIBICION
Lo que no se debe hacer

OBLIGACION
Lo que se debe hacer

ADVERTENCIA
Precaución
Delimitación de zonas peligrosas

SITUACION DE SEGURIDAD
Emplazamiento de primeros auxilios
Señalización de vías de evacuación

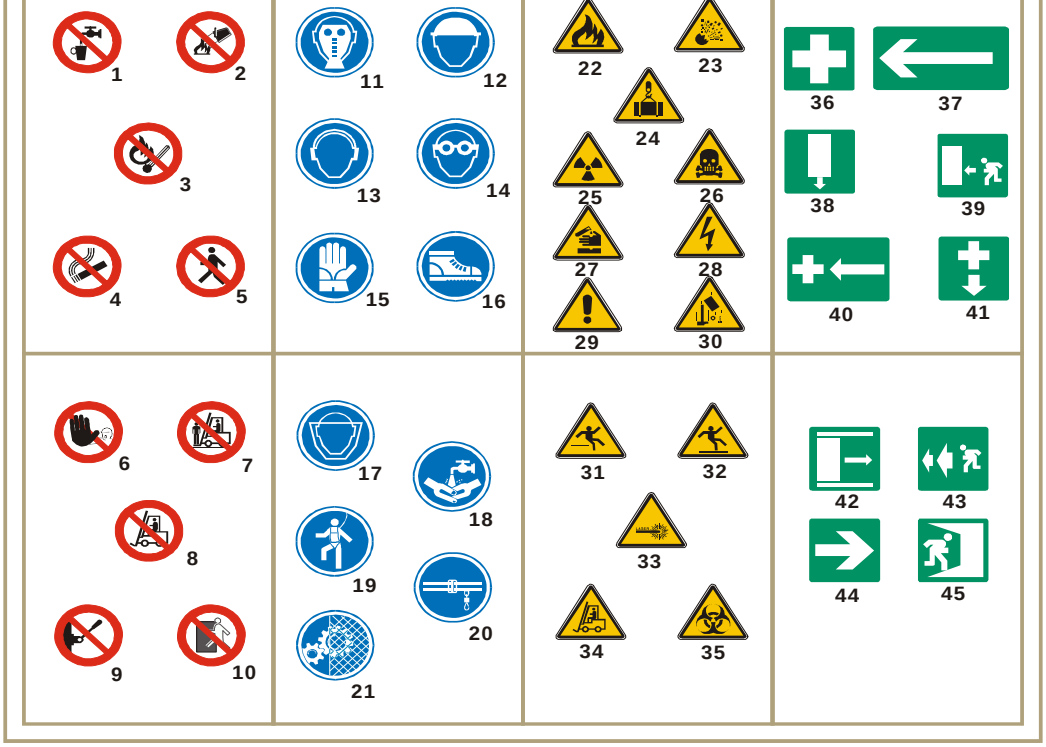
CORONA CIRCULAR CON BANDA OBLICUA DIAMETRAL DE COLOR ROJO

CIRCULO CON CIRCUNFERENCIA EXTERNA CONCENTRICA AZUL

TRIANGULO EQUILATERO DELIMITADO POR UNA BANDA AMARILLO

CUADRADO RECTANGULO VERDE

SIMBOLOS: Colocados en el interior de las figuras de seguridad.
Según Real Decreto nº 1.403 / 1988 del 9 de Mayo de 1986.



OTROS SIMBOLOS

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

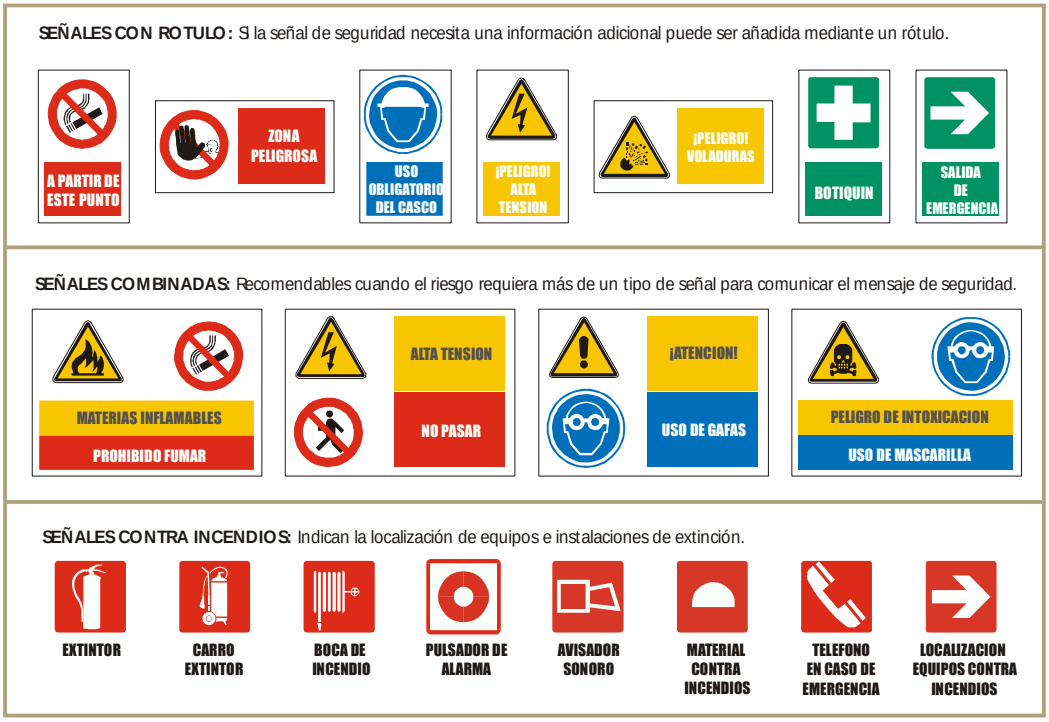
22. Riesgo de incendio
23. Riesgo de explosión
24. Riesgo de cargas suspendidas
25. Riesgo de radiación
26. Riesgo de intoxicación
27. Riesgo de corrosión
28. Riesgo eléctrico
29. Peligro indeterminado
30. Caída de objetos
31. Caídas a distinto nivel
32. Caídas al mismo nivel
33. Radiaciones láser
34. 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

SEÑALIZACIÓN II



SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

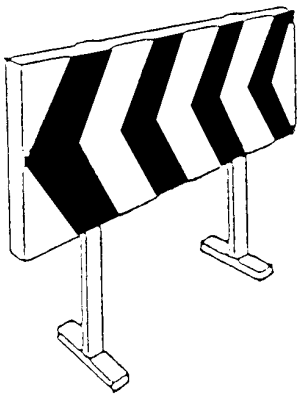
Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

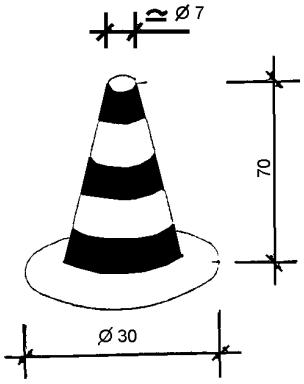


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

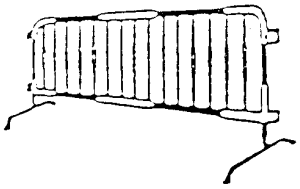
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

SEÑALIZACIÓN III

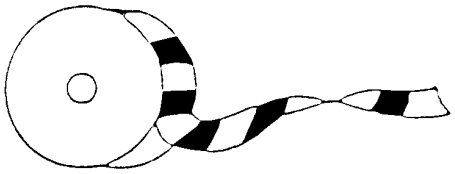




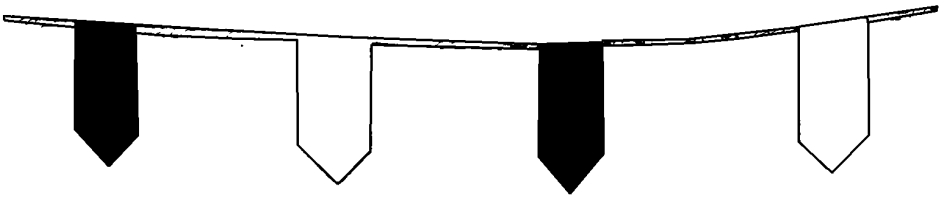
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO



