TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

TITULAR:	EFM SOLAR 30, S.L
REDACTOR	EMIN ENERGY
FECHA:	Junio de 2026

TRABAJO:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

DOCUMENTO: **I. Memoria**



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

MEMORIA

ÍNDICE

ÍNDICE 2
1. MEMORIA 5
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO 5
1.2. PROMOTOR Y REDACTOR 6
1.3. NORMATIVA 7
1.3.1. Directivas comunitarias aplicables 7
1.3.2. Legislación eléctrica aplicable 7
1.3.3. Legislación obra civil aplicable 10
1.3.4. Legislación seguridad e higiene aplicable 11
1.3.5. Legislación medio ambiente aplicable 12
1.4. LOCALIZACIÓN 13
1.5. ORGANISMOS AFECTADOS 14
1.6. DETALLES URBANÍSTICOS 15
1.6.1. Planeamiento urbanístico 15
1.6.2. Superficies ocupación 15
1.7. ACCESOS 16
1.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 18
1.8.1. Elementos del sistema 18
1.8.2. Potencia Instalada RD 997/2025 21
1.8.3. Criterios de diseño Sistema BESS 23
1.8.4. Instalación de puesta a tierra 41
1.8.5. Obra Civil 45
1.9. LINEA DE EVACUACIÓN MT 52
1.9.1. Localización 52
1.9.2. Conductores subterráneos 53
1.9.3. Tendido 55
1.9.4. Cruzamientos y paralelismos 58
1.9.5. Puesta a tierra 65
1.10. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA 65
1.10.1. Descripción de la instalación 65
2. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 88
3. PRESUPUESTO 88
4. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE PROYECTO 89
5. CONCLUSIONES 90

Índice tablas

Tabla 1.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST. 13
Tabla 2.- Parcelas catastrales afectadas por la línea de evacuación de media tensión. 14
Tabla 3.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST. 16
Tabla 4.- Tabla resumen de potencias y capacidades BESS Aldehuela 1_ST 18
Tabla 5.- Potencia instalada y capacidad de acceso 21
Tabla 6.- Capacidad y Potencia Rack Batería 22
Tabla 7.- PCS BESS ALDEHUELA 1_ST 22
Tabla 8.- Características del Centro de Transformación 22
Tabla 9.- Tabla resumen de criterios de diseño BESS 23
Tabla 10.- Tabla resumen de criterios de diseño BESS ALDEHUELA 1_ST 26
Tabla 11.- Características Celda Batería 27
Tabla 12.- Características Módulo Batería 27
Tabla 13.- Características Rack Batería 28
Tabla 14: Rack baterias IQuord 29
Tabla 15: Elementos Rack de Baterías. 29
Tabla 16.- Capacidad y Potencia Módulo Batería 30
Tabla 17.- Capacidad y Potencia Rack Batería 30
Tabla 18.- Capacidad y Potencia Contenedor BESS 30
Tabla 19.- PCS BESS ALDEHUELA 1_ST 31
Tabla 20.- Características PCS 32
Tabla 21.- Características INMS UGRID CONTROL CABINET 33
Tabla 22.- Características del Centro de Transformación 35
Tabla 23.- Características del Bloque de Almacenamiento 35
Tabla 24.- Características chiller 39
Tabla 25.- Características principales línea de evacuación de MT 54
Tabla 26.- Imax admisible línea de evacuación de MT 55
Tabla 27.- Temperatura máxima, en ºC, asignada al conductor 55
Tabla 28: Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas 61
Tabla 29: Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas 64
Tabla 30.- Presupuesto de ejecución material de las obras. 88

Índice figuras

Figura 1: Esquema unifilar básico 6
Figura 2: Parcela catastral objeto del proyecto BESS ALDEHUELA 1_ST 14
Figura 3: Planeamiento Urbanístico Fuenlabrada 15
Figura 4: Acceso a la zona de la futura instalación “BESS ALDEHUELA 1_ST”. 17
Figura 5: Acceso a la zona de la futura instalación “BESS ALDEHUELA 1_ST”. 17

Figura 6: Esquema tipo Sistemas BESS 19
Figura 7: Contenedor BESS 21
Figura 8: Implantación de la planta BESS ALDEHUELA 1_ST 24
Figura 9: Módulo de batería 28
Figura 10: Diseño de Centros de Transformación Twin Skid Power Electronics 5000 kVA 34
Figura 11: Arquitectura comunicaciones EMS ALDEHUELA 1_ST 37
Figura 12: Sistema de refrigeración ALDEHUELA 1_ST 38
Figura 13: Detalle vallado (Vista frontal) 50
Figura 14: Detalle vallado (Refuerzos y perfil) 50
Figura 15: Sección tipo de vial. 51
Figura 16: Detalle zanja tipo bajo calzada. 57
Figura 17: Protección para cruzamientos con gas 61
Figura 18: Paralelismo con canalizaciones de gas 64
Figura 19: Detalle del CPM – pfu4 66
Figura 20: Características de Celda de línea. 73
Figura 21: Características de Celda de Protección 75
Figura 22: Características de Celda de Medida 77

1. MEMORIA

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

Últimamente se está observando un aumento en los proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes de energía renovable. Los ambiciosos objetivos de integración de estas energías deben acompañarse de medidas para abordar la intermitencia y la falta de gestión inherentes a las fuentes de energía primaria no almacenables. La Ley 7/2021, de 21 de mayo, de cambio climático y transición energética, así como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 y la Estrategia de Almacenamiento Energético (actualmente en revisión al alza), reconocen que el almacenamiento de energía respaldará de manera decisiva el despliegue de energías renovables y será crucial para garantizar la seguridad, calidad, sostenibilidad y economía del suministro.

Los sistemas de almacenamiento de energía son fundamentales para asegurar la transición a una economía neutra en emisiones y para la integración efectiva de las energías renovables en el sistema, ya que permiten almacenar energía cuando hay excedentes y utilizarla cuando el recurso renovable es escaso o la demanda es alta.

En este contexto, y debido al notable aumento de la capacidad instalada de nuevos sistemas de generación renovable, especialmente energía fotovoltaica, es necesario no solo hibridar estas fuentes de generación con almacenamiento, sino también instalar sistemas de almacenamiento independientes (Stand-Alone) para gestionar los desfases entre generación y demanda en puntos de la red alejados de la generación a gran escala, pero cercanos al consumo.

En el presente documento se describe el Proyecto “BESS ALDEHUELA 1_ST” DE 5 MW Y 10 MWh EN FUENLABRADA (MADRID). En otro expediente distinto, se aportarán proyectos de infraestructuras comunes con otros proyectos para cesión a la compañía distribuidora (I-DE Redes Inteligentes S.A.U), como el de Centro de Seccionamiento Independiente y su línea de conexión 15kV para conectar mediante entrada salida a la línea existente línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340).

A continuación de adjunta un esquema unifilar básico de la instalación de almacenamiento junto con el resto de las instalaciones que se conectan en el mismo punto.

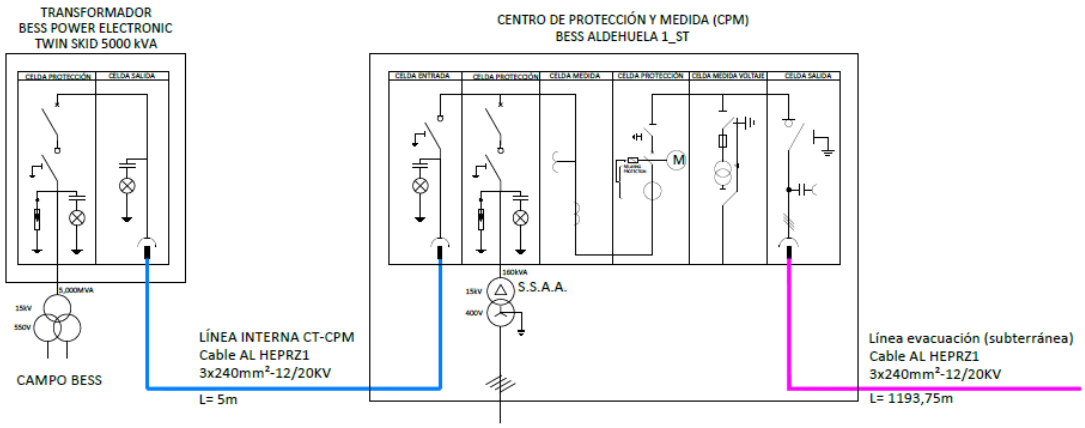


Figura 1: Esquema unifilar básico

Este proyecto tiene el objetivo de cumplir los hitos del RD 23/2020, se solicita la **Autorización Administrativa Previa** del proyecto.

1.2. PROMOTOR Y REDACTOR

Datos del promotor del proyecto:

- Razón social: EFM SOLAR 30, S.L.
- Municipio: MADRID (MADRID)
- Código postal: 28023

Datos del redactor del proyecto:

- Razón social: ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION S.L.
- Municipio: VALENCIA (VALENCIA)
- Código postal: 46004

1.3. NORMATIVA

Para el estudio y redacción del presente proyecto de instalación BESS nos atendremos a la siguiente normativa.

1.3.1. Directivas comunitarias aplicables

- Directiva comunitaria 73/23/C.E.E.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Normas particulares y procedimientos de operación de la empresa I-DE.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red, PTC-C Octubre de 2002.
- Ordenanzas Municipales en vigor.

1.3.2. Legislación eléctrica aplicable

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico.
- 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.
- Real Decreto-Ley 2/2001, de 2 de febrero, por el que se modifica la disposición transitoria sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, y determinados artículos de la Ley 16/1989, de 17 de julio, de Defensa de la Competencia.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Orden IET/18/2013, de 17 de enero, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 28 de diciembre de 2012, por el que se habilita a la Dirección General de Política Energética y Minas para la autorización o la emisión de informes favorables a los que hace referencia el artículo 36.3 de

la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para determinadas instalaciones de la red de transporte de electricidad de conformidad con lo establecido en el artículo 10.5 del Real Decreto-ley 13/2012, de 30 de marzo.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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.
- RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de 337/medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Reglamento (UE) 2016/1447 de la Comisión, de 26 de agosto de 2016, por el que establece un código de red sobre requisitos de conexión a la red de sistemas de alta tensión en corriente continua y módulos de parque eléctrico conectados en corriente continua.

- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Reglamento (UE) 2016/1388 de la Comisión, de 17 de agosto de 2016, por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda.
- Orden EHA/408/2010, de 24 de febrero, por la que se aprueban los modelos de autoliquidación 681, 682, 683 y 684 para el ingreso de las tasas establecidas en el apartado 9 de la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico y los plazos y forma de presentación de los mismos.
- Orden EHA/1259/2011, de 28 de abril, por la que se modifica la Orden EHA/408/2010, de 24 de febrero, por la que se aprueban los modelos de autoliquidación 681, 682, 683 y 684 para el ingreso de las tasas establecidas en el apartado 9 de la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico y los plazos y forma de presentación de los mismos.
- Procedimientos de Operación del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y/o de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Criterios Generales de Protección del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y/o de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Reglamento Unificado de los Puntos de Medida.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- UNE-EN IEC 63056:2020 Elementos secundarios y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para baterías de litio para su uso en sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.
- IEC 62281 (versión IEC de la UN 38.3 – son iguales): Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport.
- UL 9540A Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems (requerida para los suministros de este Proyecto al no haber equivalente Europeo).
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- 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.
- Condicionantes que puedan ser emitidos por Organismos o empresas afectadas por las instalaciones.
- Decreto-Ley 01/2022, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Decreto-Ley 885/2022, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

1.3.3. Legislación obra civil aplicable

- Código Técnico de la Edificación, DB SE-AE, Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB SE-C, Seguridad estructural: Cimientos. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Normativa urbanística del municipio donde se ejecuta la obra.
- Real Decreto 956/2008 de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- R.D. 1313/88, de 28 de octubre, y la modificación de su anexo realizada por la O.M. de 4 de febrero de 1992, por el que se declara obligatoria la homologación de cementos para prefabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, en adelante PG-3/75, y sus revisiones posteriores.
- Norma 3.1.IC. trazado del Ministerio de Fomento.
- Norma 6-1, 6-2 y 6-3 I-C “Secciones de firme” y “Refuerzos de firme”.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

- Recomendaciones para el diseño de intersecciones.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

1.3.4. Legislación seguridad e higiene aplicable

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, 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 de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ITC-BT-33 REBT, Instalaciones provisionales y temporales de obra.
- 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 dorsolumbares, para los trabajadores y todas las actualizaciones que le afectan.
- 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de riesgos laborales y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas y todas las actualizaciones que le afectan.

1.3.5. Legislación medio ambiente aplicable

- Decreto 297/1995 Reglamento de Calificación Ambiental.
- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 5/2012 por el que se regula la Autorización ambiental Integrada y se modifica el Decreto 356/2010 por el que se regula la Autorización Ambiental Unificada.
- Decreto 114/2012, de 22 de junio, por el que se establecen las bases reguladoras de las ayudas destinadas a Entidades Locales para la instalación de Puntos Limpios para la recogida selectiva de residuos domésticos.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto-Ley 5/2014, de 22 de abril, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- Decreto 1/2016 donde se regula la Calificación Ambiental por declaración responsable.
- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Condicionantes que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Decreto-Ley 2/2014, de 1 de agosto, de medidas tributarias, de simplificación administrativa y en materia de función pública.
- Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 110/2015 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Reglamento (UE) Nº 1357/2014 de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

1.4. LOCALIZACIÓN

El sistema de almacenamiento de energía se ubica en uno de los recintos vallados perimetralmente que conforman la instalación "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5 MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid).

Concretamente, los contenedores que albergan las baterías y todos los equipos para su transformación en 15kV para su conexión con el CSI se ubicarán en la siguiente parcela.

Municipio	Dirección	Referencia catastral	Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30		Superficie catastral	Superficie vallada	Superficie ocupada elementos
			X	Y			
Fuenlabrada (Madrid)	C/P.P. BAÑUELO 21(3) Suelo	4283305VK3548S0001ZU	434.143	4.458.245	1.008 m^2	984 m^2	124,33 m^2

Tabla 1.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST.



Figura 2: Parcela catastral objeto del proyecto BESS ALDEHUELA 1_ST

La línea de media tensión para la evacuación de la energía eléctrica generada en la "BESS ALDEHUELA 1_ST" discurre por una serie de parcelas hasta su conexión con el CSI a construir en la línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340). Las parcelas afectadas por la línea eléctrica son las siguientes:

Municipio	Dirección / Polígono y Parcela		Referencia catastral	Superficie catastral	Superficie ocupada
Fuenlabrada	Parcela sin Ref Catastral – Vial público "C/ H P.P BAÑUELO		-	-	154,89 m^2
Fuenlabrada	Parcela sin Ref Catastral - Vial público "C/ G P.P BAÑUELO		-	-	244,53 m^2
Fuenlabrada	Pol: 14	Par: 280	28058A01400280	260.216 m^2	758,06 m^2
Fuenlabrada	Pol: 14	Par: 281	28058A01400281	5.000 m^2	35,53 m^2

Tabla 2.- Parcelas catastrales afectadas por la línea de evacuación de media tensión.

1.5. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se muestra relación de los organismos y/o entes públicos y privados afectados:

- Ayuntamiento de Fuenlabrada (Madrid).

- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Red Eléctrica de España S.A.U

1.6. DETALLES URBANÍSTICOS

1.6.1. Planeamiento urbanístico

La parcela se encuentra clasificada como Suelo Urbanizable Programado según el visor cartográfico de la Comunidad de Madrid.

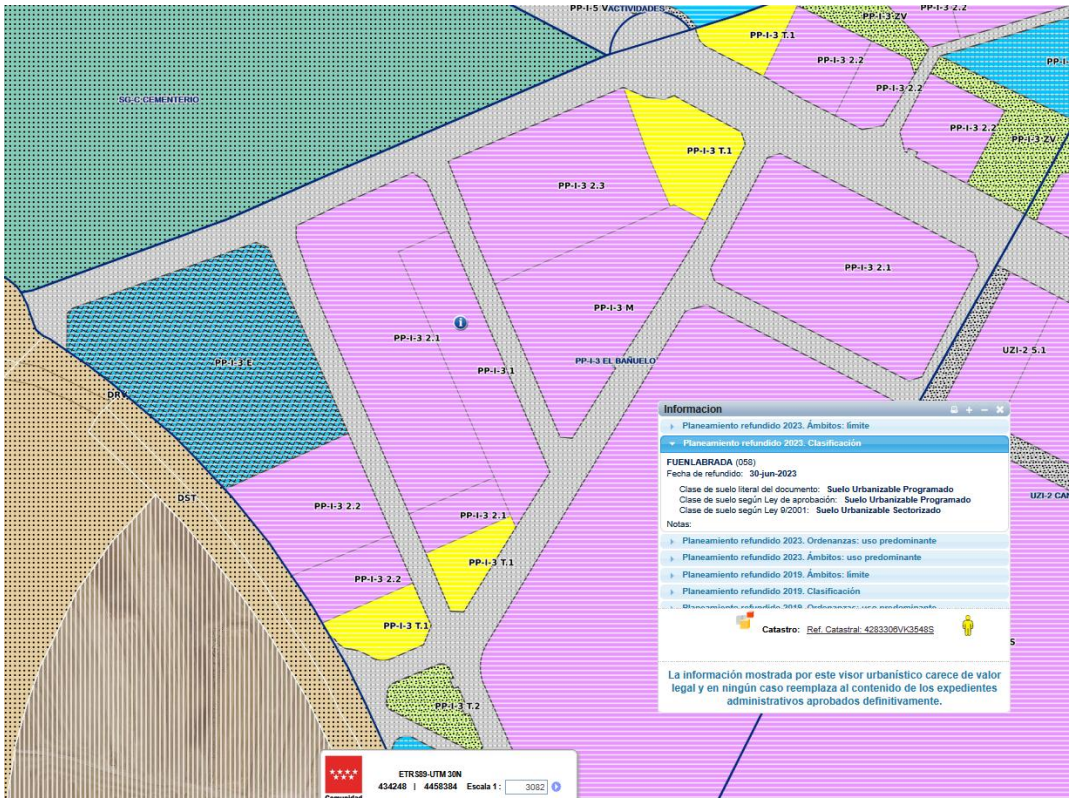


Figura 3: Planeamiento Urbanístico Fuenlabrada

Se han respetado los límites de construcción a linderos 3m, tal y como establece el Artículo 10.4.6 de las El Plan general de ordenación urbana de Fuenlabrada en su Modificación Puntual Nº 9 de Octubre de 2015.

1.6.2. Superficies ocupación

A continuación, se resumen la superficie de ocupación de todos los elementos necesarios en el proyecto "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid).

RELACIÓN DE SUPERFICIES OCUPADAS			
Elemento	**Unidades**	**Superficie unitaria (m2)**	**Superficie Total (m²)**
5P_BESS-House - All-In-One	1	113,71	113,71
Centro de Protección y Medida	1	10,62	10,62
TOTAL			**124,33**

Tabla 3.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST.

El porcentaje de ocupación de terreno por parte de todos los elementos necesarios que conforman la futura instalación "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid) en relación a la superficie total de las parcelas según referencias catastrales es de 12,33% valor menor del 70% exigido en el artículo 10.4.7 del Plan General de Ordenación Urbana de Fuenlabrada.

1.7. ACCESOS

La parcela donde se proyecta la futura "BESS ALDEHUELA 1_ST" se encuentran al sureste del polígono del municipio de Fuenlabrada al noroeste del polígono industrial la Cantueña de Fuenlabrada y se puede acceder a las mismas a través de la M-506 y la Avenida de la Industria de Fuenlabrada.

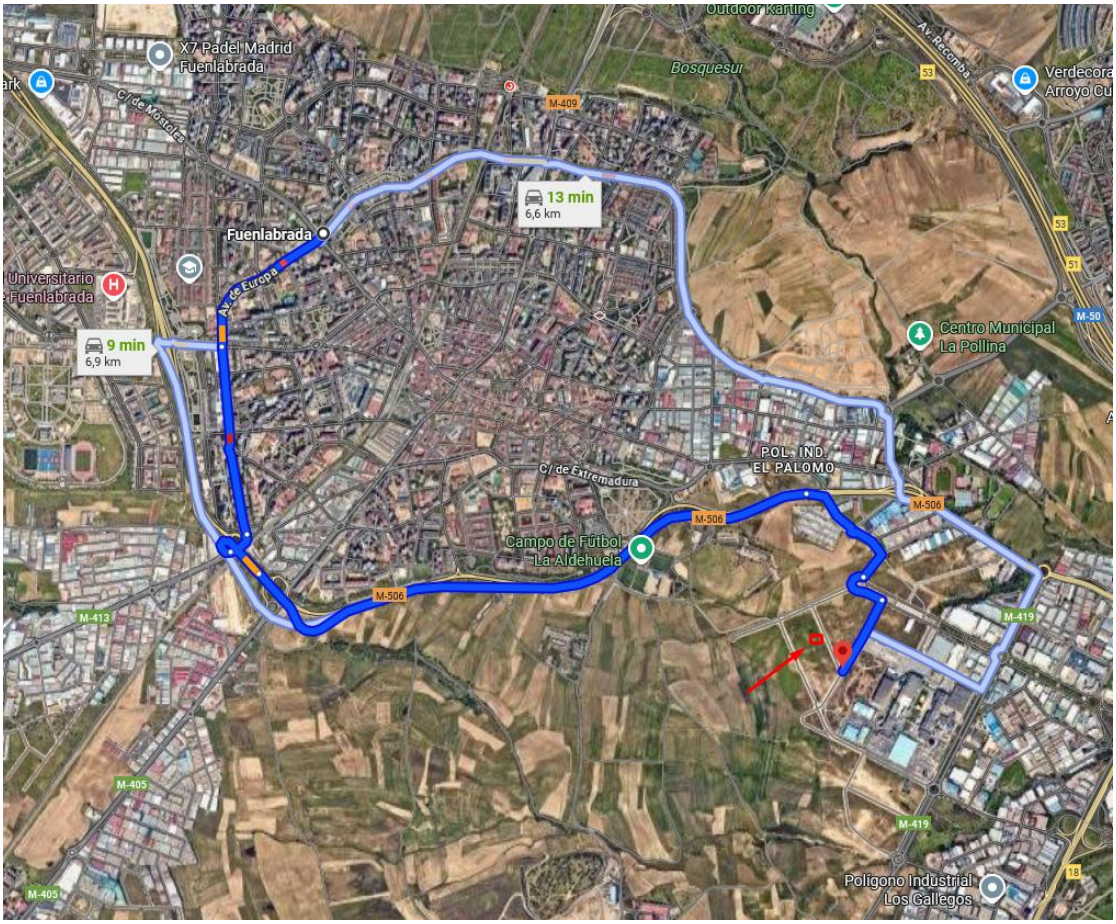


Figura 4: Acceso a la zona de la futura instalación "BESS ALDEHUELA 1_ST".

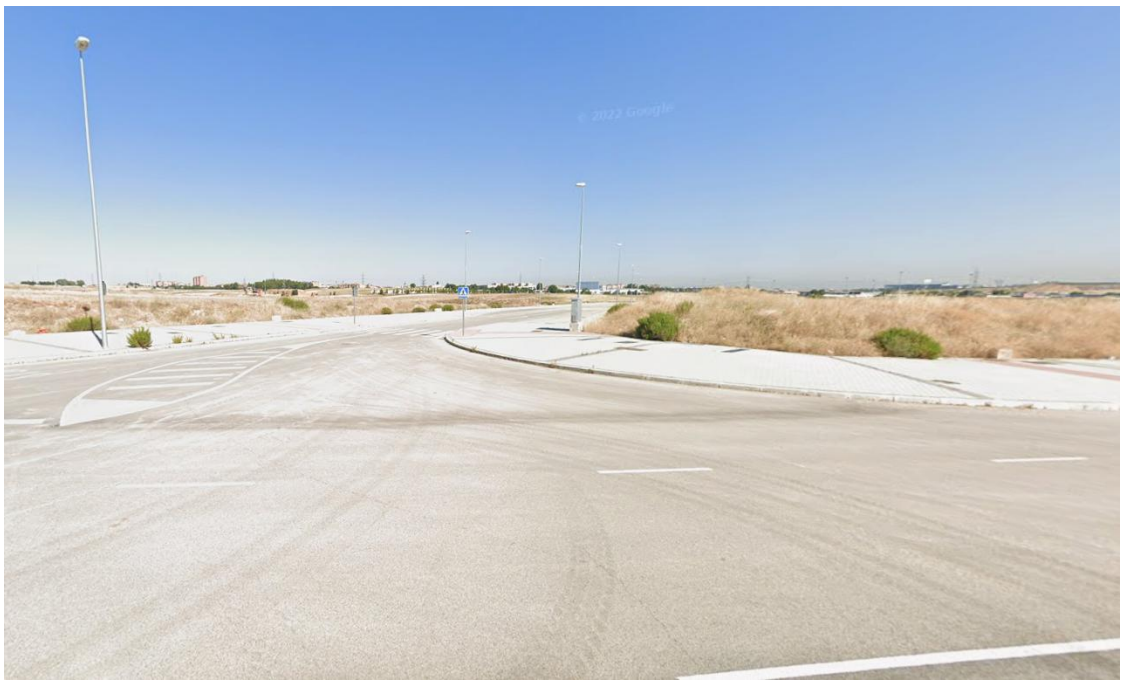


Figura 5: Acceso a la zona de la futura instalación "BESS ALDEHUELA 1_ST".

1.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

1.8.1. Elementos del sistema

Un sistema de almacenamiento con baterías (BESS, en inglés Battery Energy Storage System) es un sistema de acumulación de energía basado en almacenamiento electroquímico. Para este proyecto, se ha seleccionado la tecnología de ion-litio, ya que actualmente ofrece la mejor relación entre rendimiento, madurez tecnológica y costo. No obstante, dentro de la tecnología de ion-litio, existen diversas químicas según la composición del cátodo y sus características.

RESUMEN POTENCIAS Y CAPACIDADES BESS ALDEHUELA 1_ST	
Baterías	240 unidades
	(21,54 kW – 43,008 kWh)/ud
Rack de Baterías	30 unidades
	(172,032 kW – 344,064 kWh)/ud
Contenedor BESS	1 unidad
	(5.160,96 kW – 10.321,92 kWh)/ud
Potencia Global Sistema de Almacenamiento	**5.160,96 kW**
Capacidad Total Sistema de Almacenamiento	**10.321,92 kWh**
Potencia Instalada Sistema de Almacenamiento	**5.000 kW**[1]
Capacidad Total Instalada Sistema de Almacenamiento	**10.321,92 kWh**

Tabla 4.- Tabla resumen de potencias y capacidades BESS Aldehuela 1_ST

Las justificaciones del **cumplimiento de la ITC-RAT-14 para el BESS, CT y CPM se desarrollan en el anejo 7** del presente proyecto.

Un sistema BEES se basa en los siguientes apartados.

- Sistema de baterías
- Sistema de conversión de energía
- Sistema de gestión de la energía
- Sistemas auxiliares
- Envolventes e interconexiones

[1] NOTA: La potencia instalada del proyecto según RD 997/2025 se justifica en el apartado 1.8.2 del proyecto.

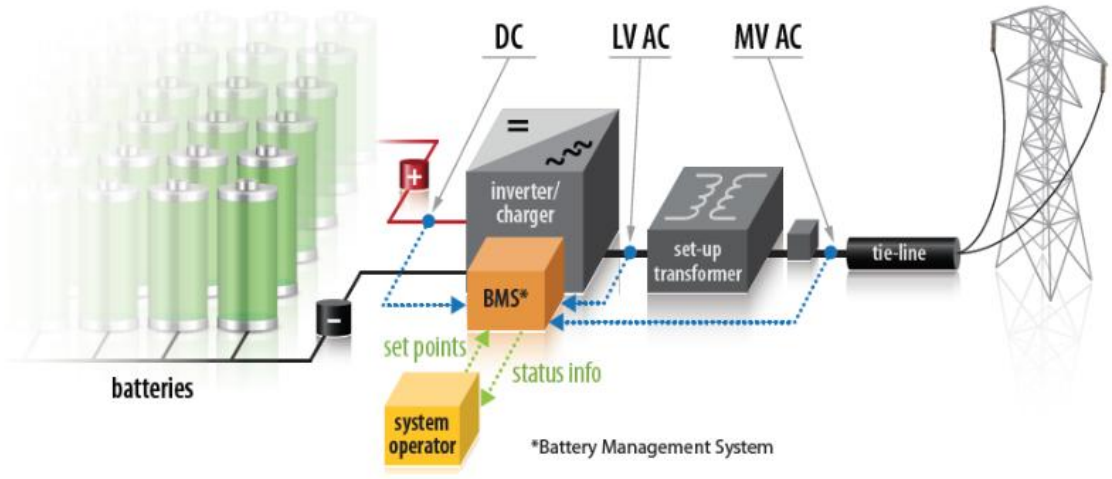


Figura 6: Esquema tipo Sistemas BESS

Sistema de Baterías: Constituye el componente central del sistema BESS, siendo el encargado de almacenar la energía. Se compone principalmente de:

- Racks de baterías: Están formados por módulos de baterías conectados en serie para alcanzar la tensión del bus de corriente continua. Cada módulo de batería está compuesto por celdas dispuestas en configuración serie-paralelo. Los racks de baterías también incluyen un módulo de control y protección. Estos racks pueden ser instalados tanto en interiores como en exteriores y pueden contar con sistemas de refrigeración por aire o líquido.

- Sistema de control y monitoreo de batería (BMS, por sus siglas en inglés Battery Management System): Generalmente es una tarjeta electrónica que monitorea todas las variables del sistema, como temperaturas, tensiones de celda, corrientes, estado de carga (SOC) y estado de salud de las baterías (SOH). Además, proporciona protección mediante software contra sobretensiones o sobrecargas durante la operación de las baterías.

Sistema de Conversión de Potencia (PCS, en inglés Power Converter System): El PCS es un sistema de electrónica de potencia que gestiona la carga y descarga de las baterías, adaptando la tensión de corriente continua de estas a la tensión de salida. Según la configuración del proyecto, puede incluir:

- Convertidor bidireccional CA/CC

- Convertidor bidireccional CC/CC

La mayoría de los PCS estándar son convertidores CA/CC, salvo que el sistema BESS esté conectado a una planta renovable en CC. Similar a los inversores fotovoltaicos en cuanto a hardware, estos dispositivos convierten la energía entre las baterías y la red, cumpliendo con los modos de operación necesarios y los requisitos de los códigos de red. Además, permiten un control independiente tanto de la potencia activa (P) como de la potencia reactiva (Q).

Sistema de gestión de energía (EMS, en inglés Energy Management System): El EMS es el sistema de control encargado de gestionar el BESS. Sus funciones son:

- Integrar los requisitos del Código de red
- Monitorización del BESS (SCADA)
- Realizar los controles necesarios en el punto de conexión
- Comunicarse con el operador del sistema
- Gestión del PCS y la BMS
- Gestión del SOC de baterías
- Supervisar la degradación del sistema (SOH)

Suele constar de:

- Hardware y software para ejecutar algoritmos de control, normalmente un PLC.
- SCADA para monitorear el BESS. Normalmente un software integrado en un PC industrial.

Envolventes: Existen diversos tipos según el integrador y el tipo de sistema. La configuración más habitual consiste en alojar los racks de baterías y los sistemas auxiliares en contenedores marítimos de 20 pies, y colocar los PCS en Skids exteriores o incluso en contenedores. En algunos casos, se utilizan edificios y es cada vez más común emplear racks de baterías para exteriores o integrados en pequeños contenedores.

Sistemas auxiliares: Estos sistemas se encargan de asegurar la seguridad y el rendimiento del sistema. Aunque pueden parecer secundarios, su diseño y control son cruciales para mantener el funcionamiento seguro y eficiente del sistema. Principalmente incluyen sistemas de refrigeración (HVAC), detección y extinción de incendios (PCI), y sistemas de respaldo o SAIs.



Figura 7: Contenedor BESS

Se enumeran los principales parámetros que caracterizan a un sistema BESS:

- Energía nominal
- Potencia nominal
- Relación entre Potencia y Energía (Prate)
- Profundidad de descarga (DOD, en inglés Depth of Discharge)
- Estado de salud (SOH, en inglés State of Health)
- Estado de carga (SOC, en inglés State of Charge)
- Eficiencia de carga y descarga (RTE, en inglés Round Trip Efficiency)

1.8.2. Potencia Instalada RD 997/2025

Durante la tramitación de este proyecto la potencia instalada, la capacidad de generación y la capacidad de consumo serán las siguientes atendió al artículo 5 del RD 997/2025:

Potencia instalada de la instalación (según RD 977/2025)	**5,00 MW**
Capacidad de acceso generación	5,00 MW
Capacidad de acceso consumo	2,50 MW
Total energía máxima almacenable	**10,32 MWh**

Tabla 5.- Potencia instalada y capacidad de acceso

La potencia instalada de un módulo de almacenamiento electroquímico será la menor de entre las siguientes:

A. La suma de las potencias activas máximas unitarias de las celdas de las baterías que configuran dicho módulo.

- En Aldehuela 1_ST es de **5,16 MW** que es la potencia del conjunto de racks de baterías.
  - ✓ Potencia rack = 172,032 kW x 30 unidades = 5,16 MW

RACK DE BATERIAS	VALOR
Unidades de modulo de batería	8 unidades
Nominal Energy（kWh）	**344,064** (43,008 x 8)
Rated voltage（V）	1228,8
Potencia nominal unitaria (kW)	**172,032**

Tabla 6.- Capacidad y Potencia Rack Batería

B. La potencia activa máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los inversores que configuran dicho módulo.

- En Aldehuela 1_ST es de **5,542 MW** que es la potencia de la suma de los 2 PCS existentes.
  - ✓ Potencia PCS = 2.771 kW x 2 unidades = 5,542 MW

PCS IQUORD	
MARCA Y MODELO	IQuord - iQ-PCS2771
POTENCIA	2.771 kVA
UNIDADES	2
POTENCIA TOTAL	5.542 kVA

Tabla 7.- PCS BESS ALDEHUELA 1_ST

C. La potencia activa máxima del transformador o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los transformadores que configuran dicho módulo si estos se encontrasen conectados en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

- En Aldehuela 1_ST es de **5,00 MW** que es la potencia del transformador.
  - ✓ Potencia CT = 5.000 kW x 1 unidades = 5,00 MW

Centro de Transformación Twin Skid Power Electronics	
Marca y modelo	Twin Skid Power Electronics 5000 kVA
Niveles de tensión MT/BT	15/0.55 kV
Transformador: Potencia unitaria	5,000 MVA
Unidades de Transformador	1

Tabla 8.- Características del Centro de Transformación

Por lo tanto, la menor de las tres opciones es **5 MW, que será la potencia instalada del proyecto según RD 977/2025.**

1.8.3. Criterios de diseño Sistema BESS

La instalación descrita en este proyecto se compone de unos armarios de baterías de Litio-ferrofosfato (LFP) conectados en DC a equipos bidireccionales de conversión DC/AC de electrónica de potencia (PCS). Dichos PCS se conectan a MT (15 kV) por medio de unos transformadores de potencia, que son de doble devanado en el lado de BT, y disponen de celdas para conexión en T del transformador, interconexión y aislamiento del mismo aguas abajo. Cada unidad conectada en el lado de media tensión, compuesta por los armarios de baterías, el (o los) PCS(s) y el transformador de potencia, constituye un Bloque de Almacenamiento.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los criterios de diseño para esta planta de almacenamiento BESS ALDEHUELA 1_ST.

CRITERIOS DE DISEÑO BESS ALDEHUELA 1_ST	
BESS topology	Stand alone BESS
Battery Container model	5P_BESS-House - All-In-One
PCS	IQuord - PCS2771
Centro de protección y medida	Edificio prefabricado Ormazabal pfu4
Nivel de tensión en MT	15
Auxiliary Tx	160 kVA

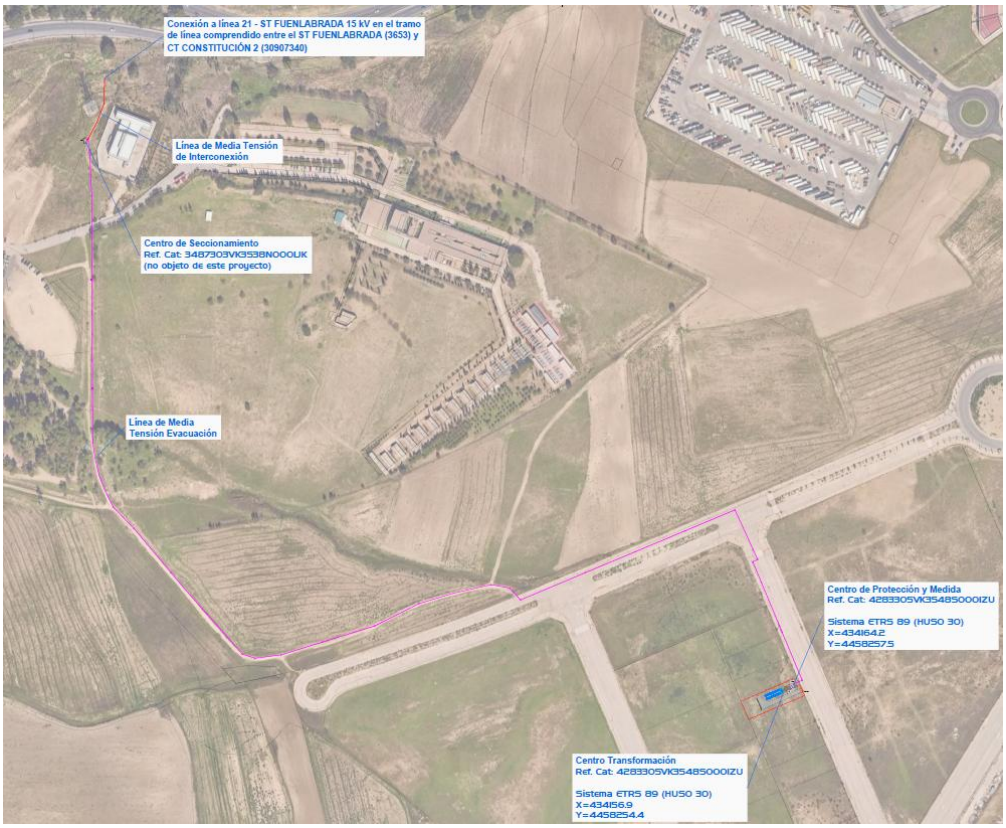
Tabla 9.- Tabla resumen de criterios de diseño BESS

Estos Bloques de Almacenamiento se conectan mediante líneas subterráneas de media tensión hasta el Centro de Protección y Medida y este a su vez con el Centro de Seccionamiento a ceder a I-DE.

Desde el Centro de Protección y Medida situado en la parcela discurrirá una línea de media tensión a 15kV para la conexión con el CSI y poder realizar la conexión entrada salida a la línea existente línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340).

1.8.3.1. UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN LA PARCELA

La planta de almacenamiento “BESS ALDEHUELA 1_ST” se sitúa en el municipio de Fuenlabrada (Madrid). La implantación general es la siguiente:



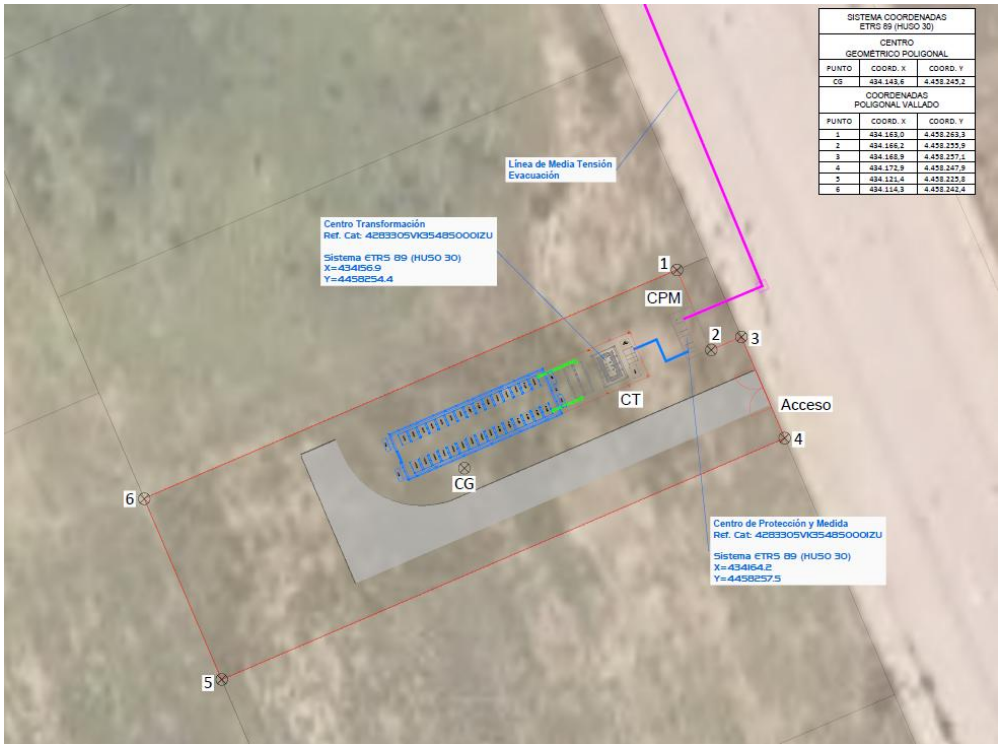


Figura 8: Implantación de la planta BESS ALDEHUELA 1_ST

1.8.3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La planta de almacenamiento está integrada principalmente por los siguientes elementos:

- Armarios de baterías y concentradores DC.
- Electrónicas de potencia bidireccionales AC/DC (PCS).
- Centros de transformación BT/MT.
- Cableado con aislamiento para DC y AC (BT y MT).
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de consumos auxiliares.
- Sistema de gestión de energía (EMS) y comunicaciones.
- Sistema de vigilancia perimetral.