CINTA BALIZAMIENTO

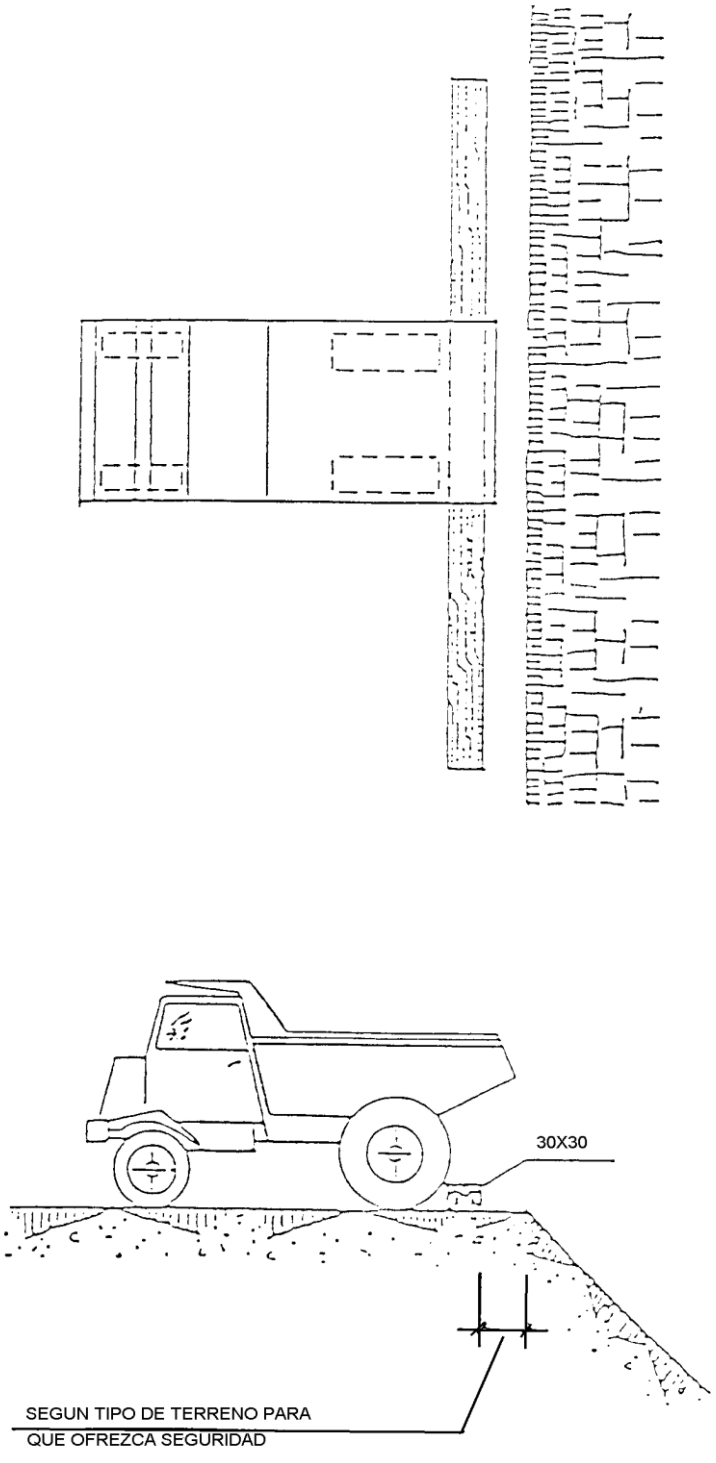


CORDON BALIZAMIENTO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

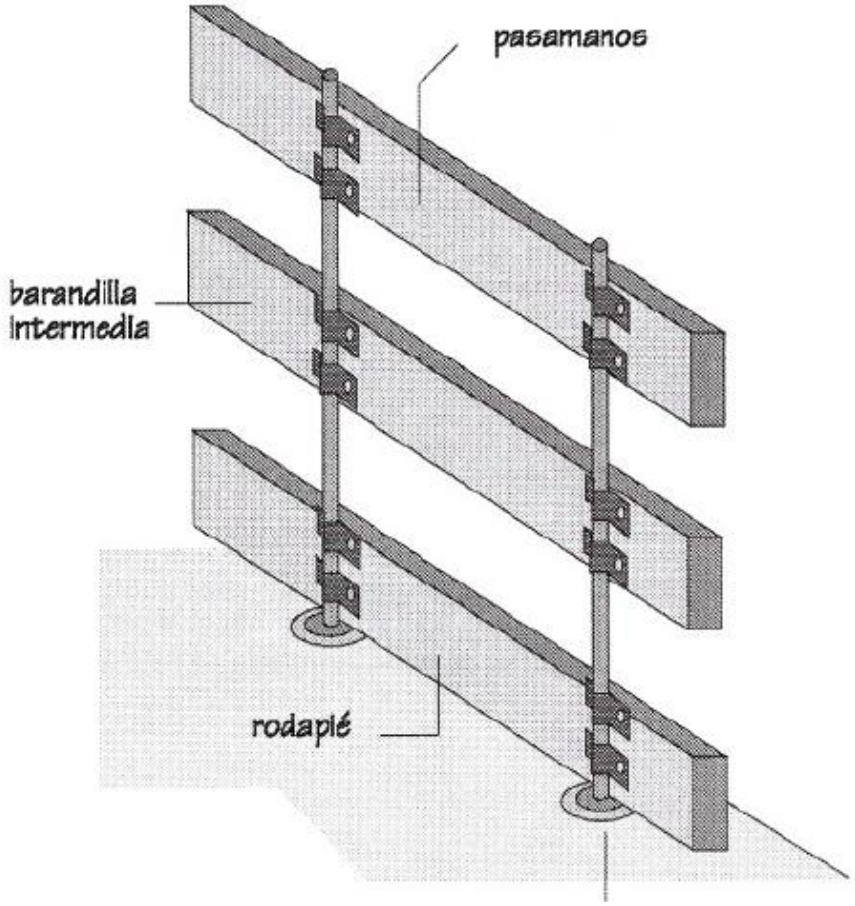
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

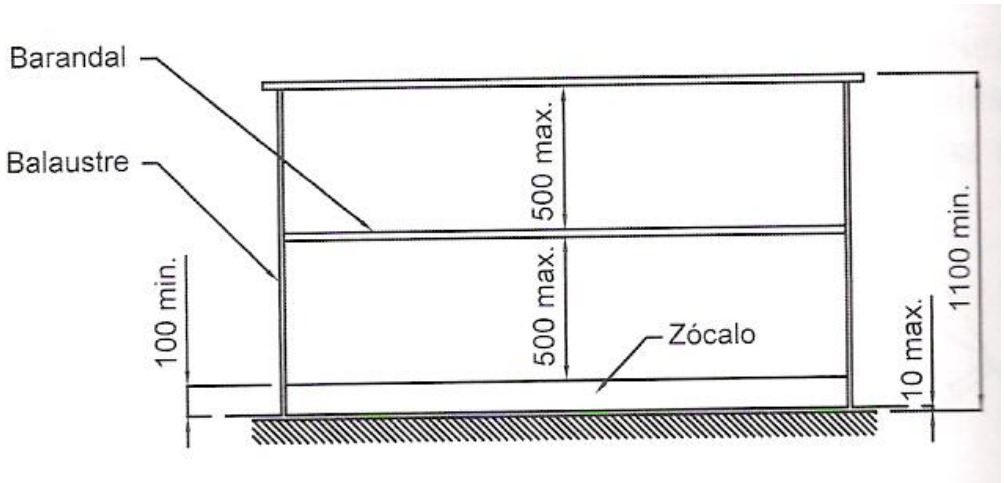


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

BARANDILLA DE PROTECCIÓN

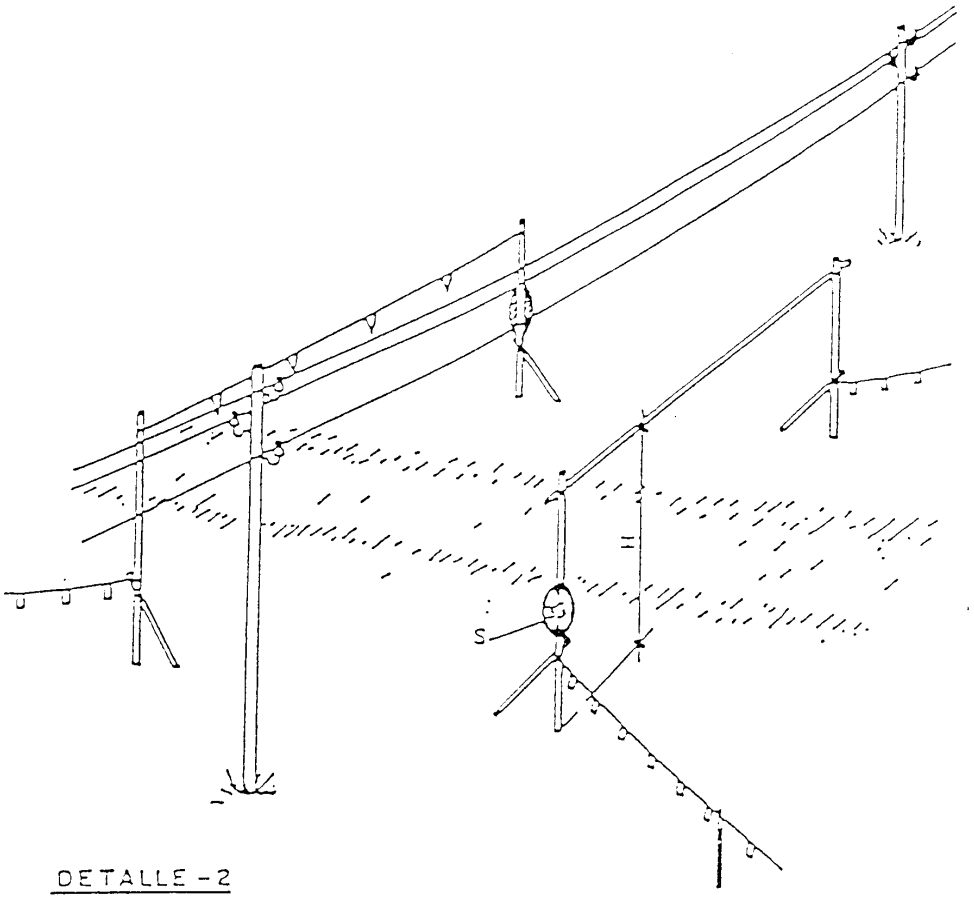




Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

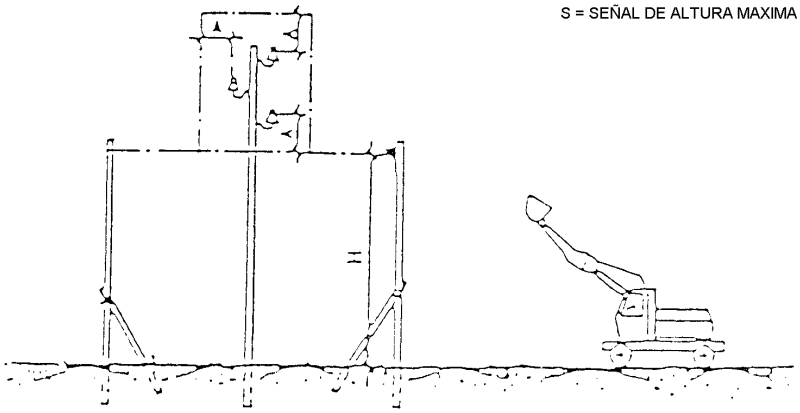
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



DETALLE - 2

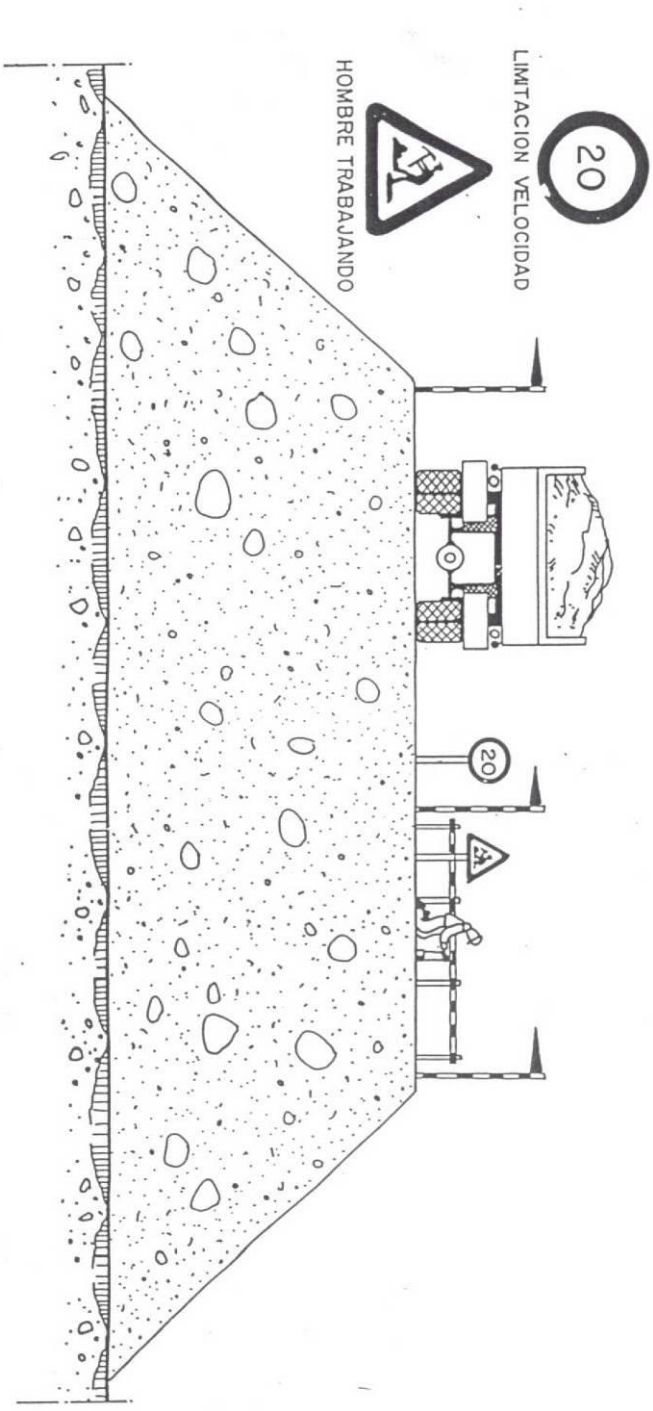
H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