Se realizará la obra civil necesaria para la ejecución de las instalaciones, cimentaciones, zanjas para canalizaciones, vallados, etc.

La información general de la planta se resume a continuación:

POTENCIAS	
Potencia Instalada	5 MW
Potencia nominal contenedor	5,16 MW
Unidades de contenedor de almacenamiento	2
Capacidad de Acceso (MW) generación	5 MW
Capacidad de Acceso (MW) consumo	2.5 MW
Marca y modelo PCS	IQuord IQ-PCS2771
Tensión del PCS	550 V
Potencia Inversores CA salida 40º	2.771 MVA
Unidades de PCS	2
CAPACIDAD DE ENERGÍA	
Capacidad de almacenamiento instalada	10,32 MWh
Horas de almacenamiento para potencial nominal instalada en BOL	2

Marca y modelo del contenedor de almacenamiento	5P_BESS-House - All-In-One
Capacidad nominal DC contenedor	10.320 kWh
Rango de Tensiones	1.075,2～1382.V
Unidades de contenedor almacenamiento	1
CONEXION DE MEDIA TENSIÓN	
Niveles de tensión BT/MT	0.55/15 kV
Marca y modelo transformadores	Twin Skid Power Electronics
Potencia del Transformador	5000 kVA
Unidades del Transformador	1

Tabla 10.- Tabla resumen de criterios de diseño BESS ALDEHUELA 1_ST

1.8.3.3. BLOQUE DE ALMACENAMIENTO

1.8.3.3.1. ARMARIOS DE ALMACENAMIENTO

El IQuorda 5P BESS House All in One edificio metálico modular prefabricado para alojar un sistema de racks de baterías refrigeradas por líquido, con envolvente de panel sándwich de lana de roca y pasillo intermedio entre los racks, así como viga carril para la instalación y retirada de los módulos de batería, junto con una plataforma metálica tipo skid sobre la que se instala el Power-Train.

Es una solución llave en mano, con todos los componentes ya montados y probados en fábrica, que incluye:

- Bloque DC: racks de baterías (hasta 30 unidades), chillers, HVAC, FFS, cableado de potencia y control.
- Power-Train: PCS central + transformador de potencia + MVSG + cuadro auxiliar.
- Control: EMS, PPC, UPS..

BATERIAS

El rack de baterias se compone principalmente de los siguientes equipos:

Celda de Batería, el Sistema de almacenamiento de Baterías ALDEHUELA 1_ST se basa en la química LFP para proporcionar un rendimiento estable, líder en la industria en seguridad y alta potencia, se describen sus características en la siguiente tabla.

PARAMETRO	VALOR
Manufacturer	EVE
Nominal Voltage(V)	3.2
Nominal Capacity (Ah)	280
Internal resistance(1KHz) (mΩ)	≤0.25
Standard C rate Continuous charge/discharge	0.5C/0.5C
Recommend SOC range	10%～90%
Operating Temperature Range	Charging：0℃～55℃ Discharge：-20℃～55℃
Storage Humidity	＜90%
Self-discharge per month	≤3%/Month
Dimension(mm)	174*72*207
Weight (Kg)	MAX 5.43
Certification	UL9540A, UN38.3, UL1973

Tabla 11.- Características Celda Batería

Módulo de Batería, están formados por una configuración 1P48S, de 48 celdas LFP conectadas en serie, el módulo de baterías se conecta a un BMS de batería (BMU).

PARAMETRO	VALOR
Configuration	1P48S
Nominal capacity（Ah）	280
Nominal Energy（kWh）	43.008
Rated voltage（V）	153.6
C Rate	0.5C
Voltage Range（V）	134.4-172.8
Dimension(mm)	778*1027*243
Weight	310kg
Cooling	Liquid cooling
Certification	UL9540A,UL1973, UN38.3

Tabla 12.- Características Módulo Batería

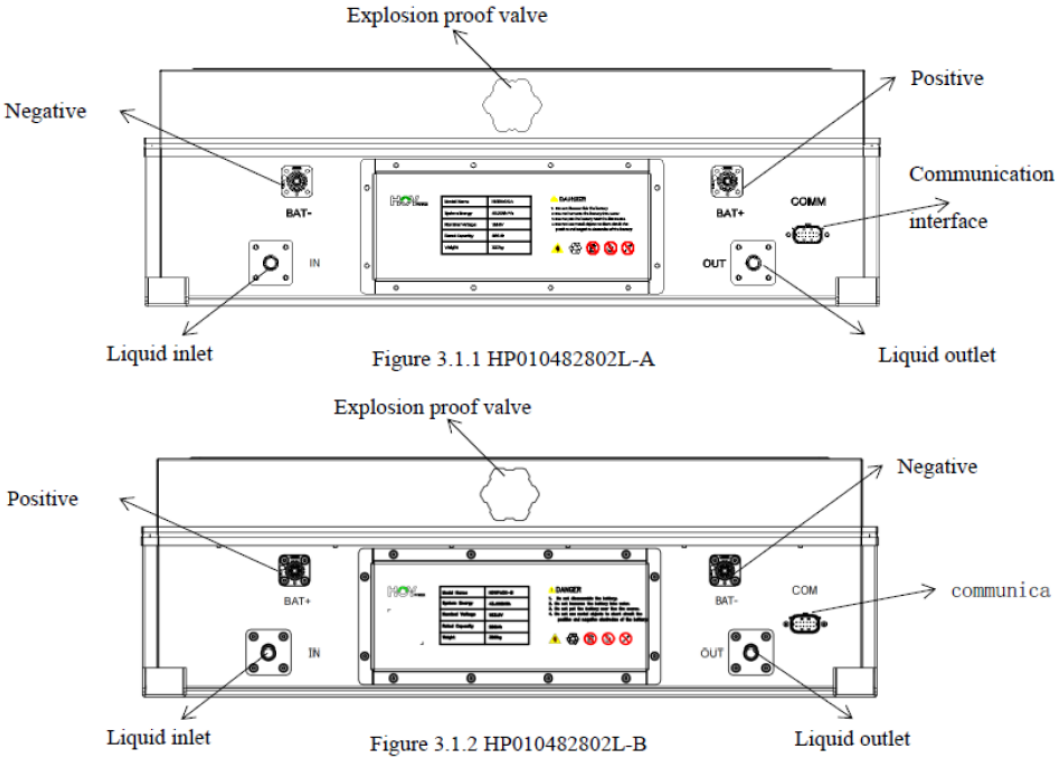


Figura 9: Módulo de batería

Rack de Baterias, cada rack contiene 8 módulos de batería conectados en serie y se emparejan a un sistema BMS de Rack (BPU). Todos los cables de conexión están situados en la parte frontal del bastidor para facilitar la instalación y el mantenimiento

PARAMETRO	VALOR
Configuration	1P48S-8S
Nominal capacity （Ah）	280
Nominal Energy （kWh）	344,064
Rated voltage （V）	1228.8
C Rate	0.5C
Voltage Range （V）	1075,2-1382,4
Dimension(mm)	860*1068*2430
Weight	3 Ton
Cooling	Liquid cooling
Certification	UL9540A,UL1973, UN38.3

Tabla 13.- Características Rack Batería

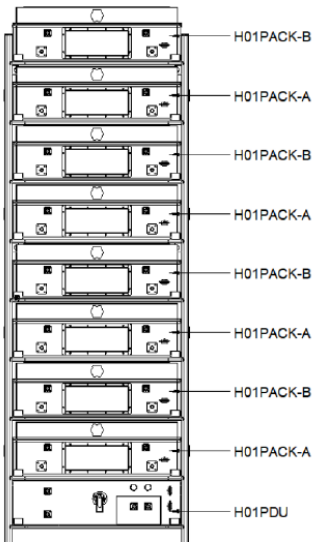
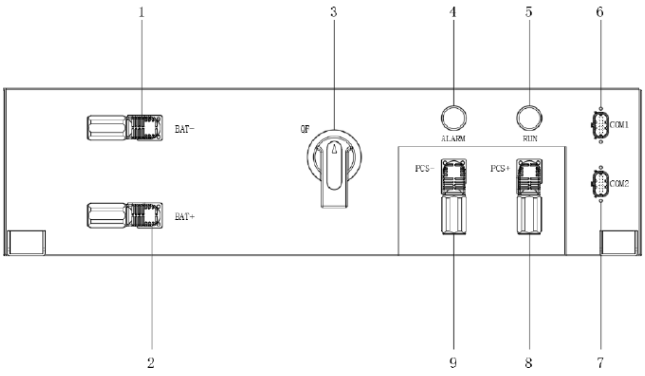


Tabla 14: Rack baterias IQuord

Cada rack de baterías está equipado con su propio sistema de gestión de baterías Rack BMS y una unidad de protección de baterías (BPU) que permite al rack, entre otras cosas, desconectarse del resto de racks de baterías en función de los valores eléctricos y térmicos medidos de los módulos y las celdas.



1. Battery terminal negative pole 4. Alarm status display 7. BCU-BMU communication port
2. Battery terminal positive pole 5. Operation status display 8. Battery rack output positive pole
3. Breaker handle switch 6. BCU-BAU communication port 9. Battery rack output negative pole

1. Resistencia de Precarga
2. Fusible
3. BCU
4. Disyuntor
5. Contactor de precarga
6. Contactor polo positivo
7. Shunt
8. Contactor polo negativo

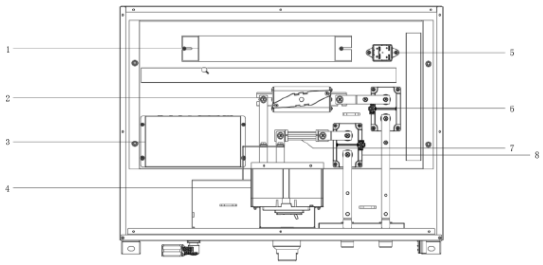


Tabla 15: Elementos Rack de Baterías.

A continuación se detallan el número de baterías y racks de baterías así como su potencia y capacidad pico unitaria y global:

BATERIA	VALOR
Configuracion	1P48S
Capacidad nominal（kWh）	**43,008**
Voltaje（V）	153.6
Potencia nominal unitaria (kW)	**21,504**

Tabla 16.- Capacidad y Potencia Módulo Batería

RACK DE BATERIAS	VALOR
Unidades de modulo de batería	8 unidades
Nominal Energy（kWh）	**344,064** (43,008 x 8)
Rated voltage（V）	1228,8
Potencia nominal unitaria (kW)	**172,032**

Tabla 17.- Capacidad y Potencia Rack Batería

CONTENEDOR BESS	VALOR
Unidades de rack de baterias	30 unidades
Nominal Energy（kWh）	**10321,92** (344,064 x 30)
Rated voltage（V）	1228,8
Potencia nominal unitaria (kW)	**5160,96**

Tabla 18.- Capacidad y Potencia Contenedor BESS

1.8.3.3.2. SISTEMA DE CONVERSIÓN DC/AC (PCS)

El sistema de conversión de potencia (PCS) es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica almacenada en las baterías en forma de corriente continua a corriente alterna y viceversa, ejecutando el control adecuado para la carga y descarga de las baterías. Es similar a un inversor en términos de hardware, pero se distingue por su capacidad de funcionamiento bidireccional, por poseer un sistema de control de carga y descarga en lugar de un sistema MPPT, y por incorporar protecciones de mayor calibre en corriente continua debido a que la corriente de cortocircuito es mayor que la de los módulos.

La operación del PCS está gobernada por el sistema de gestión de energía (EMS), que envía consignas de potencia activa y reactiva, y controla la corriente y la tensión del bus de corriente continua para realizar las

operaciones de carga y descarga. Aunque el EMS se encarga de comunicar con el sistema de gestión de baterías (BMS) y con el PCS, es habitual que el PCS también tenga programada la máquina de estados de las baterías en su control de carga para asegurar la seguridad en la operación.

En virtud de lo anterior, cabe mencionar los siguientes factores:

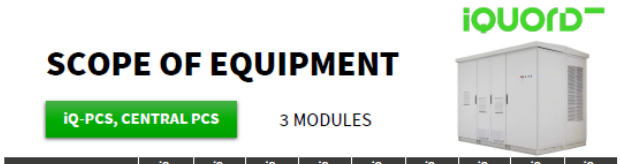
- Características de la señal generada: La señal generada por el PCS está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado, cumpliendo con los requisitos máximos de armónicos de señal de intensidad y tensión.
- Protecciones
- De acuerdo en lo establecido en la Orden TED/749/2020, los PCS disponen de la capacidad de mantenerse conectados a la red dentro de los rangos establecidos de seguridad de tensión y frecuencia ante un periodo de tiempo determinado, dando el soporte necesario en cada caso, y se desconectarán de la misma por seguridad en caso de que dichos umbrales sean superados.
- Los PCS incluyen interruptor automático en la salida CA, así como interruptor de corte en carga y fusible en la entrada de CC.
- El polo positivo y negativo de los PCS se mantienen flotantes y aislados de tierra.
- Los PCS estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Además, los PCS serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

EL PCS del proyecto es el siguiente:

PCS IQUORD	
MARCA Y MODELO	IQuord - iQ-PCS2771
POTENCIA	2.771 kVA
UNIDADES	2
POTENCIA TOTAL	5.542 kVA

Tabla 19.- PCS BESS ALDEHUELA 1_ST



MODEL	iQ-PCS2771	iQ-PCS2947	iQ-PCS3073	iQ-PCS3123	iQ-PCS3174	iQ-PCS3274	iQ-PCS3375	iQ-PCS3476	iQ-PCS3577
INPUT DATA					3M				
Vdc.min (V=1,00pu & PF=1,00)	793 V	842 V	878 V	892 V	906 V	934 V	963 V	991 V	1.019 V
Vdc.min (V=1,10pu & PF=1,00)	871 V	925 V	964 V	979 V	995 V	1.026 V	1.057 V	1.088 V	1.120 V
Vdc.máx full power	1.238 V	1.316 V	1.373 V	1.395 V	1.418 V	1.463 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V
Vdc.máx absolute	1.414 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V
Maximum Current 55ºC	3250A								
Maximum Current 40ºC	3525A								
Insulation Fault Detection System	YES (IMD)								
Battery Short Circuit Current (4)	200 kA* per input								
Input number	3, fuse protected								
OUPUT DATA									
Maximum Output Power (S/P55ºC)(1)	2.501 kVA	2.660 kVA	2.774 kVA	2.819 kVA	2.865 kVA	2.955 kVA	3.046 kVA	3.136 kVA	3.228 kVA
Maximum Output Power (S/P40ºC)(1)	2.771 kVA	2.947 kVA	3.073 kVA	3.123 kVA	3.174 kVA	3.274 kVA	3.375 kVA	3.476 kVA	3.577 kVA
Nominal Voltage (3F +10%, -10%)	550 V	585 V	610 V	620 V	630 V	650 V	670 V	690 V	710 V
Maximum Operation Current (55ºC)	2.625 A								
Maximum Operation Current (40ºC)	2.909 A								
Maximum Transient Current (5min)	3.150 A								
Maximum Transient Current (30seg)	3.750 A								
Frequency	50/60Hz								
Power Factor	1 (Adjustable 0-1 leading/lagging. Q at Night optional)								
Output THD	< 3% at nominal power								
Maximum Efficiency (Vdc.min)*	98,80%	98,80%	98,80%	98,90%	98,90%	98,90%	98,90%	98,90%	99,00%
Maximum Efficiency (Vdc.max)*	98,10%	98,20%	98,20%	98,30%	98,30%	98,30%	98,40%	98,40%	98,40%
Control Structure	Control Logic and DSP, SVM Technology								
Communications	ETHERNET / MODBUS TCP / IP (Optional: RS-485 communications port)								
GENERAL DATA									
Operating Temperature	- 20ºC... + 55ºC (2)								
Relative Humidity	0%-100%								
Dimensions (h x w x d)	2.350 x 2.900 x 1.850 mm*								
Weight	4.000 kg*								
Altitude	1000 masl (3)								
Ingress Protection (IP)	IP55								
Auxiliary power consumption (max)	6500 W*								
Auxiliary power consumption at night	225 W*								

Tabla 20.- Características PCS

1.8.3.3.3. INMS UGRID CONTROL CABINET

Plataforma de control de hardware y software que integra algoritmos patentados, basados en la tecnología InMS. Todo ello integrado en un armario de control, con la posibilidad de integrar un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) interno.

El sistema está orientado a la planificación óptima y al funcionamiento multiservicio por parte del usuario final, basándose en un profundo conocimiento de las tecnologías de almacenamiento y su rendimiento.

Las principales funciones del Armario de Control InMS uGrid son:

- Gestión de microrredes.
- Supervisión SCADA.
- Suministro de fuentes de alimentación de control y auxiliares a los diferentes sistemas eléctricos implicados.
- Comunicaciones externas del sistema para su control y parametrización.

Todo ello de forma redundante, integrando 2 controladores InMS, en función de la aplicación a gestionar

Number of input phases	-	1~ + N + GND
Nominal AC input voltage	V	230
DC auxiliary voltage	V	24
Maximum consumption	W	1000
Frequency	Hz	50
Voltage measurements	-	✓
Current measurements	-	✓
InMS™ controllers	QTY	2
Analog inputs	QTY	8+8
Digital inputs	QTY	6+6
Digital outputs	QTY	6
Interface CAN bus	QTY	2
Isolation classes	-	Class I (GND)

Tabla 21.- Características INMS UGRID CONTROL CABINET

1.8.3.3.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Un centro de transformación es una instalación eléctrica encargada de elevar la tensión de la electricidad desde niveles de baja tensión a niveles de media tensión. Este tipo de centro de transformación es fundamental en sistemas eléctricos para la distribución de energía, especialmente en aplicaciones industriales y comerciales donde se requiere un suministro de energía confiable y eficiente.

A continuación, se definen las características del Centro de Transformación de Power Electronics que elevará la tensión de 550V a 15kV para poder evacuar la energía hasta el Centro de Seccionamiento.

En relación a las protecciones contra incendios del Centro de Transformación se adjunta dicha justificación de la ITC-RAT 14 en el anejo 7 del proyecto.



Figura 10: Diseño de Centros de Transformación Twin Skid Power Electronics 5000 kVA

Centro de Transformación Twin Skid Power Electronics	
Marca y modelo	Twin Skid Power Electronics 5000 kVA
Niveles de tensión MT/BT	15/0.55 kV
Transformador: Potencia unitaria	5,000 MVA
Unidades de Transformador	1
Refrigeración	ONAN
Grupo de vectores	Dy11
Protección Relé de protección	Relé de protección de presión, temperatura (dos niveles) y gases
	Control de la disminución del nivel dieléctrico
	PT100
Mecanismo de seguridad	Sistema de enclavamiento mecánico
Grado de protección transformador	IP54
Refrigeración	ONAN
Pérdidas en transformador	Estándar IEC o IEC Tier-2
Tanque de aceite	Acero galvanizado integrado con válvula y filtro
Configuración celda MT	1 ó 2 celdas de línea (1L ó 2L)

Centro de Transformación Twin Skid Power Electronics	
Protección Celda MT	Interruptor automático (V)
Capacidad de cortocircuito de Celda MT	16 kA 1 s
Clasificación IAC de Celda MT	A FL 16 kA 1 s
Temperatura ambiente	-10 °C / +50 °C (T > 50 °C derating)

Tabla 22.- Características del Centro de Transformación

El transformador proyectado dispondrá de la siguiente aparamenta eléctrica.

- Celda de línea y protección
- Cuadro BT

1.8.3.3.5. BLOQUES DE ALMACENAMIENTO

Se definen el tipo de bloque de almacenamiento en este proyecto. El bloque es el siguiente:

	BESS ALDEHUELA 1_ST
Potencia Instalada MW	5
Capacidad de almacenamiento instalada (MWh)	10,32
Numero de unidades	1
Tipo Centro de transformación	Twin Skid Power Electronics

Tabla 23.- Características del Bloque de Almacenamiento

1.8.3.3.6. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Todos los elementos descritos vienen precableados de fábrica, por lo que solo se requieren las siguientes instalaciones adicionales, a realizar en obra:

- Sistema de corriente continua (DC), que interconecta los segmentos concentradores de los contenedores de baterías, hay que montar un cable DC separado por cada salida hasta la entrada en el PCS. Se realiza con conductores (+ y -) en DC, para una tensión máxima de 1.500 Vdc, tipo H1Z2Z2-K 0,6/1 kV (1,8 kV DC), junto con conductor de cobre desnudo conectado al sistema de tierras.
- Sistema de potencia en alterna (AC), que interconecta las salidas de los PCS con las bornas de BT de los transformadores, ejecutados con barras de cobre prefabricadas.

- Sistema de alimentación auxiliar, que conecta las tomas de SSAA en los segmentos concentradores con la salida del cuadro de SSAA del PCS, alimentada por el transformador de SSAA del PCS.
- Sistema de tierras, realizado en picas de cobre unidas a un anillo perimetral en conductor de cobre desnudo tendido alrededor de cada centro de transformación y de cada conjunto de armarios de baterías y segmentos de concentración.

1.8.3.4. EMS

La función del EMS es transmitir las órdenes de carga y descarga enviadas desde el SCADA y recoger las señales del sistema de baterías y del resto de equipos ubicados en la E-House como son los Chillers, HVAC y sistema de detección y extinción de incendios (se adjunta justificación de la ITC-RAT 14 en el anejo 7 del proyecto).

El componente más importante del EMS es el PLC, que controla las entradas y salidas digitales, así como las entradas analógicas de la sala. El MiniPC se utiliza para acceder al programa del PLC vía navegador para que el fabricante acceda al mismo de manera remota.

Además, dentro del armario del EMS existe una fuente de alimentación la cual se alimenta de una batería con una duración de 1 hora de autonomía, que le da estabilidad en el funcionamiento ante un fallo en la alimentación eléctrica del equipo.

EL EMS se comunica mediante modbus TCP con el PPC/SCADA y con el PCS, y BMS. Mientras que para comunicarse con los Chillers y HVAC se ha instalado una pasarela de comunicación ya qué el protocolo que utilizan estos dos equipos es Modbus RTU.

El EMS tiene configurado un mapa Modbus común para todos los equipos que dependen de él. Esto simplifica la comunicación entre el SCADA y el sistema BESS, haciendo que el EMS actúe como un puente entre ellos.

El EMS también monitoriza la temperatura y humedad de la sala.

En las únicas situaciones en las que el EMS tiene implementadas lógicas de funcionamiento sobre el sistema son en los siguientes casos:

1. El EMS establece un límite de SetPoint de potencia activa y reactiva al PCS. De esta manera, aunque desde el SCADA se envíe un SetPoint superior a 1860kW, el EMS siempre envía el límite máximo configurado.

2. El EMS realiza un lazo de control del SetPoint que envía el SCADA, comparándolo con la potencia que el PCS suministra en el POI y modificándolo en caso necesario para que compense las pérdidas existentes en el transformador y el cableado de potencia entre PCS y la red.

3. En caso de alarma/disparo del sistema de detección y extinción de incendios, el EMS da orden de paro al PCS, BMS y Chillers vía comunicaciones. Además, la señal de paro al PCS y BMS también está cableada para mayor seguridad.

En la arquitectura de comunicaciones del sistema se representan las jerarquías de los diferentes equipos.

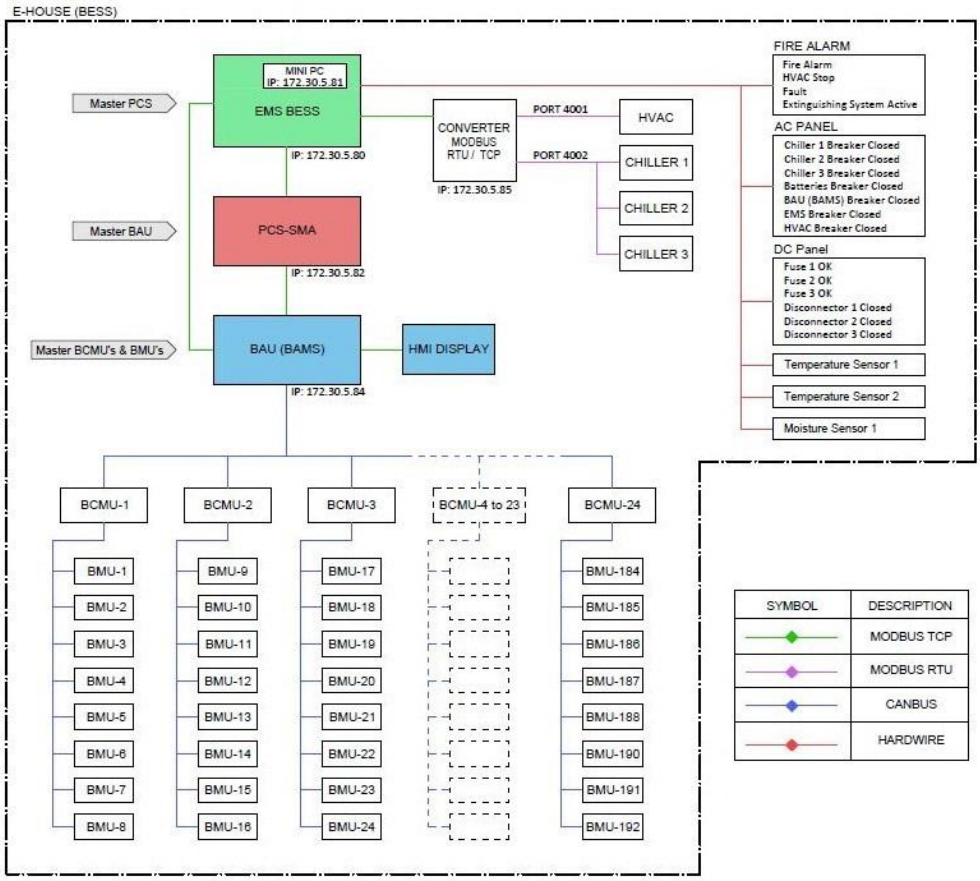


Figura 11: Arquitectura comunicaciones EMS ALDEHUELA 1_ST

1.8.3.5. PROTECCIONES

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema BESS y la red eléctrica garantizan una operación segura, tanto para las personas como para los equipos involucrados en todo el sistema. El sistema BESS debe cumplir con los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y, en ausencia de normas nacionales pertinentes, con la normativa internacional.

De este modo, todos los equipos de la planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se detallan a continuación:

- Los conductores de corriente continua (CC) del sistema BESS estarán dimensionados para soportar, como mínimo, el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC, sin necesidad de protección adicional.
- Los conductores de corriente alterna (CA) estarán protegidos mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos, para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los PCS dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar, que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Además, los PCS incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencias de red fuera de rango, e inversión de polaridad.
- La conexión a tierra proporcionará una adecuada protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que prevenga contactos indirectos.
- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

1.8.3.6. REFRIGERACIÓN DE LAS BATERÍAS

El sistema consta de 4 chiller's para la refrigeración de las baterías.

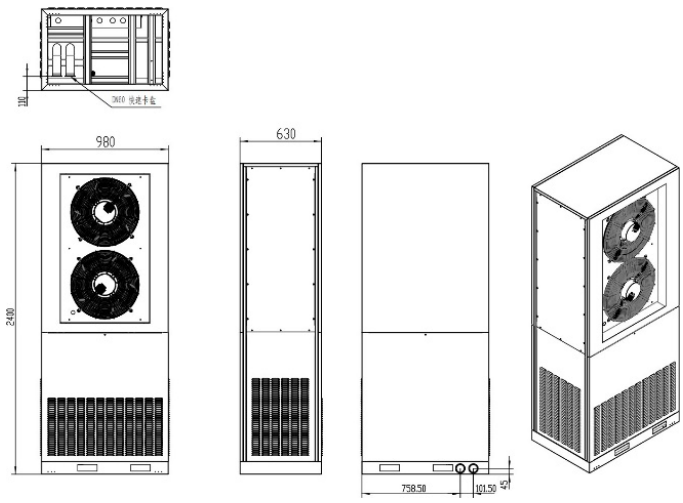


Figura 12: Sistema de refrigeración ALDEHUELA 1_ST

Los Chiller funcionan de manera autónoma, es decir no dependen del BMS de Baterías y sólo comunican con el EMS de planta. Tiene comandos de lectura y escritura, además de alarmas. En caso de que activarse dichas alarmas pueden verse desde el SCADA.

El modo de funcionamiento de los Chiller es en automático, modo 4 del programa. Se configura desde el HMI del equipo, además se le indica un set point de temperatura y presión del líquido refrigerante. En el caso de la instalación que nos atañe, el Set Point de presión configurado es 1,2 bar y el Set Point de temperatura 22ºC.

El sistema compara la temperatura de retorno con el punto de ajuste configurado. Si la temperatura de retorno es superior a 1,5ºC del punto de ajuste, el sistema enfría el líquido hasta que la temperatura alcance el punto de ajuste. Si la temperatura de retorno es inferior a 1,5ºC del punto de ajuste, el sistema calienta el líquido hasta que la temperatura alcance el punto de ajuste.

Existe una red de distribución realizada conde tuberías de PVC que comunica la salida del Chiller con cada colector de agua fría de cada Rack de baterías. Dichos colectores a su vez conectan con cada módulo de baterías, por el que a través de un serpentín de agua refrigera la batería a través de un sistema de cama fría. El líquido refrigerante vuelve al Chiller por los circuitos de agua caliente. A continuación, se puede ver en la imagen los colectores de agua de los Racks.

Además, cada colector de baterías, tanto el del agua fría como el del agua caliente, están provistos de una llave de paso que se puede cerrar para trabajos de mantenimiento.

El líquido refrigerante que se utiliza es Glicol al 30%.

A través del HMI se puede acceder al software que controla y visualiza el funcionamiento de los Chiller.

PARÁMETRO	VALOR
Rated input voltage (V/Hz)	380±10%/50±5Hz
Cooling capacity (kW)	45
Liquid flow (L/min)	≥360
Liquid pressure (kPa)	140
Liquid temperature (ºC)	18°C@35°C,RH50%
Power (kW)	15,4
Refrigerant	R410A
(noise)(1.5m@40℃） DB(A))	≤75（18°C@40°C， RH50%）

Tabla 24.- Características chiller

1.8.3.7. POTENCIA DE SSAA

El sistema de almacenamiento de energía BESS requiere 100 kW para alimentaciones internas.

Por lo tanto se instalará un transformador de servicios auxiliares de **transformador de 160kVA** para dar servicio a los auxiliares del sistema de almacenamiento.

1.8.3.8. SISTEMA DE VIGILANCIA

El sistema de seguridad dispondrá de las tecnologías de vigilancia y detección necesarias para garantizar la seguridad de la instalación. Estará permanentemente conectado al centro de control.

El sistema estará formado por los siguientes elementos:

- Sistema de detección video vigilancia
- Sistema de supervisión
- Sistema de Integración

1.8.3.8.1. SOFTWARE DE CONTROL DE ACCESOS

Los computadores serán dedicados, y no tendrá que estar en línea para que el sistema funcione. El sistema permitirá asignación de claves para operadores con privilegios configurables.

1.8.3.8.2. SISTEMA CCTV

El número y disposición de cámaras se determinará en función de la morfología y tipo de sistema de seguridad del proponente del sistema. El sistema contará con:

- Cámaras térmicas
- Cámara tipo Domo
- Grabadores Digital

1.8.3.8.3. DETECTORES DE INTRUSIÓN

Se deberá hacer un diseño detallado que garantice la detección de cualquier intruso dentro de la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento. Los detectores deberán ser de movimiento, insensibles a ruidos tales como truenos o vehículos circulantes por las cercanías.

1.8.3.8.4. SISTEMAS DE SEGURIDAD

El sistema de seguridad está basado en la solución de cámaras térmicas con análisis de video.

Las cámaras se sitúan en postes a una altura de 3 metros.

1.8.4. Instalación de puesta a tierra

La instalación de toma a tierra estará instalada según lo dispuesto en el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión". Siguiendo la representación esquemática de un circuito de puesta a tierra, según ITC BT 18 y el RD 842/2002.

Se hace constar que el expediente corresponde a una instalación de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS), no constituyendo una instalación fotovoltaica. No obstante, se aporta la presente justificación de la puesta a tierra en cumplimiento de la ITC-BT-18 del REBT y del requerimiento efectuado por la Administración.

El objetivo de las puestas a tierra (p.a.t.) es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo asociado a una avería en los materiales eléctricos utilizados, reduciendo al máximo posible el riesgo de accidentes para las personas y el deterioro de la propia instalación.

La p.a.t. consiste en la conexión directa de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de p.a.t., se debe lograr que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, se permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Se conectarán a la red general de tierras todas las masas metálicas accesibles de la instalación, entre ellas:

- Contenedores o envolventes metálicas del sistema BESS.
- Armarios y cuadros eléctricos.
- Equipos convertidores de potencia (PCS).
- Transformadores.
- Canalizaciones y estructuras metálicas auxiliares.

- Carcasas metálicas de equipos eléctricos.

Todas estas conexiones se realizarán mediante conductores de protección adecuados, garantizando la continuidad eléctrica y la equipotencialidad de la instalación.

Se pueden apreciar las conexiones a la red de tierras en el Documento 02. Planos del presente proyecto.

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección conecta a tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto humano, que normalmente están sin tensión, pero que pueden energizarse debido a averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Ejemplos de estos elementos incluyen la envolvente de las celdas y cuadros de baja tensión (BT), rejillas de protección, carcasas de los transformadores o armaduras de los edificios.

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm², que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y media tensión (MT) de la instalación, a una profundidad no menor de 0,6 metros.
- Puesta a Tierra de los Transformadores: Compuesta de una pica de cobre enterrada y un conductor de cobre desnudo de 120 mm², enterrado a una profundidad mínima de 0,6 metros, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra de la planta.
- Puesta a Tierra de las Unidades de Baterías: Compuesta de cuatro picas de cobre enterradas y un conductor de cobre desnudo de 120 mm², enterrado a una profundidad mínima de 0,6 metros, que estarán unidas a la red del sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS).

La resistencia de la toma a tierra tiene que ser en cualquier época del año y durante toda la vida de la instalación tal que no puedan producirse tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2 de la ITC-BT-18.

Las uniones se realizarán con elementos apropiados que garanticen un buen contacto y que estén protegidos contra la corrosión.

Los electrodos utilizados para la puesta a tierra serán conductores de cobre de resistencia eléctrica de clase 2 según norma UNE 22.022.

La instalación de la puesta a tierra se incluirá en todo lo dispuesto en la ITC BT- 18.

Cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de conexión será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución Pública".

En la conexión tipo TT las masas de la instalación estarán conectadas a una tierra totalmente independiente de la tierra de la compañía distribuidora de energía.

Las tomas de tierra se revisarán en el momento de la puesta en marcha, y anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco, por el instalador autorizado, así como también se revisarán los electrodos y sus conductores, cuando el terreno no sea propicio para la conservación de los electrodos.

El objetivo de la puesta a tierra en instalaciones y circuitos eléctricos es mejorar la seguridad de la instalación al reducir el nivel de peligro inherente a las corrientes de falla. Las corrientes de falla pueden ser causadas por diferentes factores.

Las funciones de los subsistemas de protección de tierra y falla para la planta BESS incluyen, entre otras, las siguientes:

- Proporciona seguridad para personas y animales.
- Protege la instalación y el equipo.
- Mejora la calidad de la señal (distorsión electromagnética reducida)
- Mejorar la fiabilidad de la fuente de alimentación.

Factores principales a considerar en la etapa de diseño de un sistema de puesta a tierra:

- Humedad del suelo (reduce la resistencia a tierra)
- Los dispositivos de mejora de la puesta a tierra reducen la resistencia del suelo.
- Las instalaciones de electricidad y gas enterradas requieren distancias de seguridad.

- Las tuberías enterradas y los tanques de agua se unirán equipotencialmente con terminación a tierra.

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1.699/2.011 (artículo 15) y la ITC-18 del REBT sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones conectadas a la red de baja tensión.

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

Los cálculos que justifican esta unión de tierras figuran a continuación, y se comprueba que en ningún caso aparecerá una tensión de contacto superior a 24 V en ninguna masa de la instalación.

- Naturaleza de terreno: Gravas y limos
- La resistividad del terreno se estima en 150 Ω ·m

Para realizar la puesta a tierra, se utilizarán distintos tipos de electrodos interconectados entre sí:

- 24 picas de acero cobreado con una profundidad de hinca de 2 metros.
- 162 metros de conductor de cobre enterrado horizontalmente.

Por lo tanto, la resistencia de puesta a tierra será la siguiente:
Resistencias de los postes:

$$R_{poste} = \frac{\rho}{L \cdot nº\ postes}$$

Siendo:

- **ρ:** la resistividad del terreno
- **L:** longitud de poste

Tendremos:
Rposte=3,125 Ω

Resistencias del conductor enterrado horizontalmente:

$$R_{Conductor} = 2 \times \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- **ρ:** la resistividad del terreno
- **L:** longitud de poste

RConductor=1,85 Ω

Resistencia puesta a tierra total:

Recordamos que el criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar una tensión superior a **24 V** cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de **300mA**. Para ello, **la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 80 Ohmios**.

Por lo tanto, la resistencia de puesta a tierra total será la resistencia resultante del paralelo de las dos resistencias calculadas anteriormente:

$$R_{TOTAL} = R_{poste} \parallel R_{conductor}$$

$$R_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{R_{poste}} + \frac{1}{R_{Conductor}}} = 1{,}162\ \Omega$$

Como acabamos de calcular, el unir todas las tierras en una misma red equipotencial hace nuestra instalación segura ya que cumple holgadamente, dado que:

$$Resistencia_{puesta\ a\ tierra} = 1{,}162\Omega < 80\ \Omega$$

1.8.5. Obra Civil

1.8.5.1. GENERALIDADES

La obra civil proyectada tiene como objetivo adaptar las instalaciones, mejorando tanto su rendimiento técnico como la calidad ambiental del entorno. En esta etapa se detallará la obra civil requerida para la instalación del sistema BESS.

Se realizarán los movimientos de tierra necesarios para asegurar una pendiente adecuada. Se dará prioridad a la utilización de los excedentes de tierra provenientes de las excavaciones en las áreas que requieran relleno. Si hay excedentes, se llevarán a vertederos autorizados por las autoridades competentes. Aunque el terreno es mayormente plano, se incluirán zanjas para el cableado.

Además, se contemplarán los movimientos de tierra necesarios para la colocación de los Centros de Transformación. El sistema de drenaje de la parcela seguirá una dirección paralela a los caminos.

1.8.5.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se realizarán los movimientos de tierra necesarios para la construcción de los caminos internos y de acceso, así como para los drenajes y cimentaciones de los centros de transformación, edificios y postes. Siempre que sea posible, se preferirá la excavación en lugar del relleno.

Las actividades de movimiento de tierras incluirán:

- Replanteo: Se llevará a cabo utilizando sistemas GPS tradicionales, planos georreferenciados y marcación con estacas de madera identificadas.
- Tala, poda, destoconado, carga y transporte a un vertedero autorizado o a un lugar donde los propietarios de los terrenos puedan almacenar los residuos para su aprovechamiento.
- Corta de matorral, tanto a máquina como manualmente, con carga y transporte a un vertedero autorizado o a un lugar donde los propietarios de los terrenos puedan almacenar los residuos para su aprovechamiento.
- Desbroce: Se realizará únicamente en las áreas de caminos, drenajes, zanjas y evacuación, utilizando maquinaria de empuje con pala, cazo y/o frente adecuado. Se controlará la profundidad establecida y posteriormente se cargarán y transportarán los residuos a un vertedero autorizado.
- Desmonte y terraplén: Se llevarán a cabo los movimientos necesarios para caminos, drenajes, zanjas y evacuación, buscando un equilibrio aceptable entre desmonte y terraplén, con el desmonte siendo mayor o igual que el terraplén. Si se construye algún talud, se cubrirá con desbroce sano y se ajustará la pendiente según sea necesario. Los excesos de desmonte se cargarán y transportarán a un vertedero autorizado o a un lugar donde los propietarios de los terrenos o el promotor puedan almacenar los residuos para su aprovechamiento.