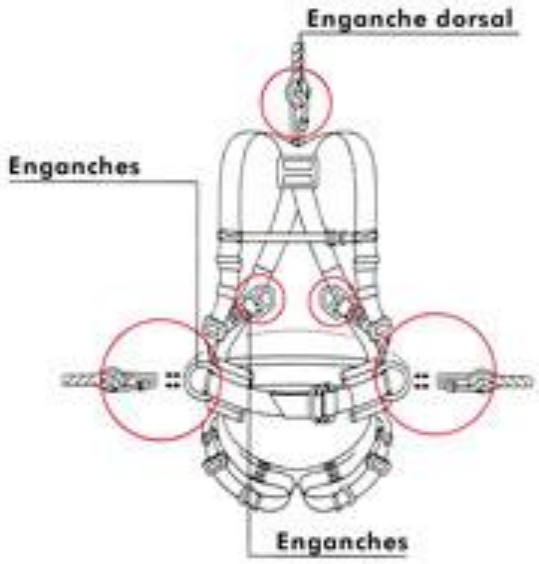


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA





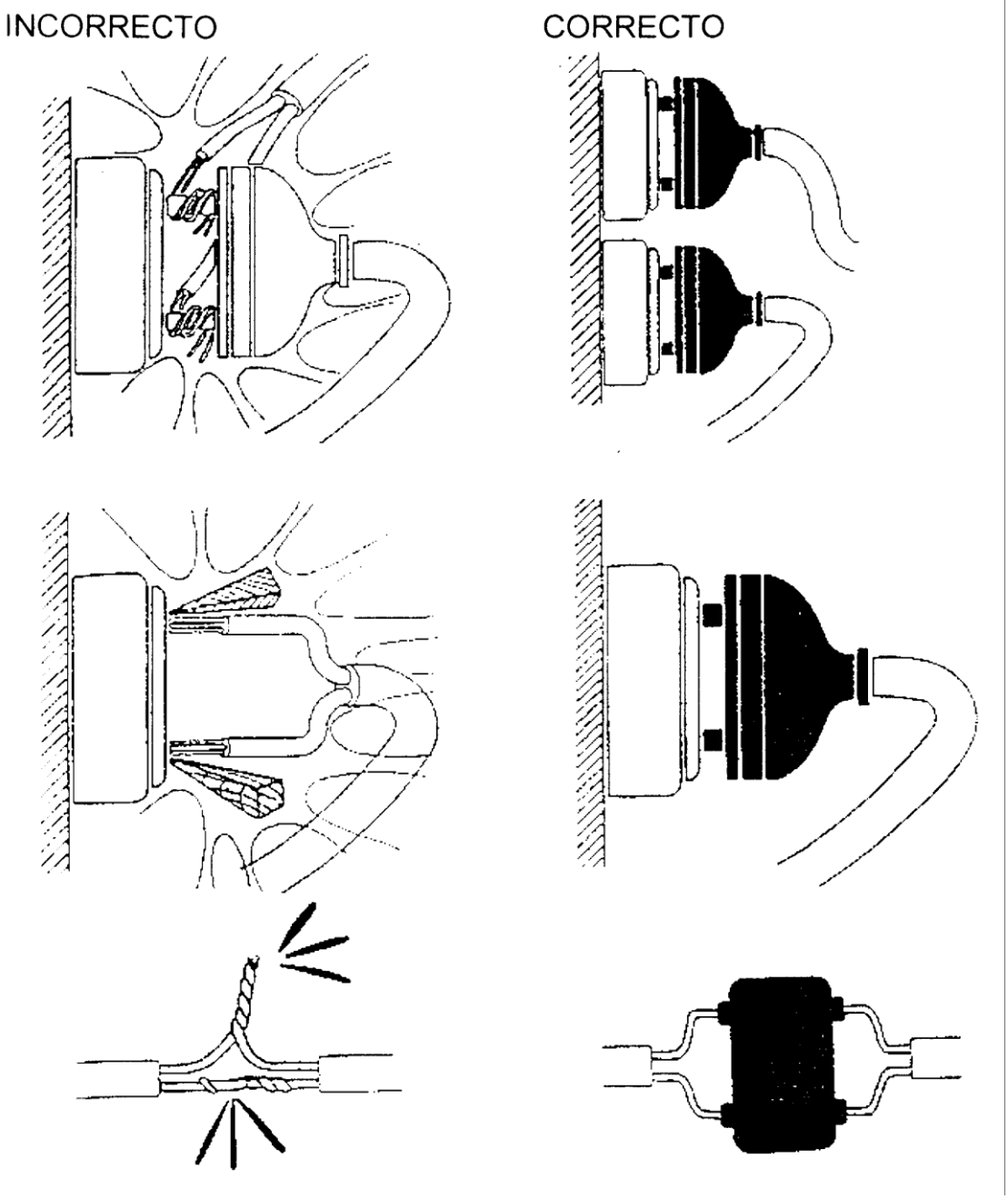




Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

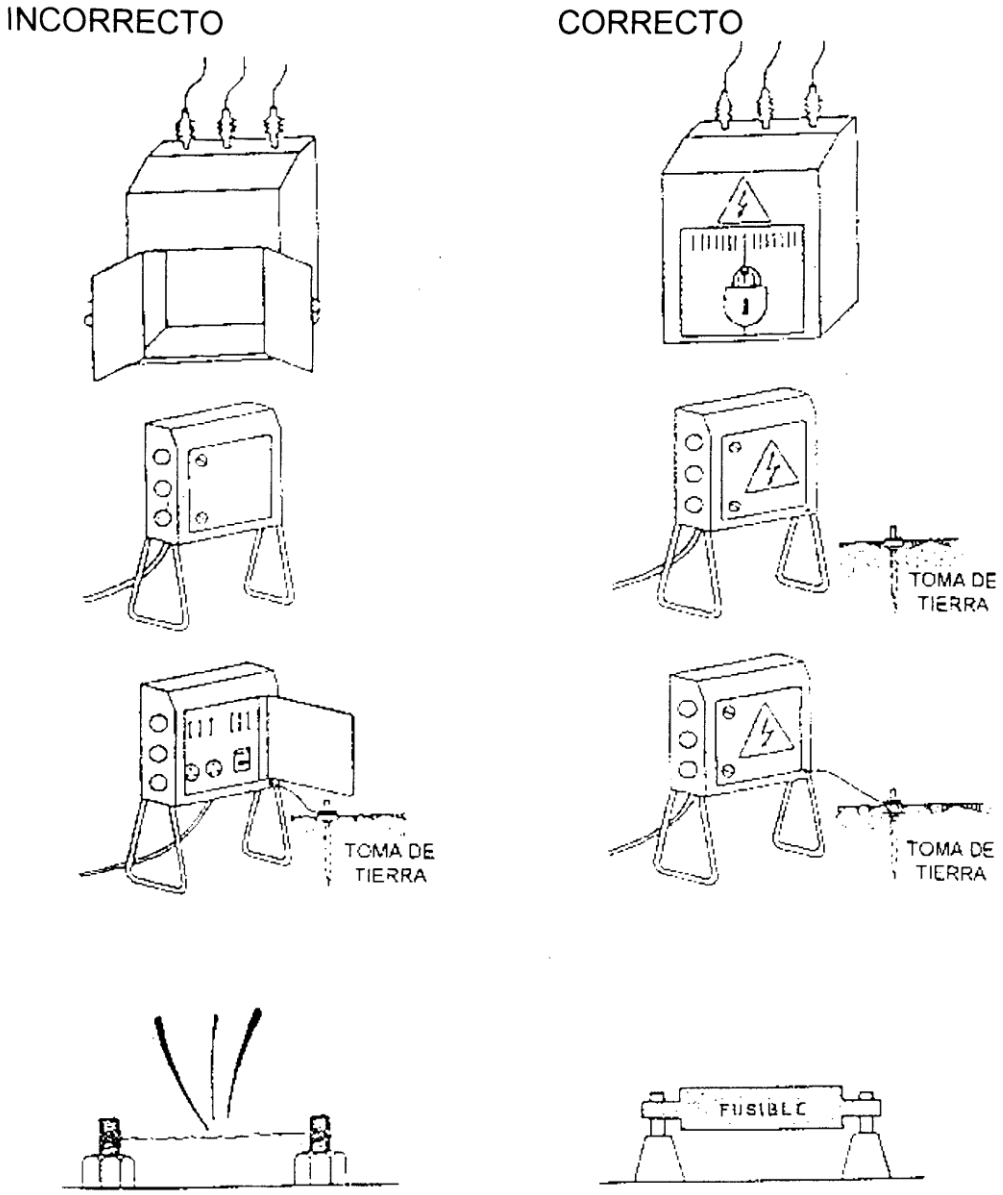
RIESGOS ELÉCTRICOS I



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

RIESGOS ELÉCTRICOS II

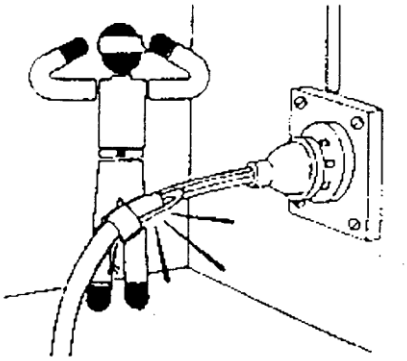


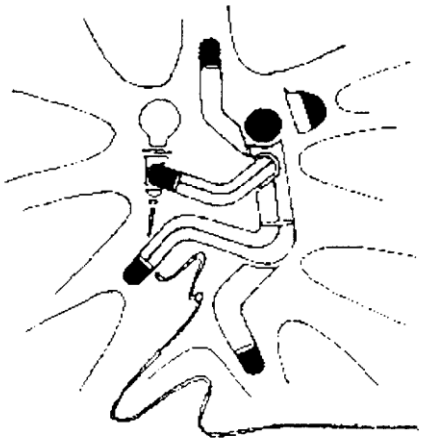
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