- Se utilizarán zahorras y material todo uno para la base y firme de los caminos, que tendrán 4 metros de ancho, excepto en los radios de intersecciones, y 20 cm de espesor. Este material provendrá de cantera o de machaqueo puntual de rocas del sitio. Incluye la carga y el transporte necesario.
- Para la excavación y relleno de zanjas, se utilizará una retroexcavadora con cazo de dientes adecuado al ancho de la zanja. El material extraído se reservará para su reutilización en el relleno de la misma.
- Voladuras: En caso de que se encuentren rocas en el trazado de los caminos, drenajes, zanjas y evacuación que no permitan la adaptación geométrica de la planta, se propondrá realizar voladuras, que se estima no superarán 1,5 metros de espesor.
- Todos los transportes externos al emplazamiento se realizarán con bañeras o camiones de tres ejes, con un peso por eje adecuado a los caminos y siempre con las cajas cubiertas con toldos.

1.8.5.3. DRENAJES

El sistema de drenaje incluirá:

- La recogida de las aguas pluviales procedentes de la plataforma y sus márgenes mediante cunetas, imbornales y sumideros. Se considerará la construcción de terraplenes y desmontes realizados junto con la explanada, de modo que se incluirá, además de la superficie de la plataforma, la proyección horizontal de los terraplenes en la superficie de recogida de precipitaciones.
- La evacuación de las aguas recogidas se realizará a través de arquetas y colectores longitudinales, preferentemente a sistemas de alcantarillado. Si no es posible conectarse a un sistema de alcantarillado, el vertido se podrá realizar en una playa de grava, mediante vertido natural o en un pozo filtrante.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la instalación se llevará a cabo mediante su acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

Esta solución podrá ser revisada durante la fase de construcción con un estudio completo de hidrología y topografía, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa vigente y las condiciones del terreno.

1.8.5.4. ZANJAS PARA CABLEADO

La excavación de las zanjas se realizará mediante medios mecánicos con retroexcavadora. Siempre que sea posible, la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

La superficie del fondo de la zanja debe quedar limpia y firme, escalonada si es necesario. Se eliminarán todos los materiales sueltos o flojos, rellenando huecos y grietas. También se retirarán las rocas sueltas o disgregadas y cualquier material desprendido de los taludes.

En los cruces con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, se contará con personal de ayuda a la excavación para evitar daños a estos elementos. Al menor indicio de su presencia, se detendrá la excavación mecánica y se continuará manualmente, cuidando de no dañar los elementos de cruce.

Si es necesario, se considerará la entibación de la zanja durante la excavación. El lecho de la zanja deberá ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. Sobre este lecho se colocará una capa de 10 cm de arena de río lavada, sobre la cual se instalarán los tubos PE. También se enterrará la red de puesta a tierra, que garantizará la seguridad frente a tensiones de paso y contacto, así como fallos a tierra.

Encima de los tubos se depositará una capa de arena de 10 cm de espesor, y sobre esta se instalará una protección mecánica a lo largo de todo el trazado del cable. A continuación, se colocarán los tubos de previsión y se rellenará con capas de tierra procedente de la excavación, en capas de 25 cm de espesor, compactada manualmente en la primera capa, asegurándose de que esté libre de piedras o escombros. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima de 10 a 30 cm de la parte superior del cable, se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.

1.8.5.5. CIMENTACIONES

Se realizarán cimentaciones para los siguientes elementos:

- Contenedores de Baterías + Centros de Transformación (PCS + Transformador)
- CPM

<u>CONTENEDORES DE BATERIAS + CENTROS DE TRANSFORMACIÓN</u>

El Centro de Transformación se suministra premontado y se ejecutará previamente una losa de hormigón armado para apoyo del mismo sobre el terreno.

<u>CENTROS DE PROTECCION Y MEDIDA</u>

Se ejecutará un vaciado del terreno según condiciones del fabricante y posterior estructura de hormigón para el asentamiento de cada centro de transformación, según se muestra en los planos de detalle.

1.8.5.6. VALLADO

Se propone un vallado perimetral para impedir el acceso a personas ajenas a la instalación. Por esta razón se ha proyectado un vallado perimetral para cerrar todo el contorno de las instalaciones. Consta de postes y malla de acero.

La instalación del vallado se realiza siguiendo la topografía natural del terreno.

Cubre la longitud del perímetro de la planta y alcanza una altura máxima de 2,00 m. Consiste en postes tubulares de acero reforzado galvanizado que se instalan aproximadamente a una distancia de 3 m y una malla de simple torsión.

La valla consta de los siguientes materiales:

- Postes metálicos para vallados de 2,00m de altura.
- Vallado compuesto de malla de simple torsión galvanizada 50/14.
- Puerta resistente de 5,00 m de ancho.

Cada puerta tiene un ancho de 2,50 m (5,0 m en total de paso) para permitir el fácil acceso de vehículos y camiones pesados al emplazamiento y están ejecutadas de modo y con materiales equivalentes al resto del vallado.

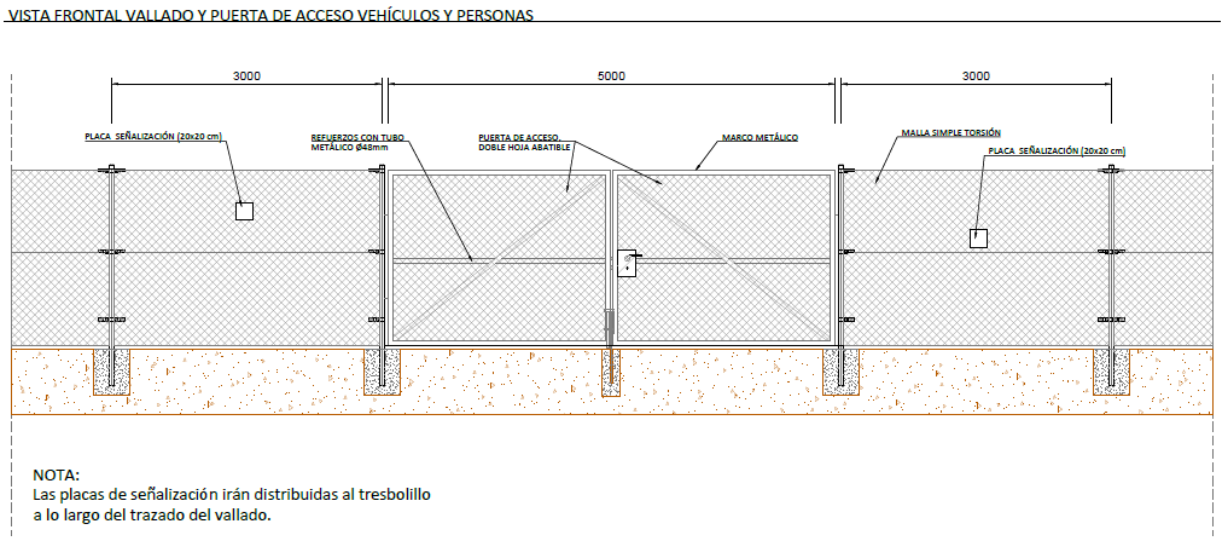


Figura 13: Detalle vallado (Vista frontal)

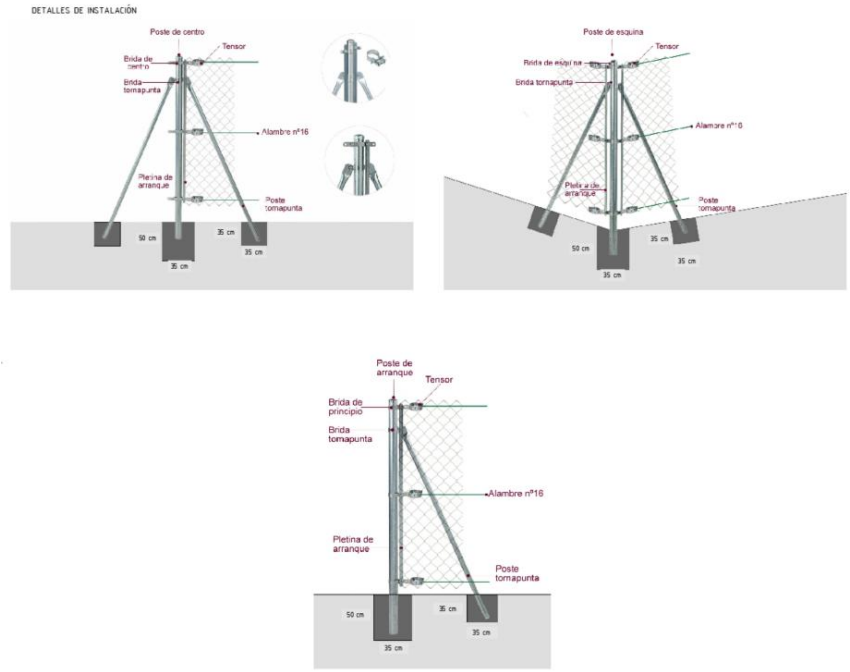


Figura 14: Detalle vallado (Refuerzos y perfil)

1.8.5.7. VIALES

Únicamente se habilitan viales para acceder a la zona de la planta BESS y el Centro de Transformación, no obstante, en la futura ingenieria de detalle, se estudiará la posibilidad de ejecutar los necesarios para el

acceso a todos los elementos de la instalación. Los accesos se diseñan respetando en la medida de lo posible el trazado existente, con una anchura mínima de 3,5 m para garantizar el acceso de los vehículos, especialmente el de vehículos pesados durante la fase de construcción.

A continuación, se muestra el detalle tipo de vial, el cual se recoge en los planos del presente proyecto:

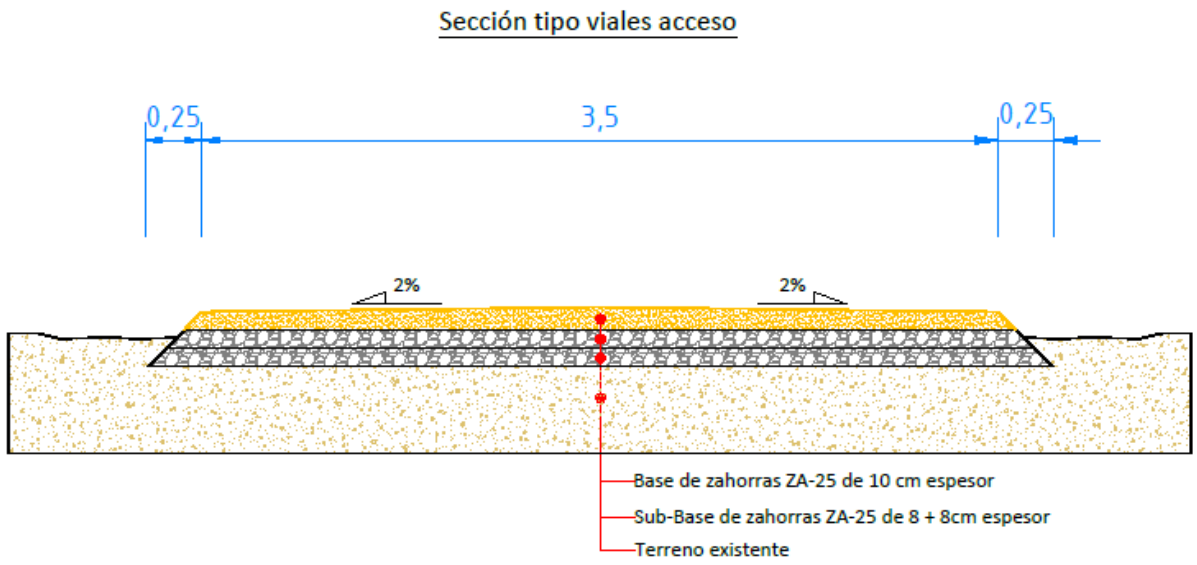


Figura 15: Sección tipo de vial.

La capacidad portante de los viales permitirá el tránsito de vehículos pesados, de modo que sea posible el acceso para el montaje y posteriormente el mantenimiento a todos centros de transformación de la instalación BESS.

Todos los caminos de nueva creación se construirán con firme duro, formado por una subbsase de zahorra artificial compactada de 16 cm de espesor, colocada sobre una explanada compactada que estará formada por el propio material existente salvo que un estudio de suelos indique que el material no es adecuado, en cuyo caso se realizaría un cajeo para aporte de suelo adecuado.

Sobre dicha subbase se colocará una capa base de zahorra de 10 cm de espesor compactada. Con este tipo de pavimento se reduce el efecto "isla de calor" de los pavimentos asfálticos, al tiempo que se integra mejor en el entorno al asimilarse más a los caminos de tierra agrícolas existentes en el entorno.

Cabe indicar que se realizará el retiro de la capa de tierra vegetal para la realización de los viales. Dicha tierra vegetal será reutilizada en otras zonas de la planta para tapar oquedades y uniformizar aquellos pequeños desniveles de superficie que pudiese haber.

1.9. LINEA DE EVACUACIÓN MT

1.9.1. Localización

La instalación proyectada, tendrá origen en el centro de protección y medida (CPM) de la planta "BESS ALDEHUELA 1_ST" y final en un nuevo Centro de Seccionamiento de Interconexión (CSI) a construir en la línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CNSTITUCION 2 (30907340).

Para la realización de la conexión entre ambos puntos se ha previsto la realización de una línea subterránea de 1.193,75 de longitud entre el CPM y el Centro de Seccionamiento (objeto de otro proyecto).

Tanto CPM, CSI como la totalidad del trazado de la línea se ubican en los términos municipales de Fuenlabrada, en la provincia de Madrid.

El trazado de la línea de evacuación no afecta a ningún término municipal adicional.

El inicio y fin de la línea se realiza desde las siguientes parcelas. El resto del recorrido de la línea puede consultarse en los planos del proyecto:

- INICIO DE LA LÍNEA – CPM BESS ALDEHUELA 1_ST
    - X: 434.143: Y: 4.458.257 (HUSO 30)
    - REFERENCIA CATASTRAL: 4283305VK3548S0001ZU
    - C/P.P. BAÑUELO 21(3) SUELO
    - 28946 FUENLABRADA (MADRID)
    - SUPERFICIE CATASTRAL: 1.008 m^2
- FIN DE LA LÍNEA – CSI a construir en línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340), denominaciones según los sistemas de la empresa distribuidora

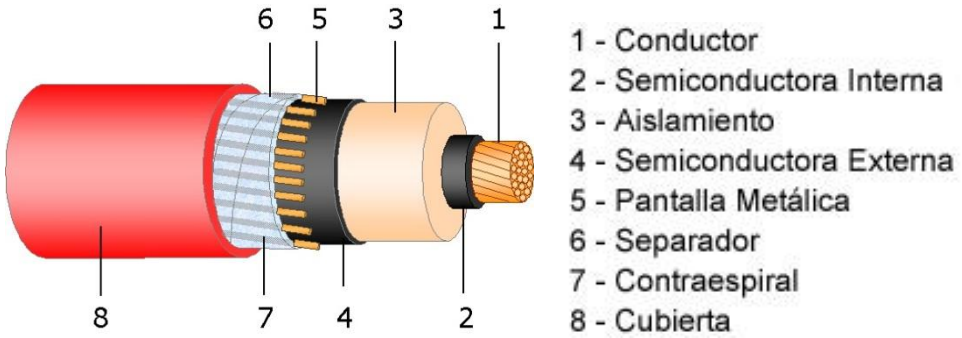
- X=433.509; Y=4.458.759
- REFERENCIA CATASTRAL: 3487303VK3538N0001JK
- PJ BARRANCO FUENTE 140(P)
- 28946 FUENLABRADA (MADRID)
- SUPERFICIE CATASTRAL: 4.396 m^2

1.9.2. Conductores subterráneos

1.9.2.1. CONDUCTORES DE FASE

Los cables que se instalarán son del tipo aislamiento seco, campo radial, apantallados, construidos para una tensión 12/20 KV.

Los circuitos se compondrán de un conductor unipolar por fase, de aluminio, cuya denominación es: AL HEPRZ1 12/20 KV 1x240mm².



Las características principales, son:

Sección:	240 mm² (Al)
Tensión nominal:	12/20kV
Tensión máxima:	24kV
Intensidad admisible al aire (40°C):	495A
Intensidad admisible enterrado (25°C):	365A
Intensidad admisible bajo tubo:	345A

Int. máx. conductor de cortocircuito durante 1 s (kA)	21,4
Int. máx. pantalla de cortocircuito durante 1 s (kA)	2,85

Tabla 25.- Características principales línea de evacuación de MT

1.9.2.2. AISLAMIENTO

Está constituido por un dieléctrico seco extruido, de etileno propileno (HEPR), de espesor radial 8 mm, adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del etileno propileno permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90ºC, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

1.9.2.3. PANTALLAS ELÉCTRICAS

PANTALLA SOBRE CONDUCTOR

Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal fin, se dispone sobre el conductor, una capa semiconductora, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 0,5 mm, y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO

Constituida por una parte semiconductora no metálica, asociada a una parte metálica.

La parte semiconductora tiene misión análoga a la pantalla sobre el conductor.

La parte metálica tiene por misión conducir a tierra las corrientes de capacidad, que puedan producirse en los cortocircuitos. Está constituida por flejes de cobre recocido, de espesor 0,1 mm, aplicados en hélice.

Como protección eléctrica se emplea la puesta a tierra por ambos extremos de esta pantalla metálica.

1.9.2.4. CUBIERTA EXTERIOR

La cubierta exterior está constituida por poliolefina ignífuga no propagador del incendio, baja emisión de humos y opacidad reducida.

El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo, siendo en este caso de 2 mm.

1.9.2.5. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La máxima intensidad admisible en (A), servicio permanente y con corriente alterna para cables aislados con conductores de aluminio de hasta 12/20 KV., cuando su instalación es bajo tubo enterrado, es de: (ITC-LAT-06).

Sección (mm²)	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
240	320	345

Tabla 26.- Imax admisible línea de evacuación de MT

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

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente θs	Cortocircuito t ≤ 5 s. θcc
Etileno Propileno (HEPR)	90°	> 250°

Tabla 27.- Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

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

1.9.3. Tendido

La ejecución de la Línea de Media Tensión en su tramo enterrado, será bajo tubo enterrado.

Para la canalización de los conductores de Media Tensión, se procederá a la apertura de una zanja de 1,115 metros de profundidad con un ancho de 0,50 metros.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,70 m, con una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø en un mismo plano, aumentando su anchura en función del número de tubos a instalar y la disposición de estos. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales vigente para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja

En las líneas de 15 kV con cables de 240mm² de sección se colocarán tubos de Ø160mm, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización “Peligro eléctrico” a todo lo largo del trazado del cable.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. La entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

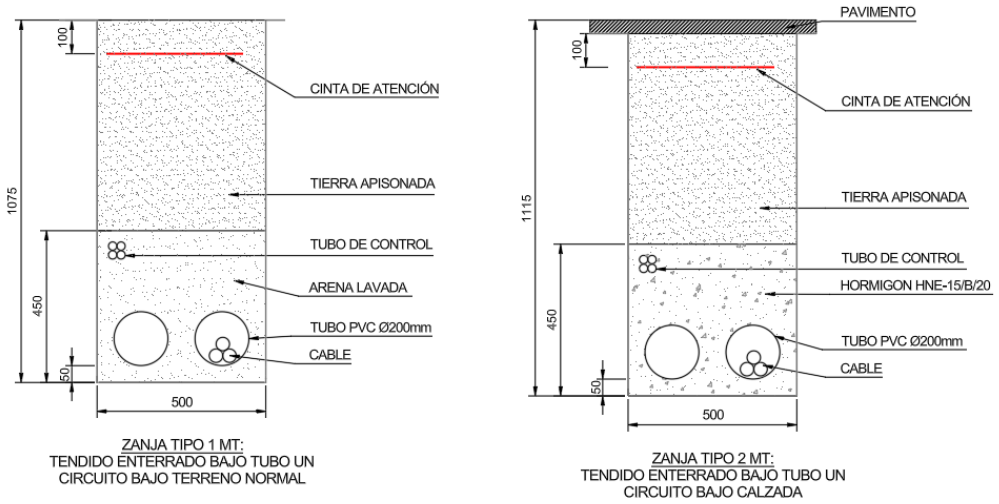


Figura 16: Detalle zanja tipo bajo calzada.

1.9.3.1. EMPALMES Y TERMINALES

Los empalmes y terminales para el conductor subterráneo cumplirán con la norma UNE 21.021 “Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV”.

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir. Estos empalmes podrán ser enfilables, retráctiles en frío o con relleno de resina. Los empalmes no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- El empalme debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- El empalme debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

El empalme termorretráctil cumplirá los ensayos de calidad según norma UNE-HD 629-1 “Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento extruido.”

1.9.3.2. TERMINALES ENCHUFABLES

Este tipo de terminales son requeridos para la conexión en las cabinas de MT, y deben estar diseñados para que la interfase terminal-interruptor sea de acuerdo con la Norma IEC-60859.

Los terminales son encapsulados en resina, con cono deflector preformado. La conexión de la pantalla a la base metálica del aislador se hace normalmente por soldadura.

La conexión del conductor se hace por medio de un conector tipo bayoneta. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito. El cono deflector es una pieza prefabricada que se desliza hasta su posición final. El conector exterior está embebido en el aislador de resina.

Los sistemas de estanqueidad deben asegurar que no debe haber posibilidad de contaminación por penetración en el interior del terminal.

Los terminales enchufables serán de diseño “seco”, no necesitando estar rellenos de aceite de silicona y no requiriendo la monitorización alguna de los niveles de aceite durante su servicio.

El nivel de aislamiento exigido para los terminales será el mismo que el exigido a la línea.

1.9.4. Cruzamientos y paralelismos

En caso de cruzamiento o paralelismo, con los distintos posibles servicios, cumplirá las distancias establecidas en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantía de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

1.9.4.1. CONDICIONES GENERALES

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia

mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección definidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

1.9.4.2. CRUZAMIENTOS

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de A.T.

1.9.4.2.1. CABLES Y CARRETERAS

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

1.9.4.2.2. FERROCARRILES

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

1.9.4.2.3. OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

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

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a

la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

1.9.4.2.4. CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

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

1.9.4.2.5. CANALIZACIONES DE AGUA

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

1.9.4.2.6. CANALIZACIONES DE GAS

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

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

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

Tabla 28: Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas

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

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

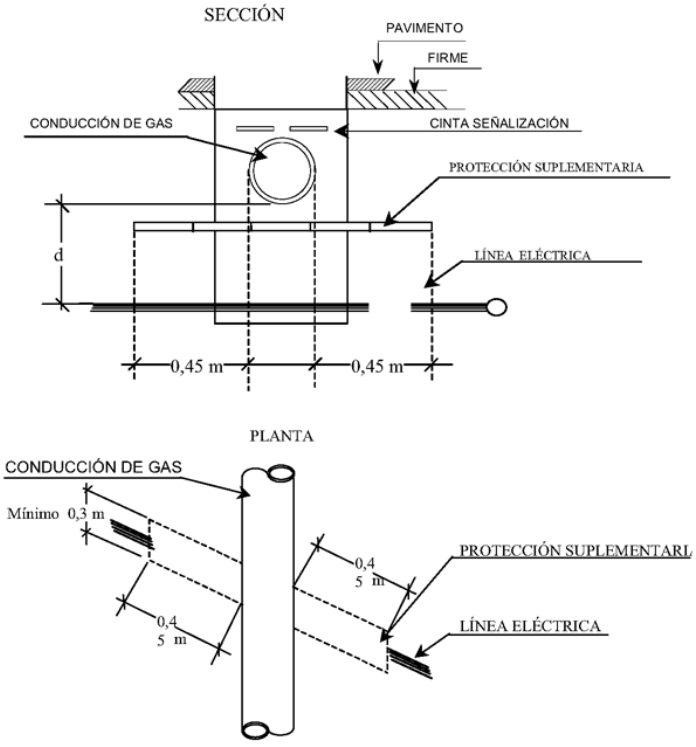


Figura 17: Protección para cruzamientos con gas

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

1.9.4.2.7. CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

1.9.4.2.8. DEPÓSITOS DE CARBURANTE

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

1.9.4.3. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

1.9.4.3.1. OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de

energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

1.9.4.3.2. CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

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

1.9.4.3.3. CANALIZACIONES DE AGUA

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

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

1.9.4.3.4. CANALIZACIONES DE GAS

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse

estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

Tabla 29: Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas

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

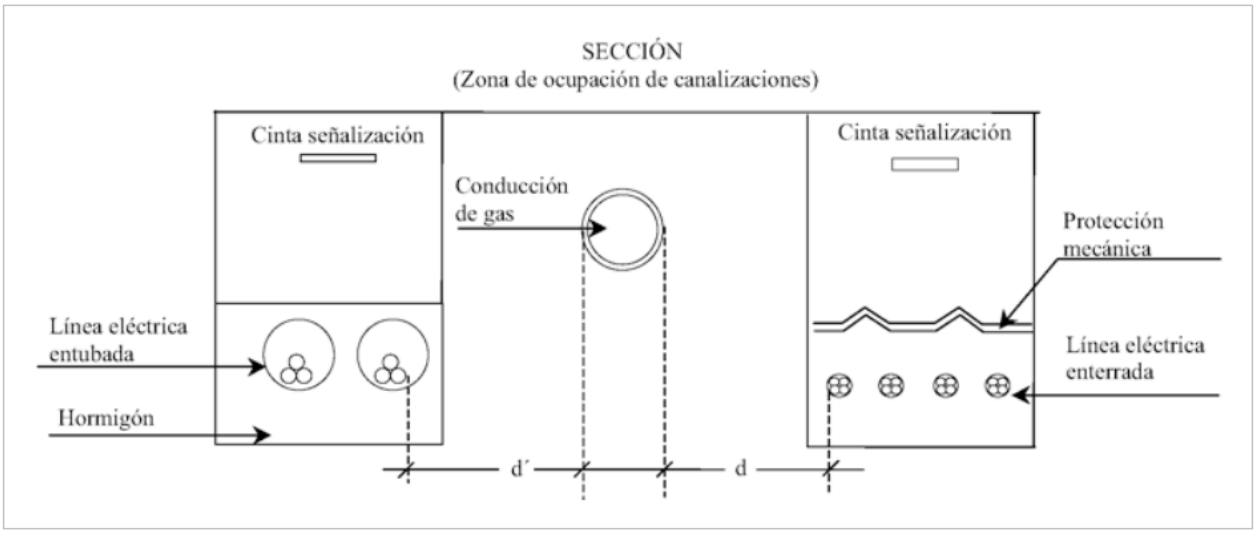


Figura 18: Paralelismo con canalizaciones de gas

1.9.4.4. ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

1.9.5. Puesta a tierra

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

1.10. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

El centro de protección y medida se instalará en C/P.P. BAÑUELO 21(3) del municipio de Fuenlabrada (Madrid).

1.10.1. Descripción de la instalación

1.10.1.1. OBRA CIVIL

El Centro de Protección y Medida objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

1.10.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Edificio**: pfu.4/20**



Figura 19: Detalle del CPM – pfu4

- Descripción

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

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

- Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al

centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

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

- Accesos

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

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

-Protección contra incendios:

Se adjunta justificación de la ITC-RAT 14 en el anejo 7 del proyecto.

1.10.1.2.1. CARACTERÍSTICAS DETALLADAS

Nº de transformadores: 0

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

- Longitud: 6080 mm
- Fondo: 2380 mm
- Altura: 3045 mm
- Altura vista: 2585 mm
- Peso: 17460 kg

Dimensiones interiores

- Longitud: 5900 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

- Longitud: 6880 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.10.1.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La red de la cual se alimenta el Centro de Protección y Medida es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

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

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 325 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 12,509 kA eficaces.

Celdas: cgmcosmos

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

Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años. 3 Divisores capacitivos de 24 kV.Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm2 y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito. Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad:

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

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

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

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

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529

- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

Conexión de cables

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

Enclavamientos

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

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

Características eléctricas

Las características generales de las celdas cgmcosmos son las siguientes:

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

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

El centro de protección y medida dispondrá de las siguientes celdas de media tensión, las cuales se detallarán a continuación.

- 2 Celdas de línea: celdas para la entrada de la líneas que llegan desde el centro de transformación de los conjuntos de baterías y para la salida hasta el CSI.
- 2 Celdas de Protección: una celda para la protección del transformador que dará servicio a los auxiliares de la planta y otra como protección general de la línea del BESS.
- 2 Celdas de medida: para la medida de la energía de la planta BESS.

Celda de Línea (Entrada / Salida): ***cgmcosmos-l***

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

La celda cgmcosmos-l de línea, 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 ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 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 (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 630 A
- Clasificación IAC (AFL)

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas

- Mando de maniobra interruptor: Motorizado tipo BM

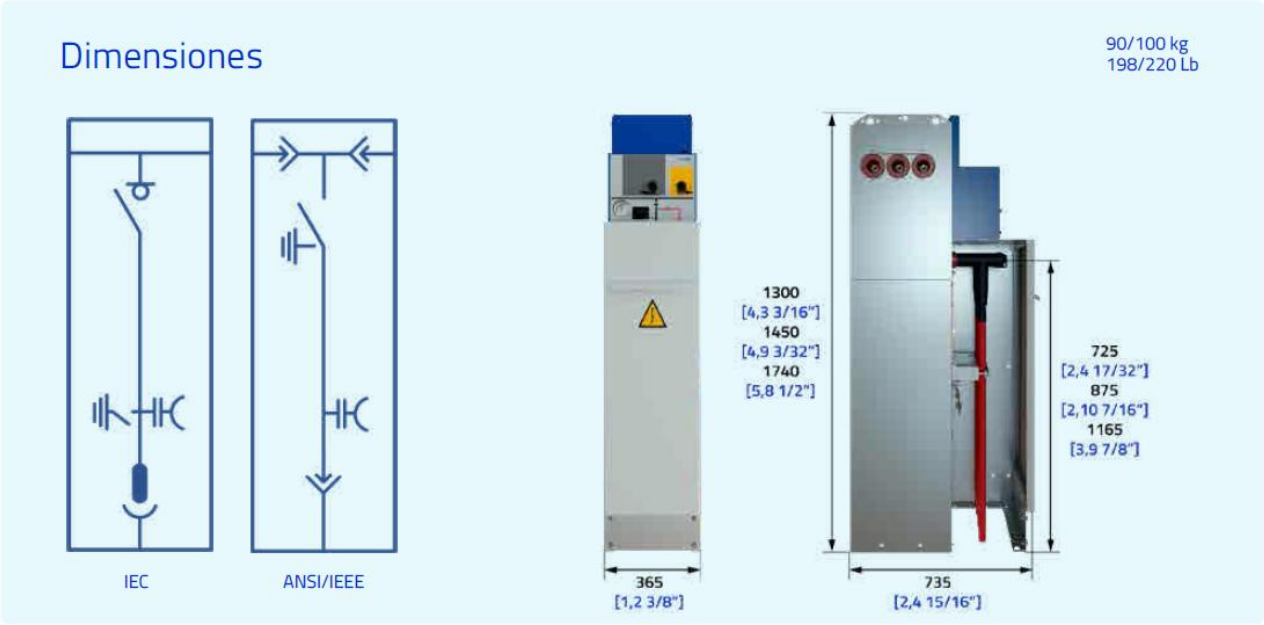


Figura 20: Características de Celda de línea.

Celda Protección General: **: cgmcosmos-p**

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

La celda cgmcosmos-p de protección con fusibles, 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, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x20A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 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 (cresta): 40 kA
- Corriente principalmente activa: 400A
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm

- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra posición con fusibles: Manual tipo AVBR
- Combinación interruptor-fusibles: combinado
    - Relé de protección ekor.rpt-2001B

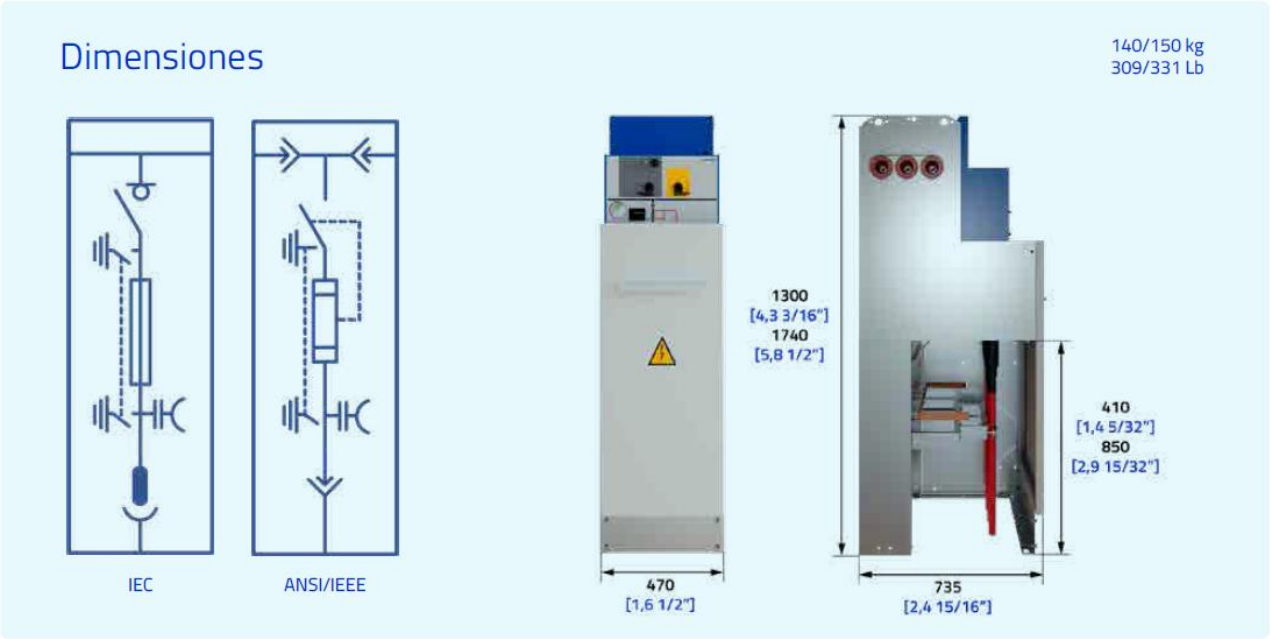


Figura 21: Características de Celda de Protección

Celda Remonte: ***cgmcosmos-m***

La celda cgmcosmos-m de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras Características constructivas:

Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de tensión

Relación de transformación: 16500/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y

1,9 Un durante 8 horas

Medida

· Potencia: 15 VA

· Clase de precisión: 0,5

* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 5 - 10/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. admisible en permanencia: Fs <= 5

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5 s

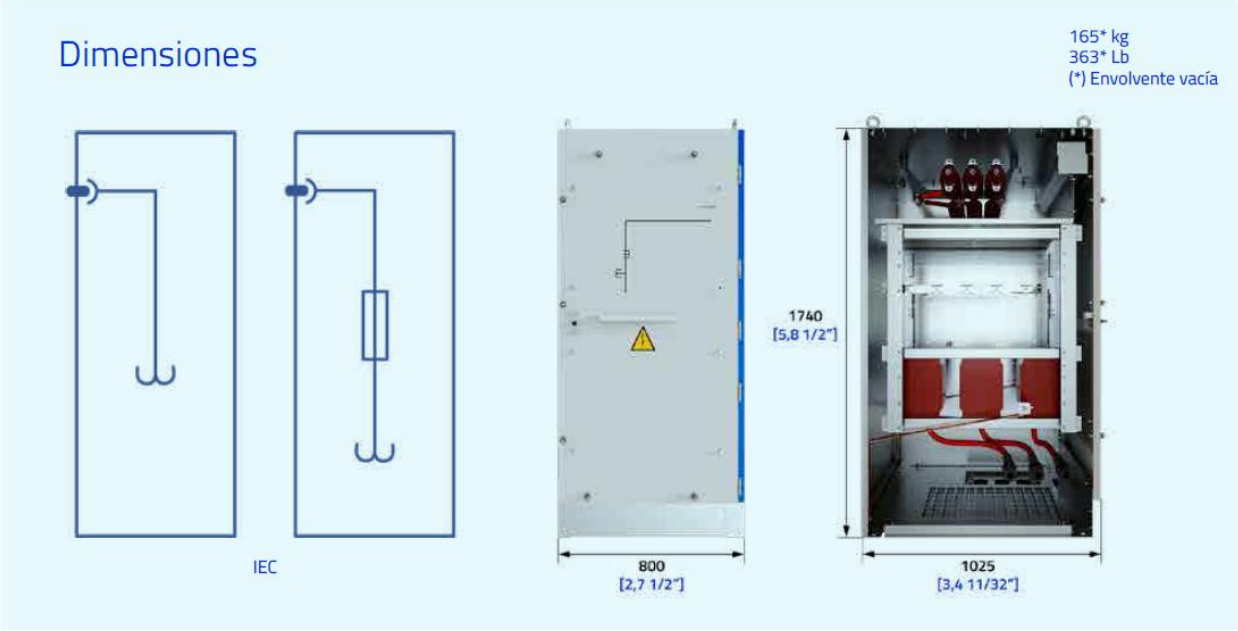


Figura 22: Características de Celda de Medida

Transformador SSAA: ***transformador aceite 24 kV***

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 160 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

<u>Otras características constructivas:</u>

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 250 A.
- 1 Salida formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

Características eléctricas

Tensión asignada: 440 V

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases: 20 kV

Dimensiones:

Altura: 730 mm

Anchura: 360 mm

Fondo: 265 mm

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

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

Interconexiones de MT:

- Puentes MT Transformador SSAA: Cables MT 12/20 kV
- Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo OTK 224.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

Interconexiones BT

Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro

Defensa Transformador:

Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

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

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

Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Unidades de protección, automatismo y control

Unidad de Protección: ***ekor.rci***

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos

son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

-Características

- Funciones de Detección:
    - Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A Fases (3 x 50/51)
    - Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480
    - Asociado a la presencia de tensión
    - Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
    - Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
    - Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A
    - Presencia / Ausencia de Tensión
        - Acoplo capacitivo (pasatapas)
        - Medición en todas las fases L1, L2, L3
        - Tensión de la propia línea (no de BT)
    - Paso de Falta / Seccionalizador Automático
    - Intensidades Capacitivas y Magnetizantes
    - Control del Interruptor
        - Estado interruptor-seccionador
        - Maniobra interruptor-seccionador
        - Estado seccionador de puesta a tierra
        - Error de interruptor
    - Detección Direccional de Neutro

-Otras Características

Ith/Idin = 20 kA /50 kA

Temperatura = -10 ºC a 60 ºC

Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %

Comunicaciones: ProtocoloMODBUS(RTU)/PROCOME

Ensayos: - De aislamiento según 60255-5

- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011

- Climáticos según CEI 60068-2-X

- Mecánicos según CEI 60255-21-X

- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

Unidad de Protección: ***ekor.rpt***

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intesidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

Rango de potencias: 50 kVA - 2500 kVA

Funciones de Protección:

Sobreintensidad

Fases (3 x 50/51)

Neutro (50N / 51N)

Neutro Sensible (50Ns / 51Ns)

Disparo exterior: Función de protección (49T)

Detección de faltas a tierra desde 0,5 A

Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A

Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3)

Posibilidad de pruebas por primario y secundario

Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)

Histórico de disparos

Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e Io

Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

Ith/Idin =	20 kA /50 kA
Temperatura=	-10 ºC a 60 ºC
Frecuencia=	50 Hz; 60 Hz ± 1 %

Ensayos:

- De aislamiento según 60255-5
- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
- Climáticos según CEI 60068-2-X
- Mecánicos según CEI 60255-21-X

- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255 Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

Armario sobre celda STAR i-DE

Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:

1 Unidad remota de telemando (RTU) **ekor**.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci que incluye la siguiente funcionalidad:

Señalización y mando de la primera celda de línea

- Maniobra e indicación de interruptor
- Indicación del estado del seccionador de tierra
- Indicación de paso de falta de fases y tierra
- Indicación de presencia de tensión en cada fase
- Medidas de intensidad de cada fase y residual

Señalización y mando adicional

- Maniobra e indicación del interruptor de la segunda celda de línea.
- Indicación de interruptor de la celda de transformador.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y falto Vca.
- Local/Telemando.
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales de la instalación (agua, humos, etc.).