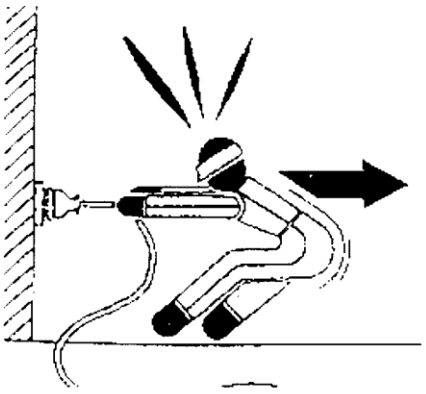
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

RIESGOS ELÉCTRICOS III

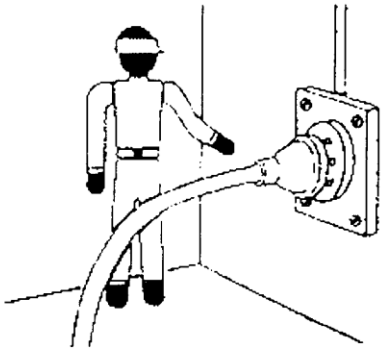
INCORRECTO

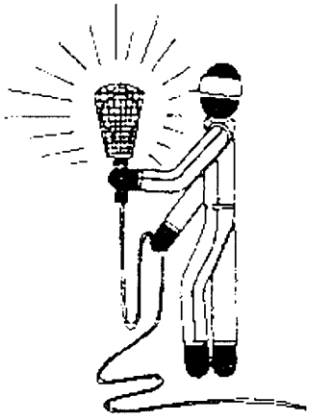




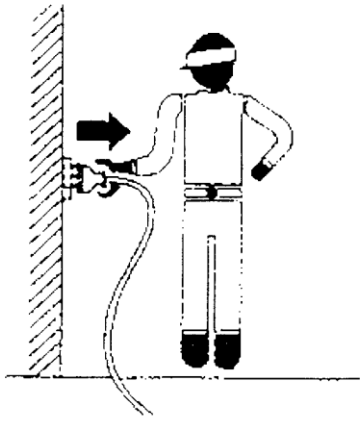


CORRECTO





PORTALAMPARAS CON MANGO DE MATERIAL AISLANTE

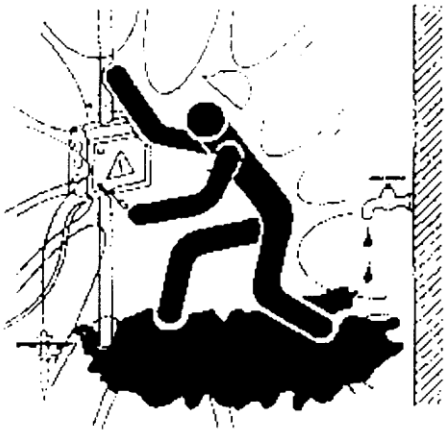


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

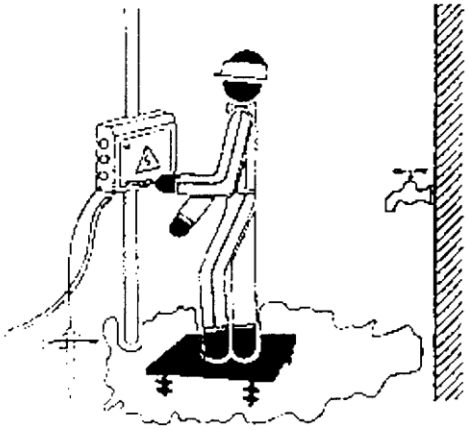
RIESGOS ELÉCTRICOS IV

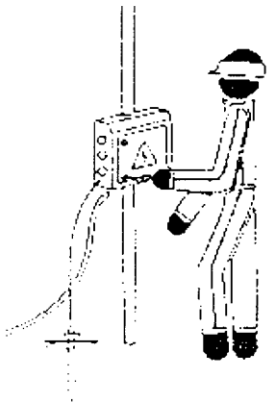
INCORRECTO





CORRECTO

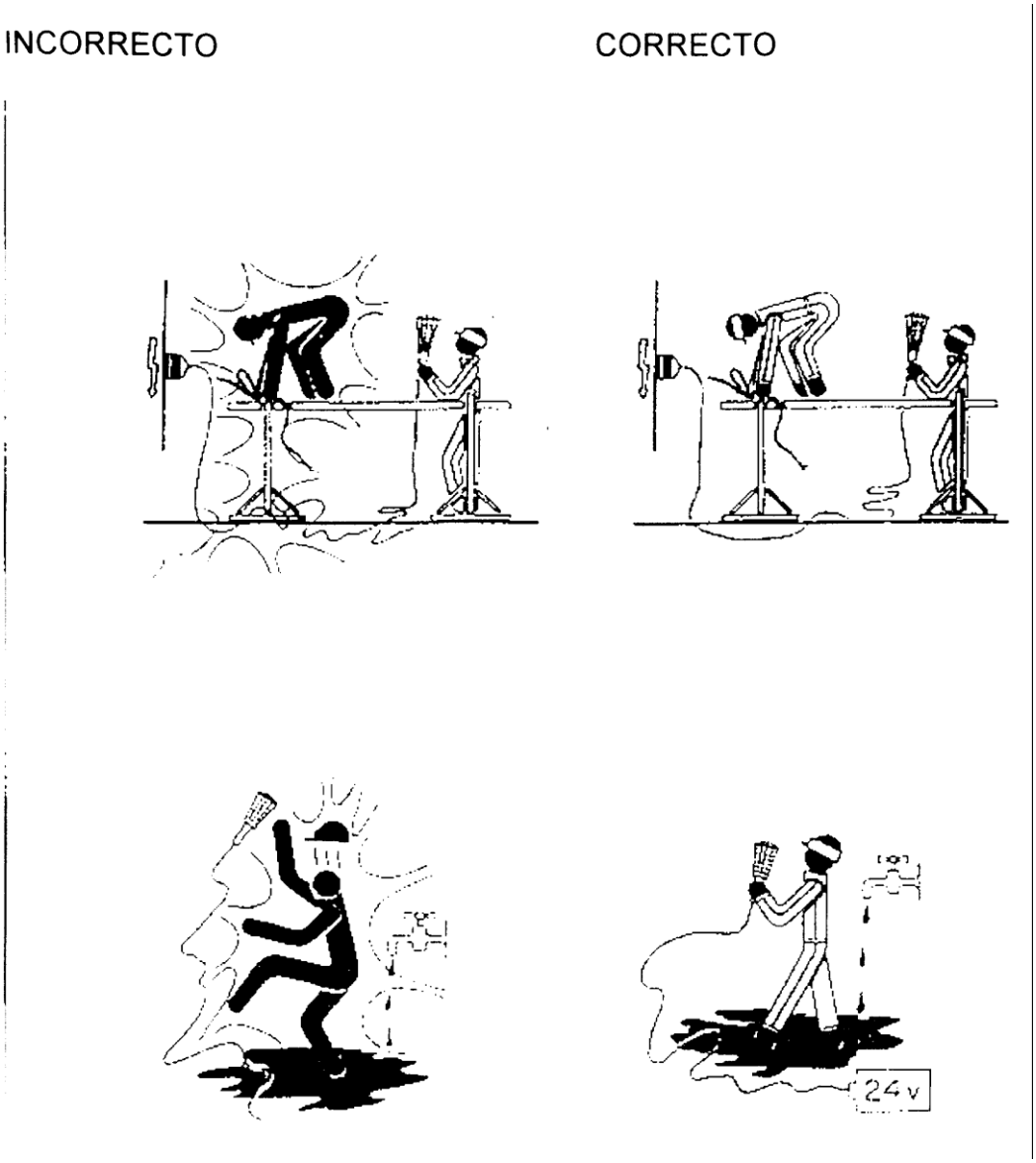




Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

RIESGOS ELÉCTRICOS V

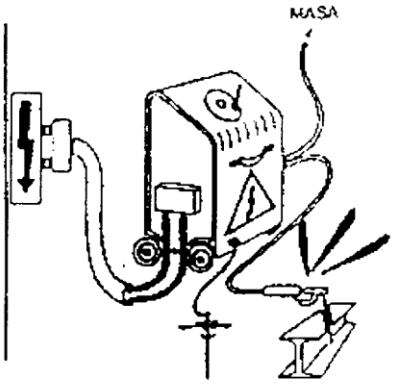


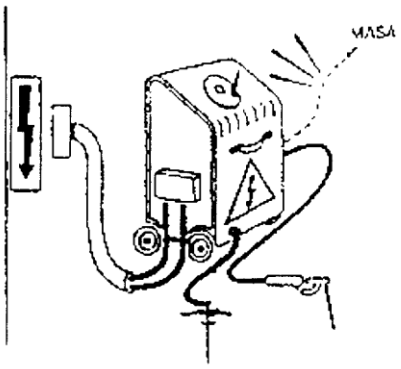
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

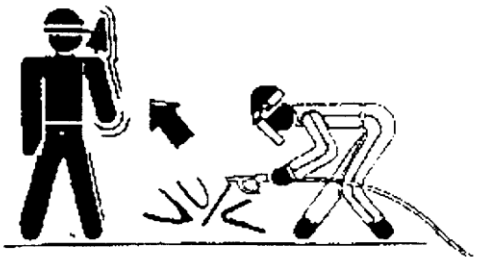
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