Comunicaciones

- Protocolo de comunicaciones IEC 60870-5-104.
- Servidor WEB s/ norma i-DE NI 30.60.01 y Guía Técnica para RTUs MT.

1 Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.
1 Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos s/ especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc.
1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.
1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.
1 Maneta Local / Telemando.
s/ Bornas, accesorios y pequeño material.

Armario de Comunicaciones adicional ACOM-I-GPRS

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación i-DE, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo), integrado en web STAR. La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

Compuesto por un único compartimento independiente y con tapa desmontable para un correcto acceso a su interior en zonas con espacio reducido. Se debe poder observar el estado de los equipos sin necesidad de acceder a su interior.

Debe permitir una óptima operación sobre sus elementos en cualquier circunstancia. Todos los elementos estarán referidos a tierra de protección y por lo tanto se debe poder acceder directamente para operaciones de mantenimiento, configuración, etc.

El armario debe disponer de ventilación no forzada mediante aireadores laterales para una correcta circulación del aire y del calor generado por los diferentes equipos.

La entrada al armario es directa mediante prensaestopas sin necesidad de conector externo. Para simplificar la conexión de media tensión por parte del operario, se instalará un dispositivo de conexión con dos bornes

para la alimentación y conector Ethernet hembra apantallado. De esta forma el instalador únicamente deberá instalar una manguera Ethernet prefabricada y los hilos de alimentación entre la aparamenta y el armario ACOM.

Puesta a tierra

- Tierra de protección

  Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

- Tierra de servicio

  Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Instalaciones secundarias

- Alumbrado: El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT. El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios: Si va a existir personal itinerante de mantenimiento no se exige que en el edificio haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

- Armario de primeros auxilios El edificio cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad: Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

Limitación de campos magnéticos

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 µT para el público en general
- Inferior a 500 µT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

A. Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
B. La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
C. Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
D. No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

2. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se estima en 14 meses el plazo necesario para la completa ejecución y puesta en marcha de la Instalación BESS ALDEHUELA 1_ST.

3. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material de las obras (PEM) es el siguiente:

Instalación	Presupuesto PEM
PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)	2.946.016,50 €
TOTAL	**2.946.016,50 €**

Tabla 30.- Presupuesto de ejecución material de las obras.

Así, el presupuesto de ejecución material (PEM) total de la planta BESS asciende a la cantidad de DOS MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL DIECISEIS EUROS Y CINCUENTA CÉNTIMOS (2.946.016,50 €)

El presupuesto global de las obras desglosado por capítulos, o se aporta como **Documento III** al presente Proyecto.

4. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE PROYECTO

El presente proyecto está compuesto por los siguientes documentos

- **DOCUMENTO Nº1.- MEMORIA Y ANEJOS**
    - Memoria
    - Anejo 1. Fichas técnicas
    - Anejo 2. Cálculos Eléctricos
    - Anejo 3. Cronograma
    - Anejo 4. RBDA
    - Anejo 5. Gestión de Residuos
    - Anejo 6. Estudio de Ruidos
    - Anejo 7. Protección Contra Incendios
    - Anejo 8. Normas UNE y Especificaciones Empresas de Producción, Transporte y Distribución.
- **DOCUMENTO Nº2.- PLANOS**
- **DOCUMENTO Nº3.- PRESUPUESTO**
- **DOCUMENTO Nº4.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**
- **DOCUMENTO Nº5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

5. **CONCLUSIONES**

Los técnicos firmantes del presente proyecto consideran que la documentación aportada en el mismo es suficiente para iniciar la tramitación de las instalaciones proyectadas y sentar las bases para futuros proyectos de detalle, por lo que elevan el mismo a la Administración competente para su evaluación.

En Valencia, junio de 2026

Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el dia 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 11:01:47 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L CICCPCV 31899

TRABAJO:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

DOCUMENTO: **I.I. Anejos a la memoria**



ENERGY FACTORY

emin.energy

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"** **DE 5 MW Y 10 MWH** **EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	I. Memoria
ANEJO	01.- Fichas Técnicas



ENERGY FACTORY

emin.energy

SCOPE OF EQUIPMENT

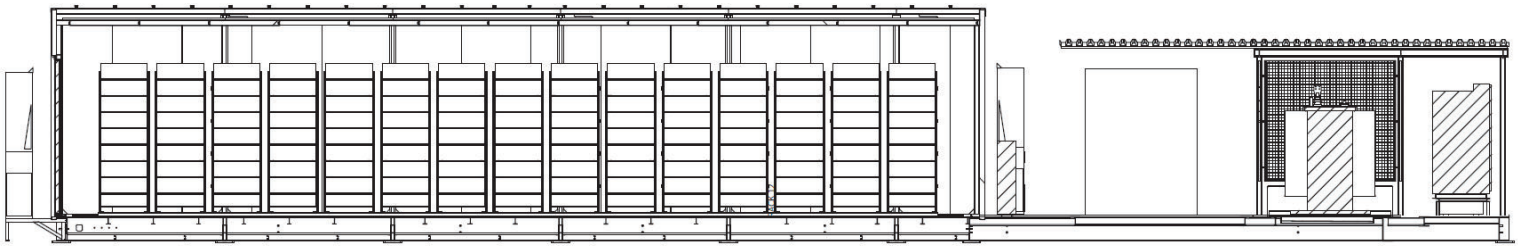
BESS-House All-In-One, Central-PCS model



BESS-House All-In-One: prefabricated modular metal building to house liquid-cooled battery rack system, with rock wool sandwich panel envelope and intermediate walkway between racks and rail beam for installation / removal of battery modules, together with skid-type metal platform over which the Power-Train is installed.

It's a turnkey solution with every component already assembled and factory-tested, including:

- DC-Block: Batttery Racks (up to 30 units), Chillers, HVAC, FFS, power and control cabling.
- Power-Train: Central-PCS + Power Transformer + MVSG + Auxiliary Board.
- Control: EMS, PPC (optional), UPS.



This solution is adaptable to different energy configurations and environments.
Dimensions and data in the table corresponds to 30 racks; if fewer racks then rated energy, length, weight would decrease.

BESS-House	
Enclosure Fire reaction	A2-s1, d0
Enclosure Fire Resistance	EI120
Rated Energy	Up to 12.528 kWh
Thermal Management (TMS)	Liquid Cooling Chiller
Fire Fighting System	Smoke, Heat & Hydrogen Detectors Extinguishing agents: Aerosol, Dry Pipe
Outdoor Anti-corrosion grade	C5
Weight	Up to ~150 ton
Dimensions (LxWxH)	~ 24.007 x 4.414 x 4.050 mm

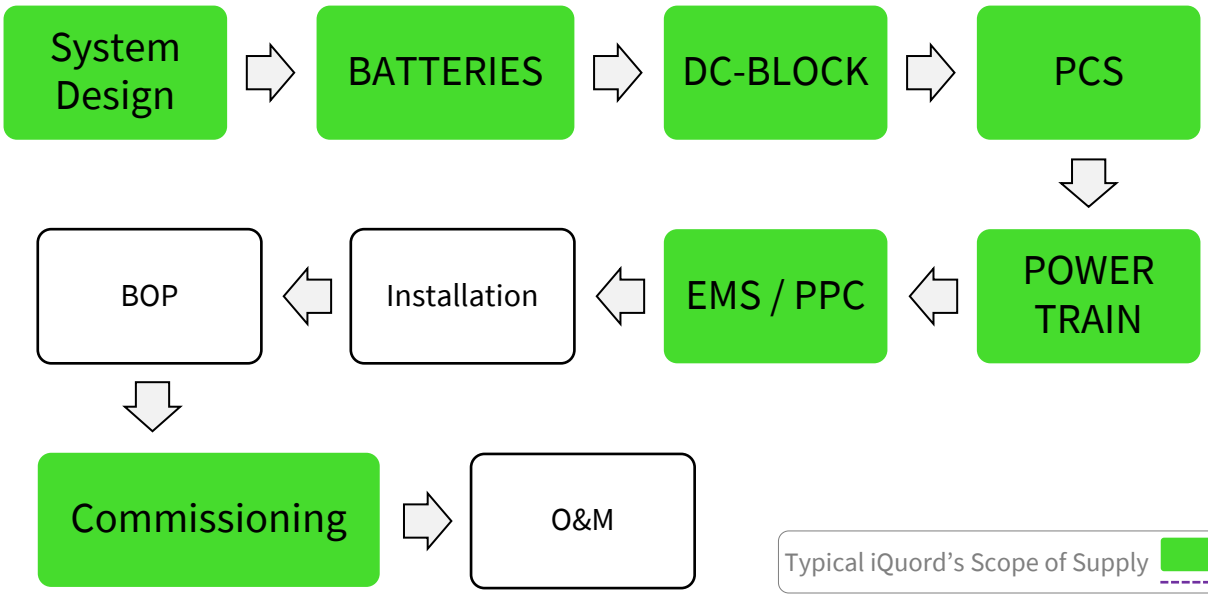


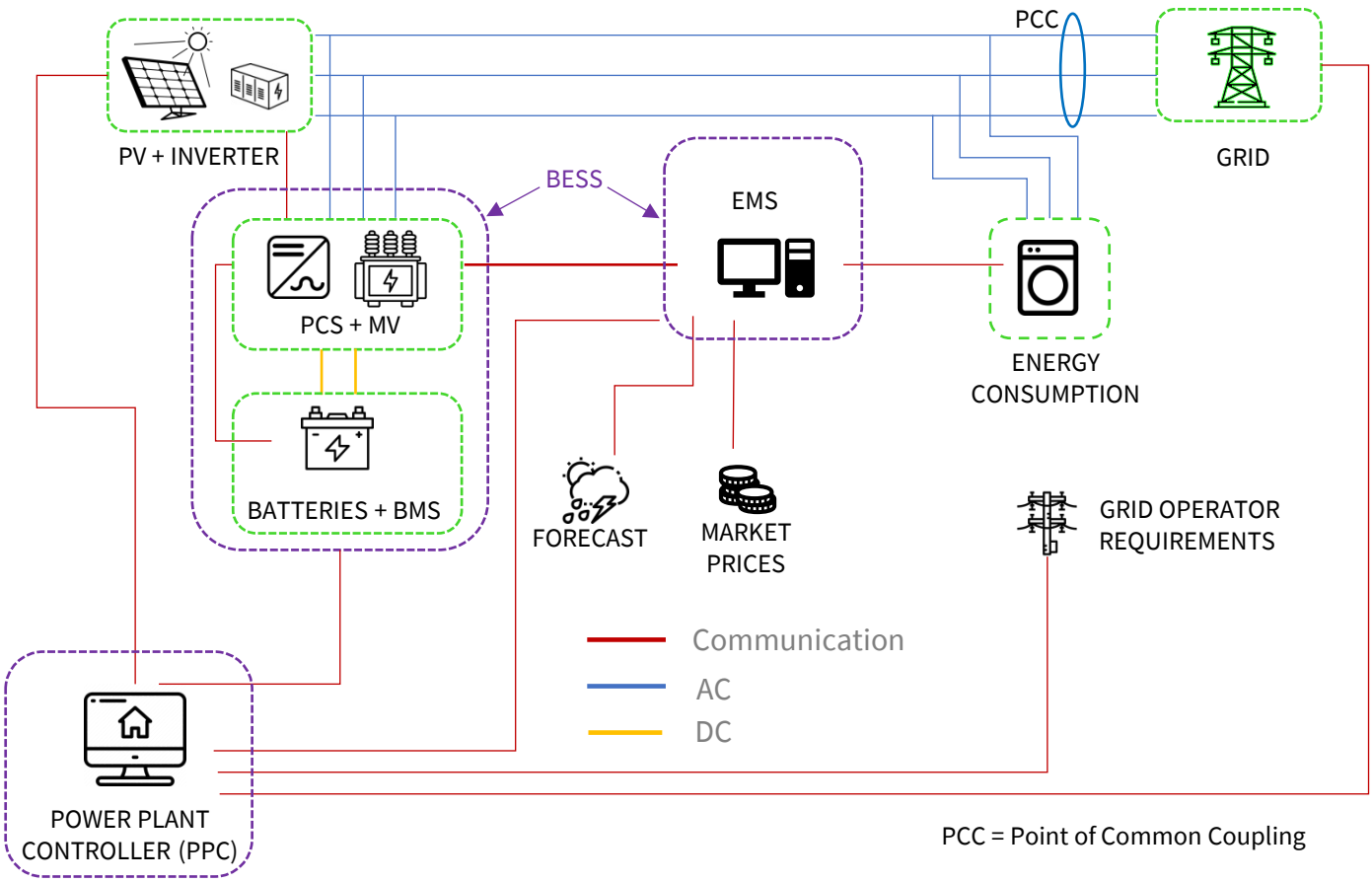
BESS Proposal Description for 5 Points (FEDER)

CONTENT

1. Scope of Supply
2. Proposal Summary (example)
3. Scope of Equipment: different models Battery –Racks, BESS-House and PCS, EMS/PPC data-sheets
4. Success Stories: Selected References
5. Commercial Terms
6. iQuord's General Terms

SCOPE OF SUPPLY





SCOPE OF EQUIPMENT

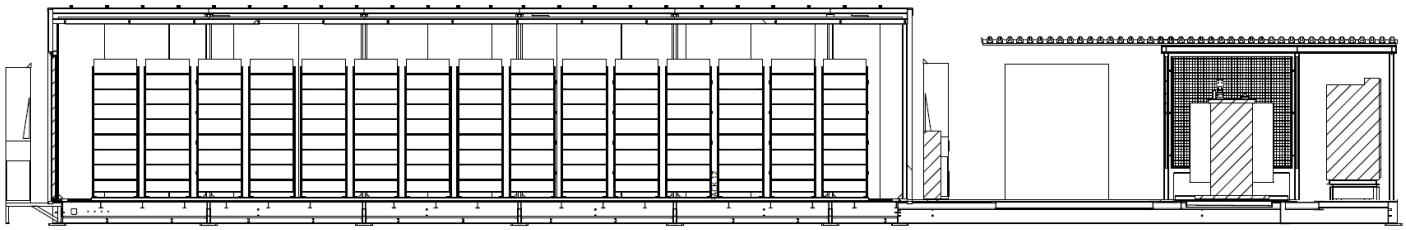
BESS-House All-In-One, Central-PCS model



BESS-House All-In-One: prefabricated modular metal building to house liquid-cooled battery rack system, with rock wool sandwich panel envelope and intermediate walkway between racks and rail beam for installation / removal of battery modules, together with skid-type metal platform over which the Power-Train is installed.

It's a turnkey solution with every component already assembled and factory-tested, including:

- DC-Block: Batttery Racks (up to 30 units), Chillers, HVAC, FFS, power and control cabling.
- Power-Train: Central-PCS + Power Transformer + MVSG + Auxiliary Board.
- Control: EMS, PPC (optional), UPS.



This solution is adaptable to different energy configurations and environments.
Dimensions and data in the table corresponds to 30 racks; if fewer racks then rated energy, length, weight would decrease.

BESS-House	
Enclosure Fire reaction	A2-s1, d0
Enclosure Fire Resistance	EI120
Rated Energy	Up to 12.528 kWh
Thermal Management (TMS)	Liquid Cooling Chiller
Fire Fighting System	Smoke, Heat & Hydrogen Detectors Extinguishing agents: Aerosol, Dry Pipe
Outdoor Anti-corrosion grade	C5
Weight	Up to ~150 ton
Dimensions (LxWxH)	~ 24.007 x 4.414 x 4.050 mm

ITEM		PARAMETER
Manufacturer		EVE
Nominal Voltage(V)		3.2
Nominal Capacity (Ah)		280
Internal resistance(1KHz) (mΩ)		≤0.25
Standard charge and discharge	Charge/ Discharge C Rate	0.5C/0.5C
	End voltage at charge/discharge	3,65V/2,8V
Standard C rate	Continuous charge/discharge	0.5C/0.5C
	Impulse charge/discharge (30s)	1C/1C
Recommend SOC range		10%～90%
Operating Temperature Range		Charging：0℃～55℃
		Discharge：-20℃～55℃
Storage Temperature	≤1 month	-20℃～45℃
	≤1 year	0℃～35℃
Storage Humidity		＜90%
Self-discharge per month		≤3%/Month
Dimension(mm)		174*72*207
Weight (Kg)		MAX 5.43
Certification		UL9540A, UN38.3, UL1973

Módulo de Batería, están formados por una configuración 1P48S, de 48 celdas LFP conectadas en serie, el módulo de baterías se conecta a un BMS de batería (BMU).

ITEM	PARAMETER
Configuration	1P48S
Nominal capacity（Ah）	280
Nominal Energy（kWh）	43.008
Rated voltage（V）	153.6
C Rate	0.5C
Voltage Range（V）	134.4-172.8
Dimension(mm)	778*1027*243
Weight	310kg
Cooling	Liquid cooling
Certification	UL9540A,UL1973, UN38.3



La batería o PACK consta de una envolvente de aluminio, el módulo BMS (BMU), las celdas de fosfato de hierro y litio y los conectores de potencia, comunicaciones y los conectores de entrada y salida del líquido refrigerante. Existen dos tipos de baterías, el modelo A y el modelo B, la diferencia entre ambos es la posición del conector positivo y negativo de la batería.

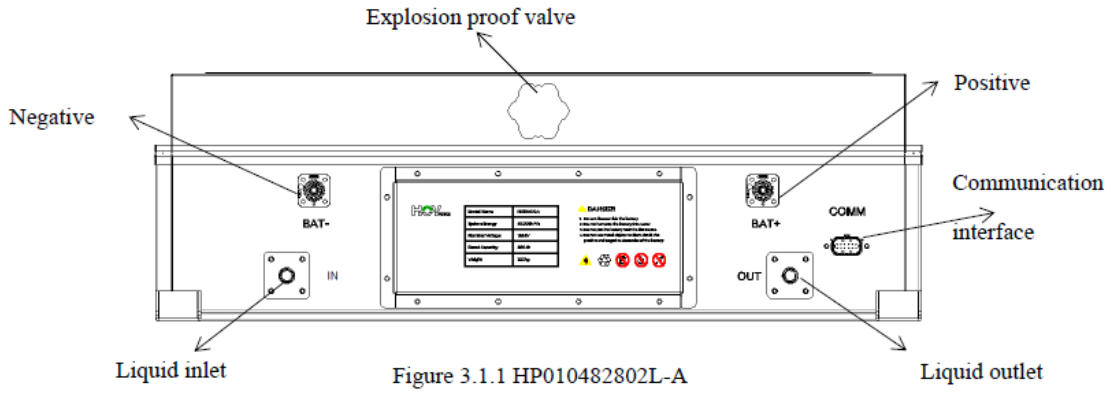


Figure 3.1.1 HP010482802L-A

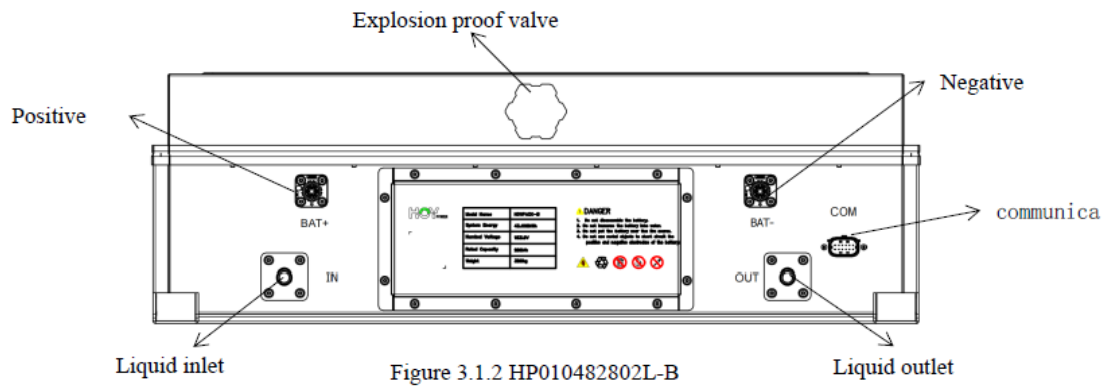


Figure 3.1.2 HP010482802L-B

A continuación, se indica el tipo de conector de potencia y de comunicaciones que lleva implementado cada una de las baterias:

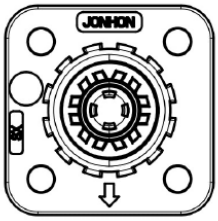


Figure 3.2.1 Battery High Voltage Socket

Model: ICG-A08OGFJ28SX-50-01 (positive pole), ICG-A08BKFJ28RY-50-01 (negative pole)

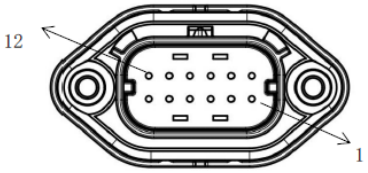
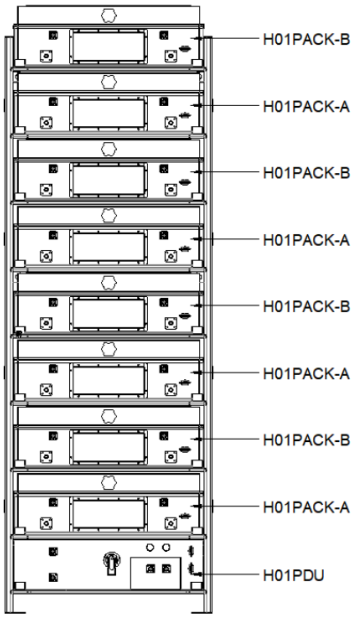


Figure 3.2.1 Battery communication socket

Model: EVS6-12ATK-1

Rack de Baterias, cada rack contiene 8 módulos de batería conectados en serie y se emparejan a un sistema BMS de Rack (BPU). Todos los cables de conexión están situados en la parte frontal del bastidor para facilitar la instalación y el mantenimiento.