TRABAJOS DE SOLDADURA

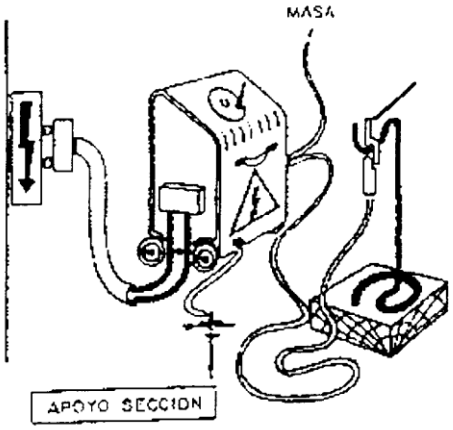
INCORRECTO

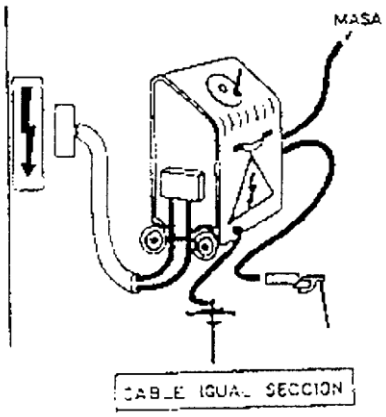


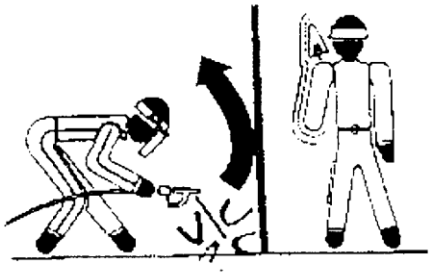




CORRECTO



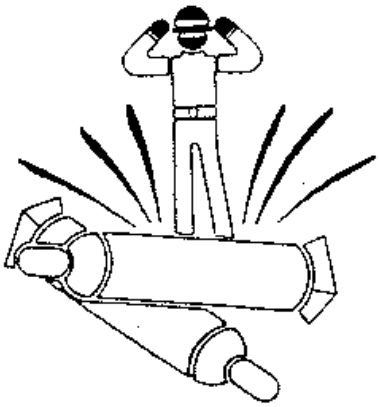


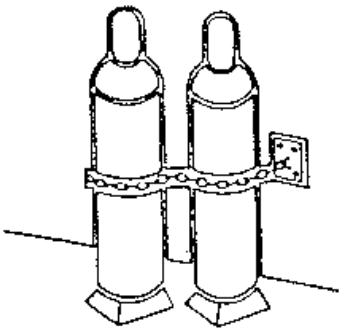


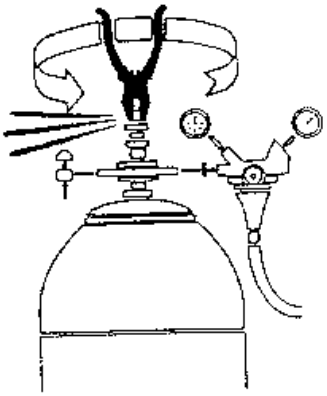
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

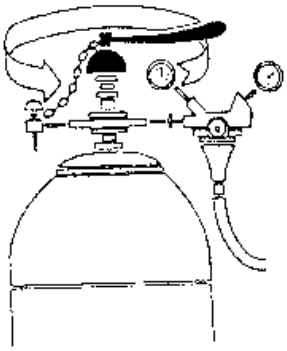
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

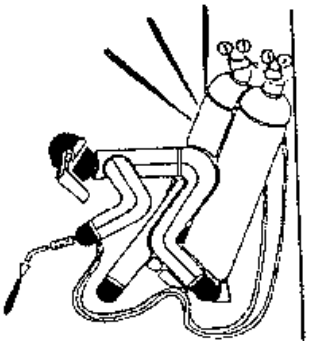
MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS I









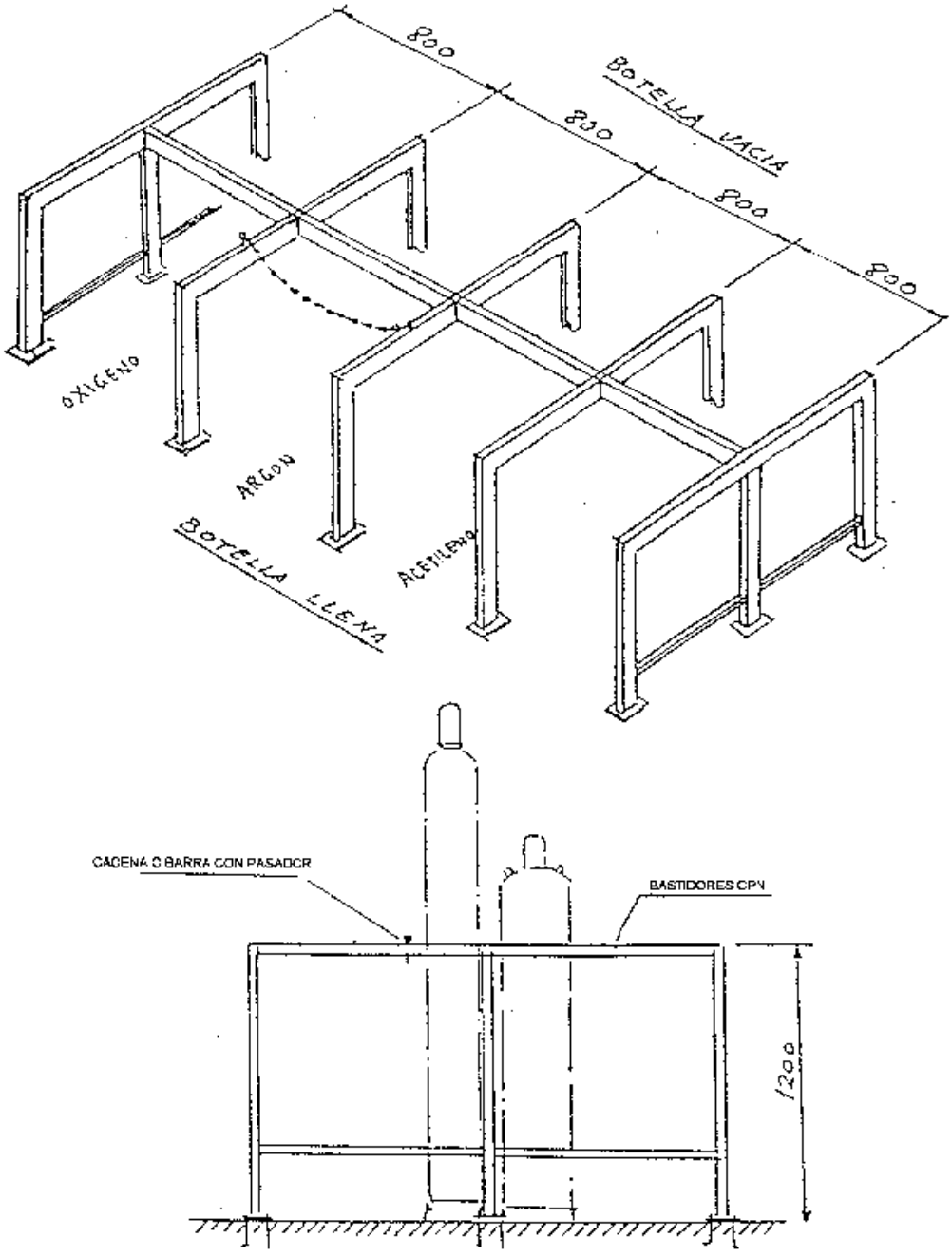




Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

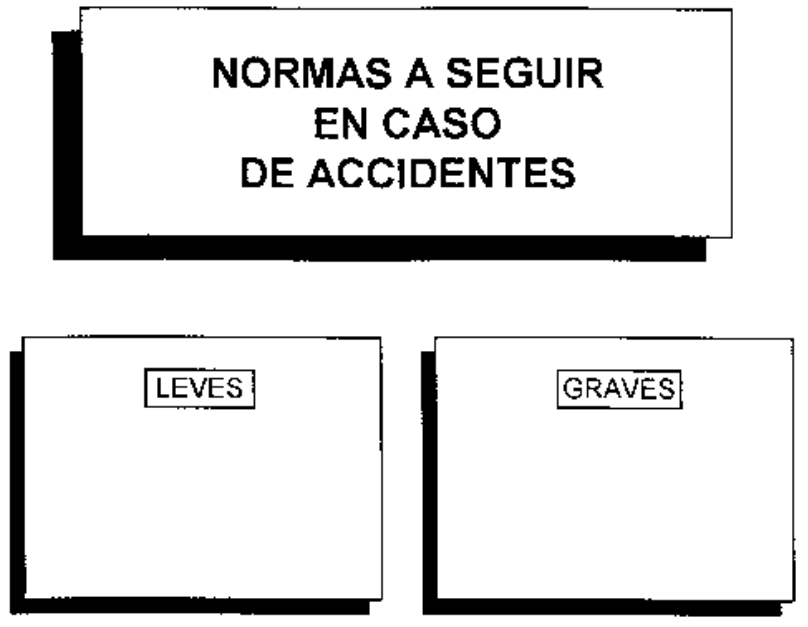
MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS II



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

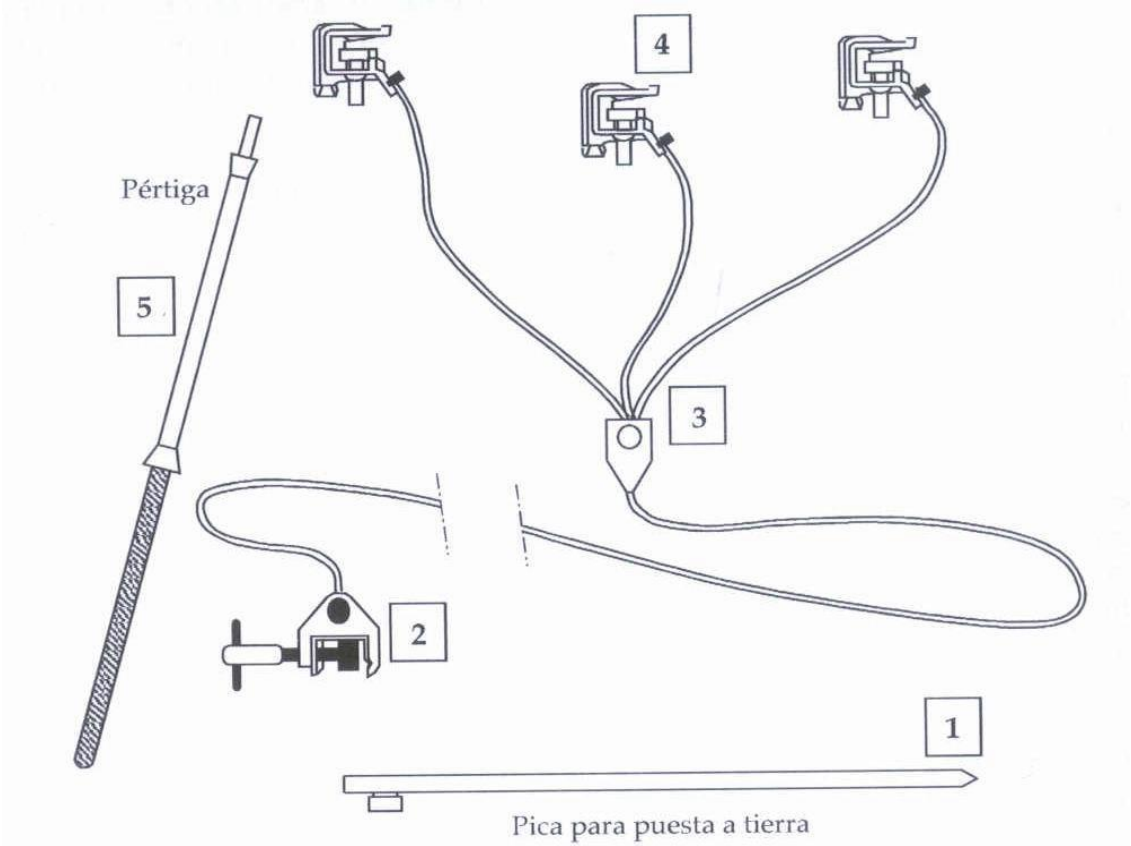
CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTATILES



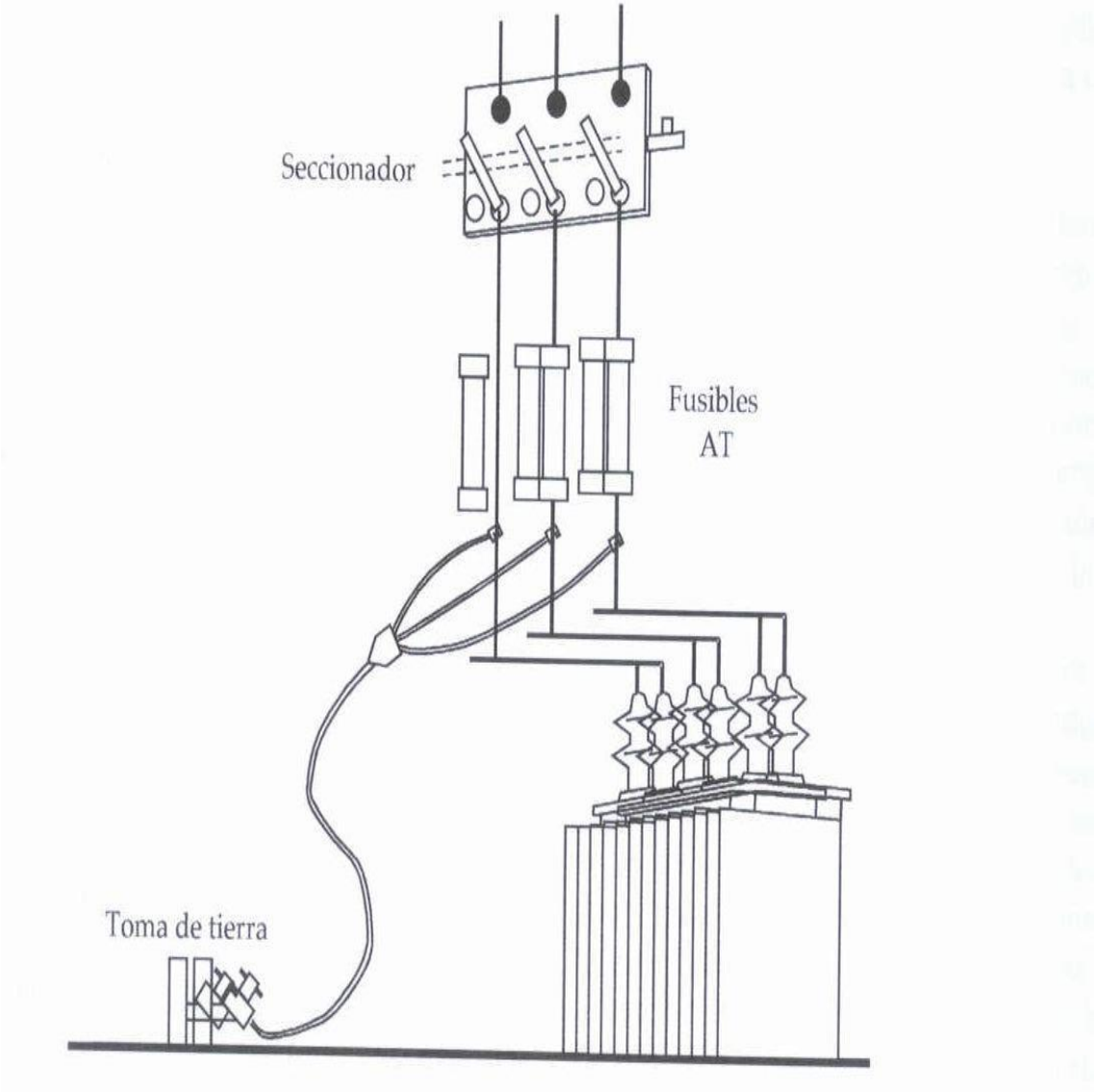
ELEMENTOS DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE PUESTA A TIERRA

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

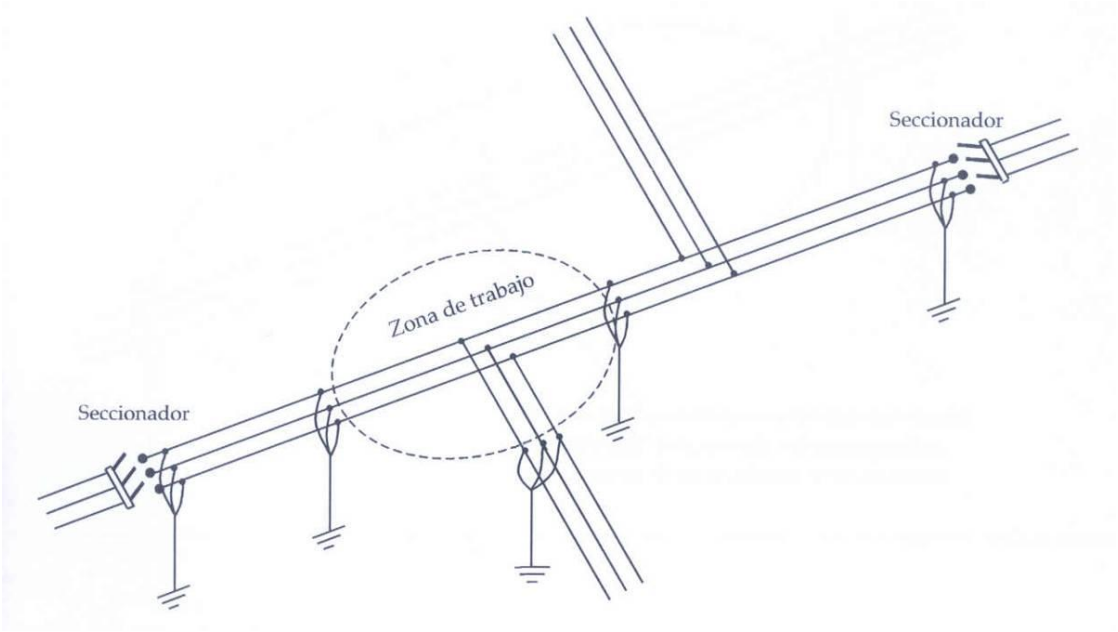
CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



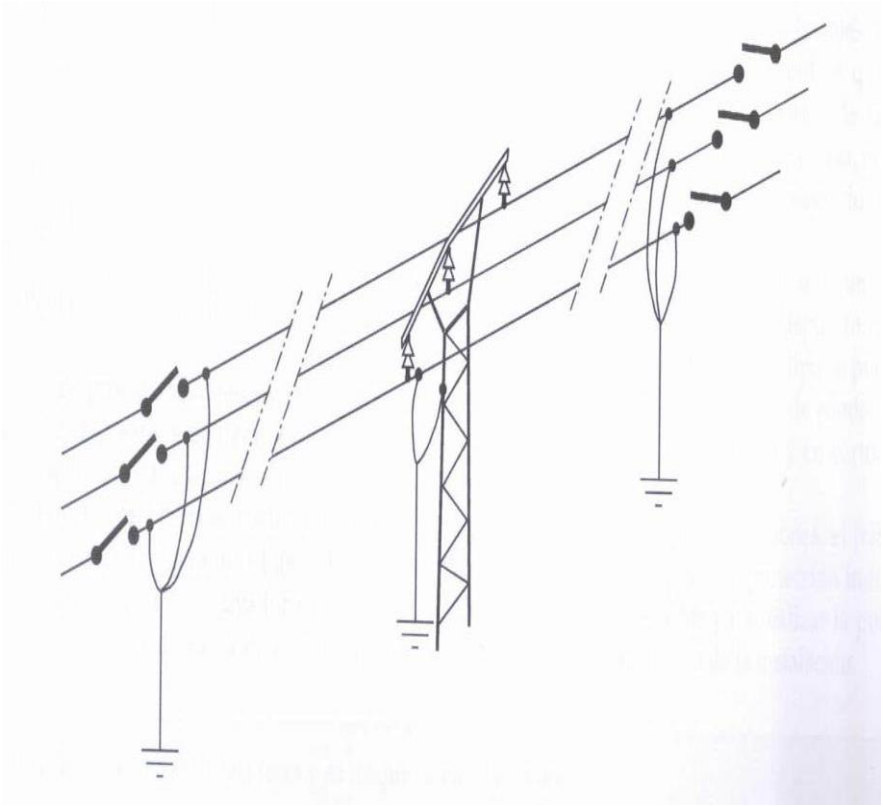
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



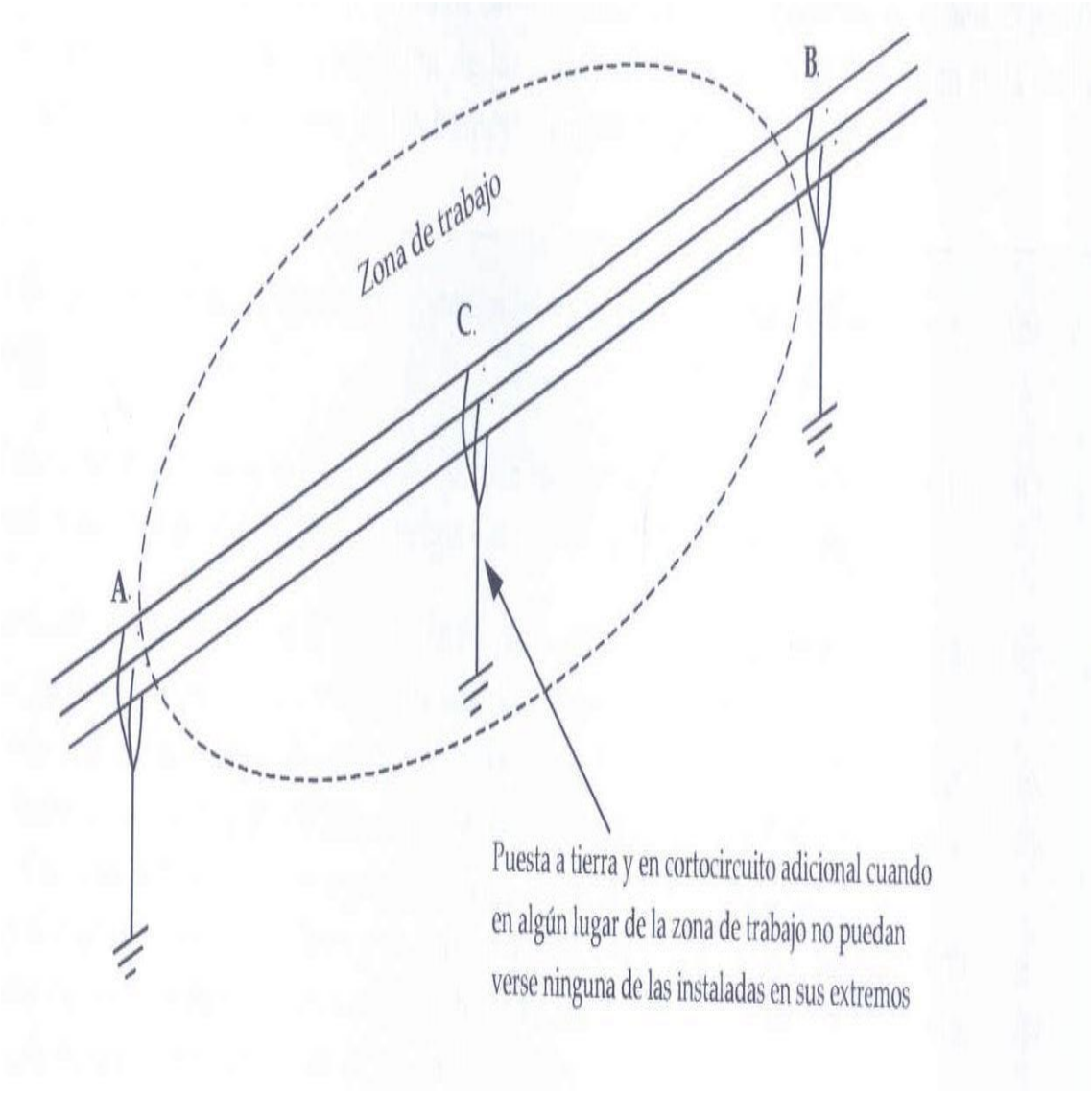
CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

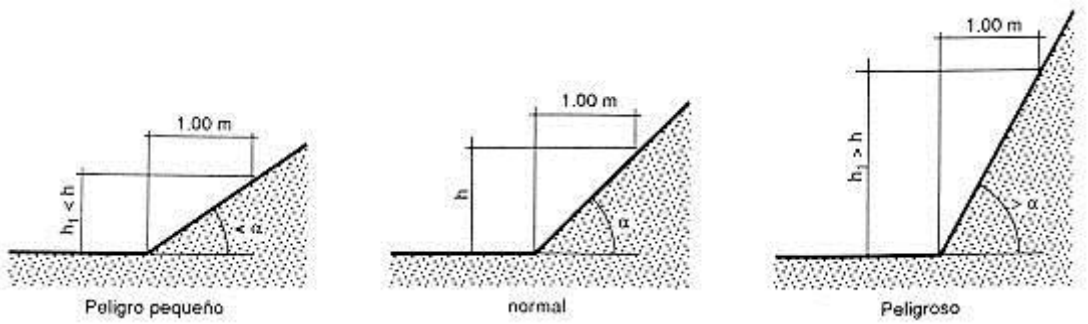


Fig. 1: Talud natural de α^o

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

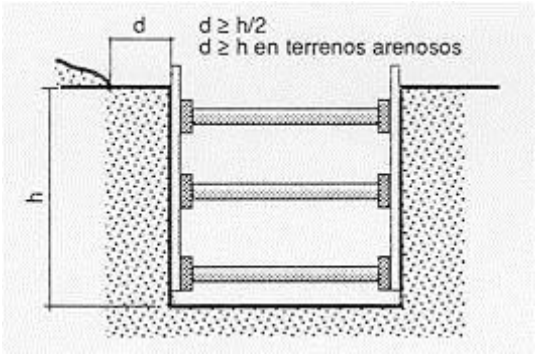


Fig. 2

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

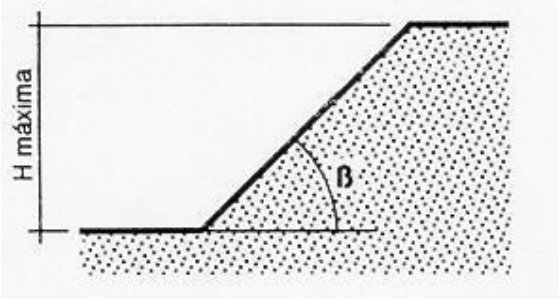


Fig. 3

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*

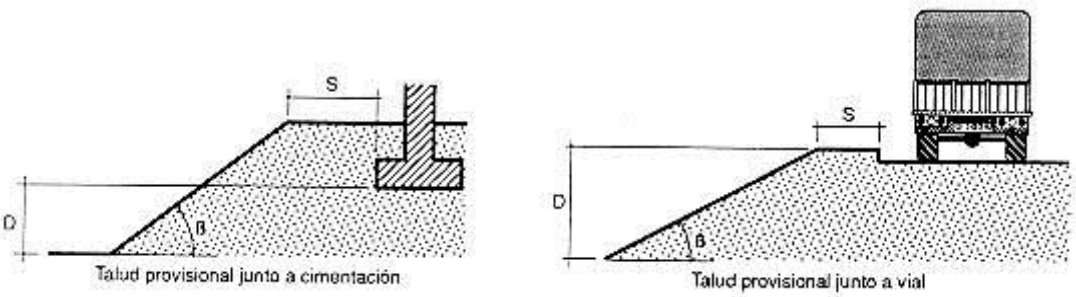


Fig. 4

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

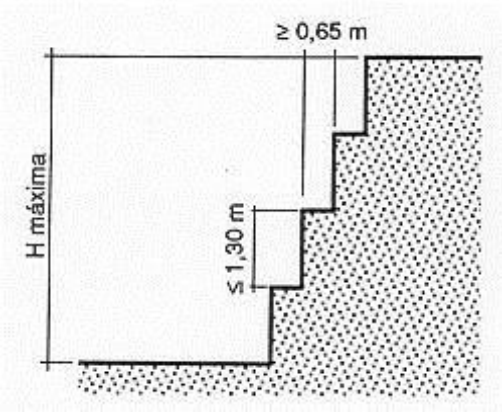


Fig. 5

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:

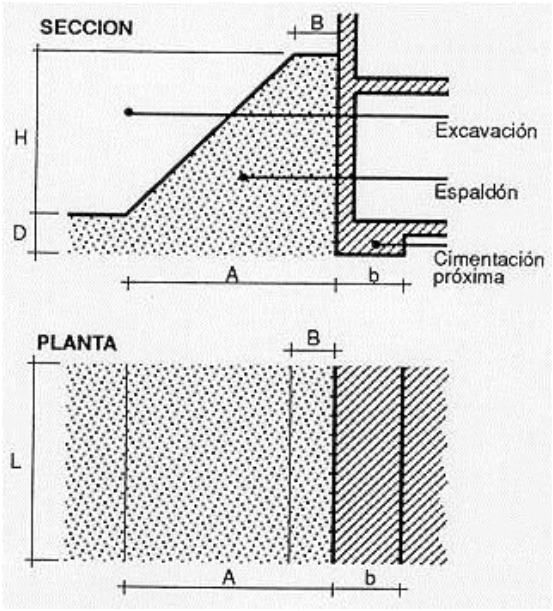


Fig. 6

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

$$q_s \leq 0{,}9\ (m \cdot R_w + n)$$

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm²

Peso específico aparente del terreno γ en g/cm³	$\frac{A+B}{2A}$ · 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 (Tabla 5):

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*

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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:

$P \leq (h + d/2)$ 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.

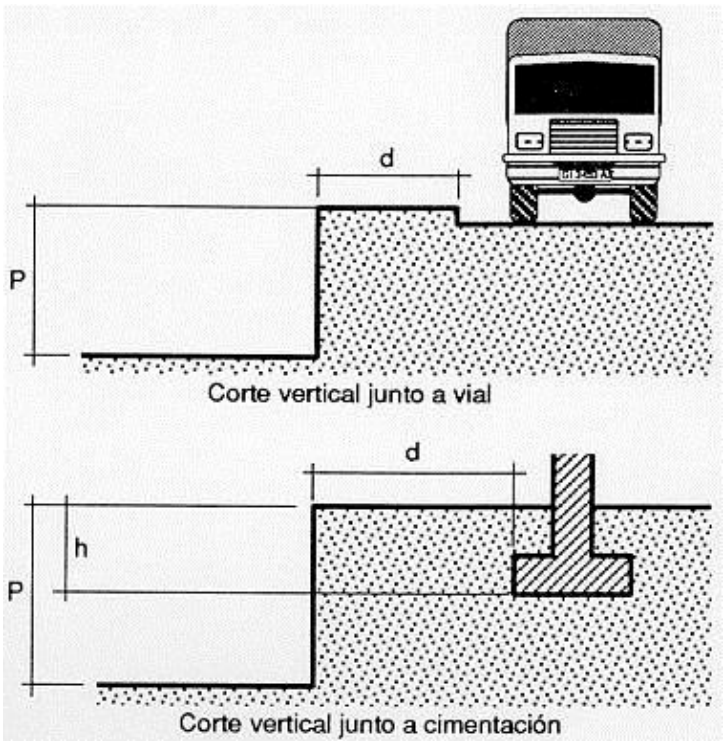


Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

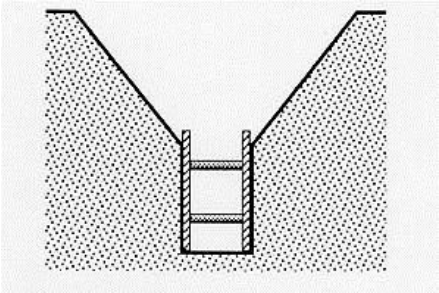


Fig. 8

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)

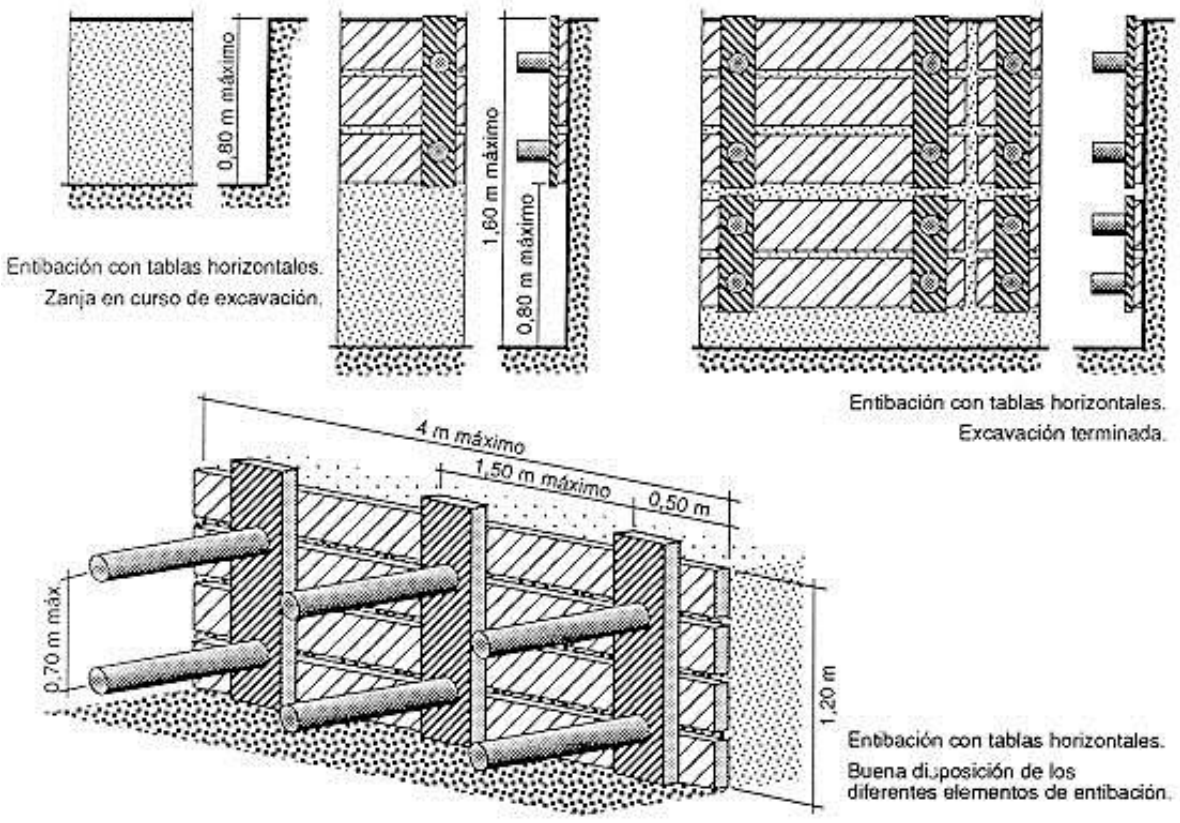


Fig. 9

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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						

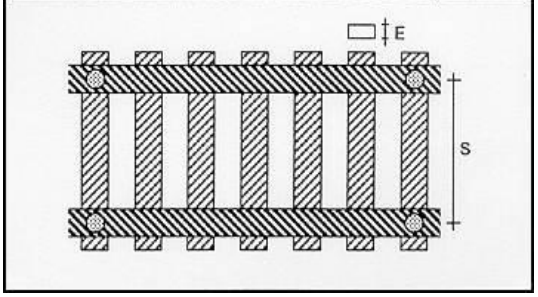


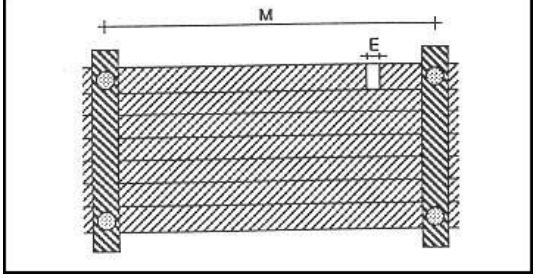
Tabla 9

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Tabla 8

ENTIBACION SEMICUAJADA

↓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	Separación horizontal
52	65	76	S + 30 en cm	M en cm
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

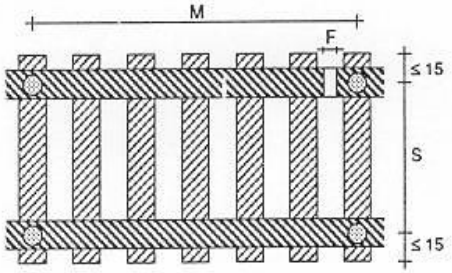


Tabla 10

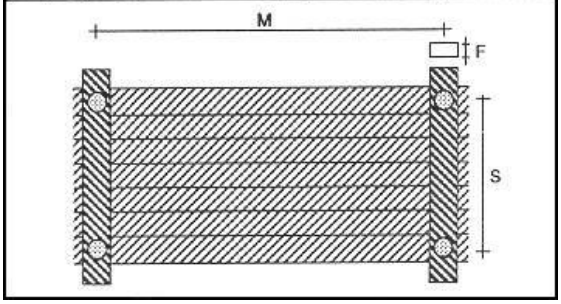
ENTIBACION CUAJADA

↓F↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, 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	Separación horizontal
52	65	76	S en cm	M en cm
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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

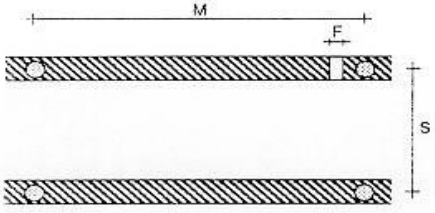


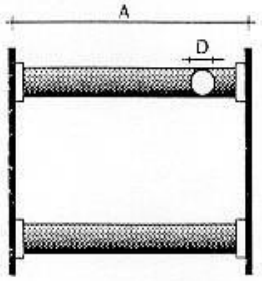
Tabla 12

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 profundidad y en una segunda fase se alcanzan los 3,50 m de profundidad máxima recomendable. (Fig. 10)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

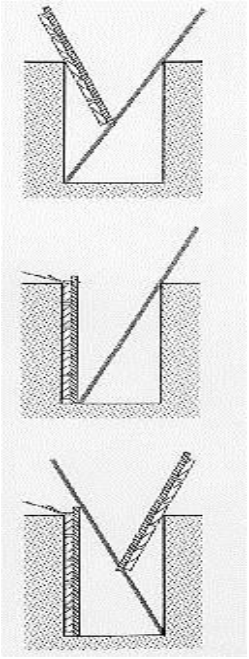


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 6.2: PRESUPUESTO

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

1 PROTECCIONES INDIVIDUALES 2
2 PROTECCIONES COLECTIVAS 3
3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 4
4 PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA 4
5 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 4
6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 5
7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO 5
8 RESUMEN PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD 6

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE
Chaleco reflectante	30	4,55	136,35 €
Casco de Seguridad con barbuquejo	30	3,24	97,20 €
Gafas antiproyecciones	15	5,22	78,30 €
Mascarilla de papel	60	0,45	27,00 €
Protector Auditivo (tapón)	15	0,63	9,45 €
Protector auditivo (cascos)	15	4,72	70,74 €
Arnés de seguridad	15	45,24	678,65 €
Mono de trabajo	30	18,04	541,08 €
Trajes impermeables	30	7,79	233,55 €
Par de guantes de goma finos	30	2,81	84,24 €
Par de guantes de cuero	30	4,28	128,25 €
Par de guantes anticorte	30	4,61	138,24 €
Par de guantes dieléctricos	6	18,05	108,27 €
Pares de botas de agua	30	18,32	549,45 €
Pares de botas de seguridad	30	13,72	411,48 €
Pares de botas dieléctricas	6	27,09	162,54 €
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			**3.613,44 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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	30	2,39	71,55 €
Señalización zanja con varilla de 8 mm, 1m y banderola	1.000	0,14	135,00 €
Malla de balizamiento 1m de alto, 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			**2.181.13 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE
Reconocimientos médicos	30	20,86	625,86 €
Botiquín completo	6	83,79	502,74 €
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			**1.219,21 €**

7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

CONCEPTO	UDS	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE
Horas de formación de seguridad	60	21,18	1.270,62 €
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			**3.064,82 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

8 RESUMEN PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

RESUMEN	IMPORTE
1.- PROTECCIONES INDIVIDUALES	3.613,44 €
2.- PROTECCIONES COLECTIVAS	2.181,13 €
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	1.219,21 €
7.- VIGILANCIA Y FORMACIÓN	3.064,82 €
TOTAL EUROS	**12.283,49 €**

La suma total del presupuesto de seguridad y salud para el proyecto de ejecución del PFV LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN asciende a **DOCE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (12.283,49 €).**

Zaragoza, septiembre de 2021
Fdo. Pedro Machín Iturria
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 2.474 COIIAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

PROYECTO MODIFICADO

PARQUE FOTOVOLTAICO LA BARDINA 1 Y SU AMPLIACIÓN

DOCUMENTO 6.3: PLIEGO DE CONDICIONES

Término Municipal de Zaragoza (Zaragoza)

En Zaragoza, septiembre de 2021

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ÍNDICE

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 6
2.1. Comienzo de las obras 6
2.2. Protecciones personales 6
2.2.1. Prescripción del casco de seguridad no metálico 7
2.2.2. Prescripción del calzado de seguridad 9
2.2.3. Prescripción del protector auditivo 10
2.2.4. Prescripción de guantes de seguridad 10
2.2.5. Prescripción del cinturón de seguridad 11
2.2.6. Prescripción de gafas de seguridad 11
2.2.7. Prescripción de mascarilla antipolvo 12
2.2.8. Prescripción de bota impermeable al agua y a la humedad 13
2.2.9. Prescripción de equipo para soldador 14
2.2.10. Prescripción de guantes aislantes de la electricidad 15
2.2.11. Prescripción de seguridad para la corriente eléctrica de Baja Tensión 16
2.2.12. Prescripción de seguridad para la corriente eléctrica de Alta Tensión 17
2.2.13. Prescripción de Extintores 19
2.2.14. Medios auxiliares de topografía 20
2.3. Protecciones colectivas 20
2.4. Plan de seguridad y salud 23
2.5. Vigilante de seguridad y comité de seguridad e higiene 24
2.6. Instalaciones médicas 25
2.7. Instalaciones de higiene y bienestar 25

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Dispondrán de aireación 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

expuestas anteriormente. Las mascarillas podrán ser de diversas tallas, pero en cualquier caso tendrán unas 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

frecuencia 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

toma de tierra así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 ohmios. Se conectará a las 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 RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

- Que están retirados los fusibles de la alimentación del rotor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

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 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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este estudio. Este Plan, debe ser revisado y aprobado, por el Coordinador de Seguridad y Salud.

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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03771-21A
DE FECHA : 25/10/21
E-VISADO

Se constituirá el Comité cuando proceda, según la Ordenanza Laboral de Construcción o, en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

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, septiembre 2021
Fdo. Pedro Machín Iturria
Colegiado Nº 2474
COIIAR

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04895-21 y VISADO electrónico VD03771-21A de 25/10/2021. CSV = FVK5Y6YDBCX4BYCL verificable en https://coiiar.e-gestion.es