ITEM	PARAMETER
Configuration	1P48S-8S
Nominal capacity（Ah）	280
Nominal Energy（kWh）	344.064
Rated voltage（V）	1228.8
C Rate	0.5C
Voltage Range（V）	1075.2-1382.4
Dimension(mm)	860*1068*2430
Weight	3 Ton
Cooling	Liquid cooling
Certification	UL9540A, UL1973, UN38.3



Cada rack de baterías está equipado con su propio sistema de gestión de baterías Rack BMS y una unidad de protección de baterías (BPU) que permite al rack, entre otras cosas, desconectarse del resto de racks de baterías en función de los valores eléctricos y térmicos medidos de los módulos y las celdas.

En la siguiente imagen se puede ver una representación de una PDU, donde se pueden ver las conexiones de potencia al PCS y a las baterías, las conexiones del cableado de comunicaciones, los pilotos de señalización de funcionamiento y alarma y la palanca de accionamiento de disyuntor.

SCOPE OF EQUIPMENT



iQ-PCS, CENTRAL PCS

3 MODULES

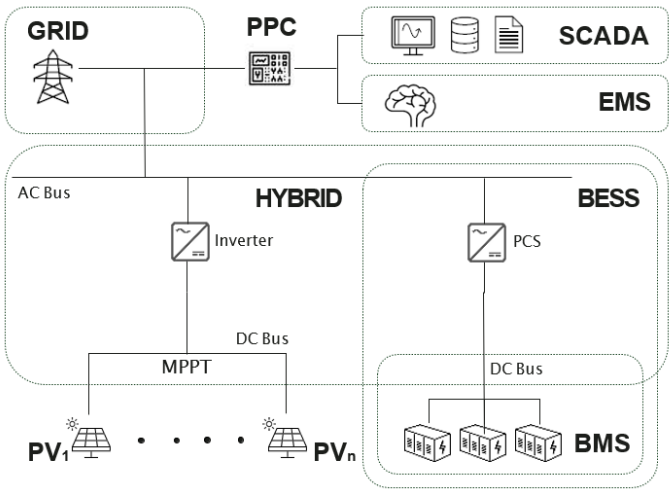
MODEL	iQ-PCS2771	iQ-PCS2947	iQ-PCS3073	iQ-PCS3123	iQ-PCS3174	iQ-PCS3274	iQ-PCS3375	iQ-PCS3476	iQ-PCS3577
INPUT DATA	**3M**								
Vdc.min (V=1,00pu & PF=1,00)	793 V	842 V	878 V	892 V	906 V	934 V	963 V	991 V	1.019 V
Vdc.min (V=1,10pu & PF=1,00)	871 V	925 V	964 V	979 V	995 V	1.026 V	1.057 V	1.088 V	1.120 V
Vdc.máx full power	1.238 V	1.316 V	1.373 V	1.395 V	1.418 V	1.463 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V
Vdc.máx absolute	1.414 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V	1.500 V
Maximum Current 55ºC	3250A								
Maximum Current 40ºC	3525A								
Insulation Fault Detection System	YES (IMD)								
Battery Short Circuit Current (4)	200 kA* per input								
Input number	3, fuse protected								
OUPUT DATA									
Maximum Output Power (S/P55ºC)(1)	2.501 kVA	2.660 kVA	2.774 kVA	2.819 kVA	2.865 kVA	2.955 kVA	3.046 kVA	3.136 kVA	3.228 kVA
Maximum Output Power (S/P40ºC)(1)	2.771 kVA	2.947 kVA	3.073 kVA	3.123 kVA	3.174 kVA	3.274 kVA	3.375 kVA	3.476 kVA	3.577 kVA
Nominal Voltage (3F +10%, -10%)	550 V	585 V	610 V	620 V	630 V	650 V	670 V	690 V	710 V
Maximum Operation Current (55ºC)	2.625 A								
Maximum Operation Current (40ºC)	2.909 A								
Maximum Transient Current (5min)	3.150 A								
Maximum Transient Current (30seg)	3.750 A								
Frequency	50/60Hz								
Power Factor	1 (Adjustable 0-1 leading/lagging. Q at Night optional)								
Output THD	< 3% at nominal power								
Maximum Efficiency (Vdc.min)*	98,80%	98,80%	98,80%	98,90%	98,90%	98,90%	98,90%	98,90%	99,00%
Maximum Efficiency (Vdc.max)*	98,10%	98,20%	98,20%	98,30%	98,30%	98,30%	98,40%	98,40%	98,40%
Control Structure	Control Logic and DSP, SVM Technology								
Communications	ETHERNET / MODBUS TCP / IP (Optional: RS-485 communications port)								
GENERAL DATA									
Operating Temperature	- 20ºC... + 55ºC (2)								
Relative Humidity	0%-100%								
Dimensions (h x w x d)	2.350 x 2.900 x 1.850 mm*								
Weight	4.000 kg*								
Altitude	1000 masl (3)								
Ingress Protection (IP)	IP55								
Auxiliary power consumption (max)	6500 W*								
Auxiliary power consumption at night	225 W*								

(1) Vac Nominal; (2) derating 55-60ºC/consult under -20ºC; (3) consult for different altitudes; (4) more kA with fuses study; (*) preliminary

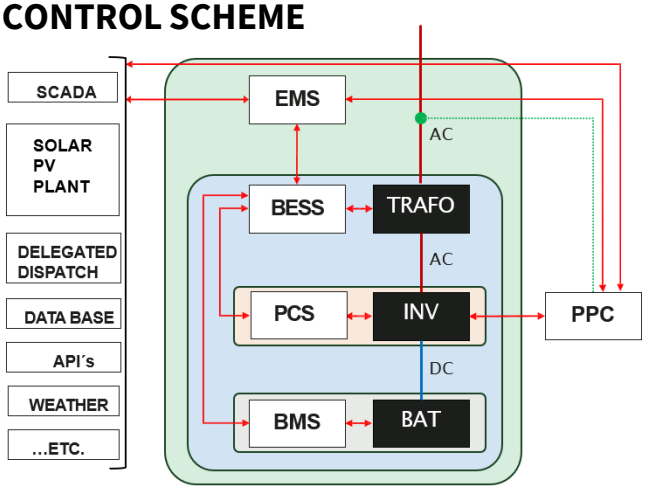
SCOPE OF EQUIPMENT

iQ-EMS-UT-LOC-C.B: Utility Scale, Local Central Setup (Basic)

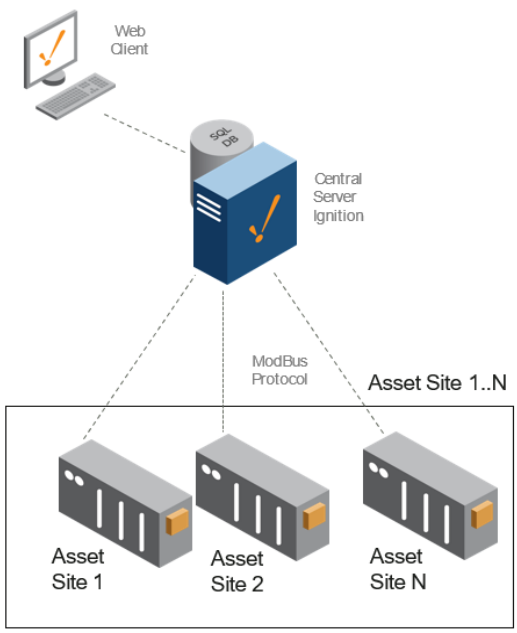
EMS vs. BESS (PCS)	
EMS	**BESS**
Start/Stop - Charging/Discharging	Protection against loss of communication
Programming of operation	Charge/discharge monitoring
Equipment status monitoring	-
Quick disconnection in case of failure	Quick disconnection in case of failure
Communications monitoring	Communications monitoring
Launch Calibration and monitoring	Calibration
Black Start Launch and Supervision	Black Start
VGS Supervision	Synthetic Inertia (VSG)



CONTROL SCHEME



ARCHITECTURE OF UTILITY SCALE LOCAL CENTRAL EMS (Basic)	
Type of Management	Cloud Central Server plus Local monitoring and management of assets
Type of Asset	Both BESS and hybrid systems
PPC	It can be incorporated
Hardware	Centralized SCADA-type monitoring system in a Central Server (*) and a PLC (Ignition Perspective) (**) per each BESS project
Access	Via the internet (Web Client) to the Central Server
Communication	Modbus protocol
Number of Users	Unlimited
Data Storage	5 years (Central Server)
Max. # of assets / IP's	150 assets / 5 IP's per asset



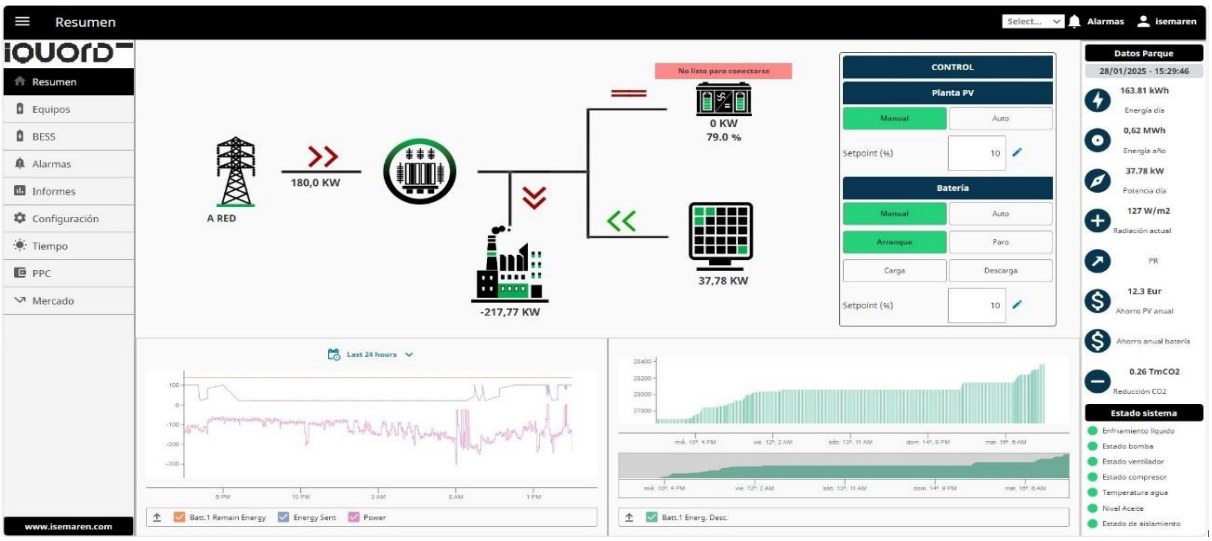
(*) Hardware of Central Server (Cabinet, Power-Supply, UPS, Server, Switch, Firewall, Data Backup, Workstation) not included in the EMS equipment.

(**) Ignition Perspective license is not included in the scope of the EMS equipment.

SCOPE OF EQUIPMENT

iQ-EMS-UT-LOC-C.B: Utility Scale, Local Central Setup (Basic)

Scope	Architecture
Description	**LOCAL CENTRAL Basic**
Equipment status monitoring	Included
Operation scheduling	Included
Data management and reporting: Capability for data downloads, graphs, and reports.	Included
Scalability: Ability to add new plants or expand the existing installation	Included
Rapid disconnection in case of failure	Included
Communication monitoring	Included
Real-time supervision and control	Included



FUNCTIONALITIES		Local Central (Basic)
BESS control	Optimized use for grid support, backup or peak shaving	Included
Arbitrage	Optimizing BESS charging to maximize the economic value of stored energy, charging more during expected low-price periods and using stored energy during high-price periods	Optional
Daily/Intraday Markets	Interface for integration with the Iberian Energy Market Operator (API OMIE4), enabling local supervision of energy-related operations, including purchasing and selling energy	Optional
Secondary regulation market	Active power setpoint at the POI, based on the setpoint received from the grid operator (Delegate Dispatch). The EMS will respond to the remotely received active power setpoint	Optional
Synthetic Inertia (VSG)	Virtual Synchronous Generator (VSG) technology mimics a synchronous generator	Optional
Black Start	Enables startup of a power plant without connection to the grid	Optional, only with PPC
Power Oscillation Damping (POD)	Algorithm to reduce low-frequency power oscillations caused by sudden variations in the grid	Optional, only with PPC

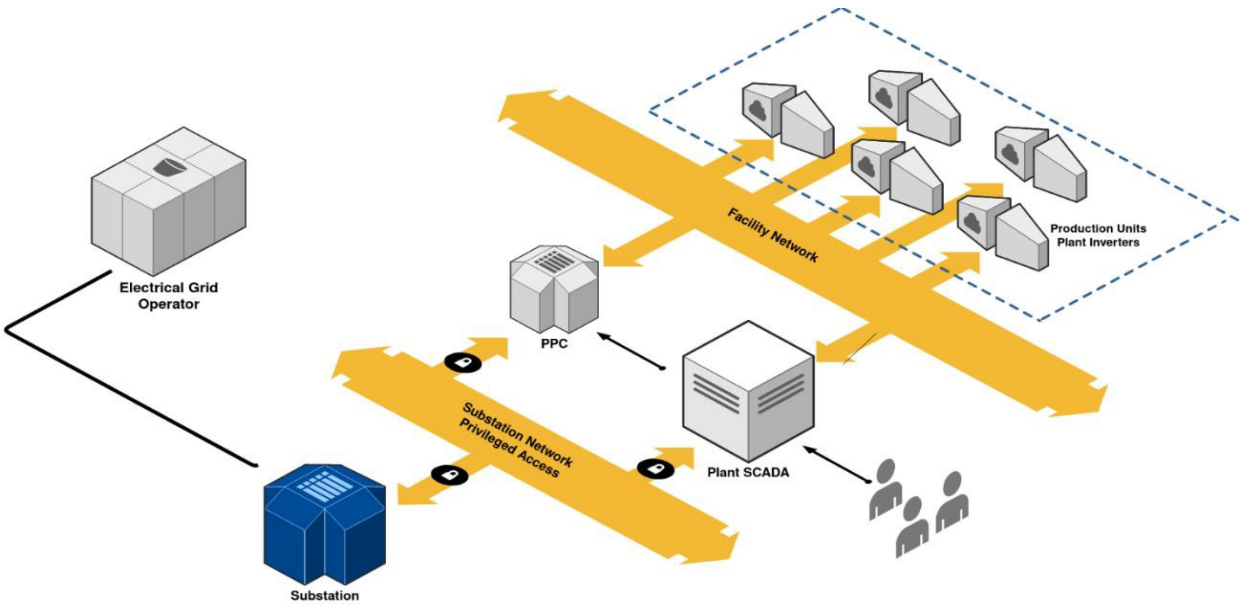
SCOPE OF EQUIPMENT

Power Plant Controller: iQ-PPC-OPEN





Technical Characteristics	
Hardware	
Two PLCs (Active redundancy)	
Ethernet Switch	
Router/Firewall Ethernet w/ 4G and GPS (NTP)	
Options: HMI, Power Grid Meter, I/O modules	
Communications	
Communication Protocols	Modbus / TCP, Modbus RTU (RS-485)
Connectivity	Embedded 4G Router 4G w/ VPN and firewall functionality for remote commissioning and maintenance.
Available Regulation Functions	
Compatible w/ different grid codes	
Extendable w/ extra functions	
Local / Remote mode - Manual / Automatic mode	
Active Power regulation	
Reactive Power regulation	
Power Factor regulation	
Voltage regulation	
Power-frequency regulation mode	
Frequency Regulation	
Power Oscillation Damping (POD)	
Battery Energy Storage Systems (BESS) / Zero Injection	
Visualization / User Interface / Data Log	
VPN	Integrated VPN for remote control or maintenance. Integrated web service
Data Storage	Local data storage. Extendable by SD memory card
FTP Server	Integrated FTP server. Firmware Hot-Backup and Firmware restoration



Product Overview

Hardware and software control platform that integrates patented algorithms, based on InMS™ technology. All this integrated as a control cabinet, with the availability of integrating an internal uninterruptable power supply (UPS).

The system is oriented towards optimal planning and multi-service operation by the end user, based on a deep knowledge of storage technologies and their performance.

The main functions of the InMS uGrid™ Control Cabinet are:

- Microgrid management.
- SCADA supervision.
- Supply of control and auxiliary power supplies to the different electrical systems involved.
- External communications of the system for its control and parameterization.

All this can be done in a **redundant way**; integrating 2 InMS™ controllers, depending on the application to be managed.



Electrical Specifications

The following table details the specifications of the control cabinet:

Number of input phases	-	1~ + N + GND
Nominal AC input voltage	V	230
DC auxiliary voltage	V	24
Maximum consumption	W	1000
Frequency	Hz	50
Voltage measurements	-	✓
Current measurements	-	✓
InMS™ controllers	QTY	2
Analog inputs	QTY	8+8
Digital inputs	QTY	6+6
Digital outputs	QTY	6
Interface CAN bus	QTY	2
Isolation classes	-	Class I (GND)

Hybrid Energy Storage Solutions S.L.
Calle Arquitectura nº 1, Torre 6 Planta 1 Módulos 5-6-7
41015 Sevilla, España

hesstec.net

Optional items

The standard InMS uGrid Control Cabinet system can incorporate optional elements to add functionality.

Redundant InMS & Gridsentinels	In critical systems, it is possible to duplicate the main control and analog acquisition systems, ensuring that a failure in a control system does not result in a stoppage of the plant's operation.
Gridsentinels Voltage & Current	Up to 16 analog channels can be configured for voltage and current measurements. Voltage options: 240V 690V 1500V Current options: Closed loop Hall effect Open loop Hall effect 1A 5A
UPS	1000VA / 3000VA
HMI Touchscreen	10" touchscreen to display operation information (ask the Hesstec team about SCADA options)
4G Router	Additional 4G internet access
Firewall	Sonicwall firewall system
Firewall fiber optic adaptor	FC/ST/LC interface fiber port, support single/dual fiber transmission
GNSS NTP time server	GPS, Galileo, GLONASS, IP68
I/O signals expansor	Remote I/O systems from Phoenix Contact with IP20 are suitable for all common bus systems and networks. Acquire input and output signals directly in the control cabinet
Ethernet Switch	Various port configurations available: 10/100/1000Base-TX RJ45 ports / 100/1000Base-X SFP ports
SFP connectors	SC connector, multimode, 1310nm, 5km ST connector, multimode, 1310nm, 5km SC connector, singlemode, 1310nm, 40km ST connector, singlemode, 1310nm, 40km SC connector, singlemode, 1310nm, 60km SC connector, singlemode, 1550nm, 80km LC connector, multimode, 850nm, 550m LC connector, singlemode, 1310nm, 2km

Hybrid Energy Storage Solutions S.L.
Calle Arquitectura nº 1, Torre 6 Planta 1 Módulos 5-6-7
41015 Sevilla, España

InMS™ Control System

Embedded software platform that performs a real-time control and scheduled management of power systems, providing optimization of assets and energy storage technologies.

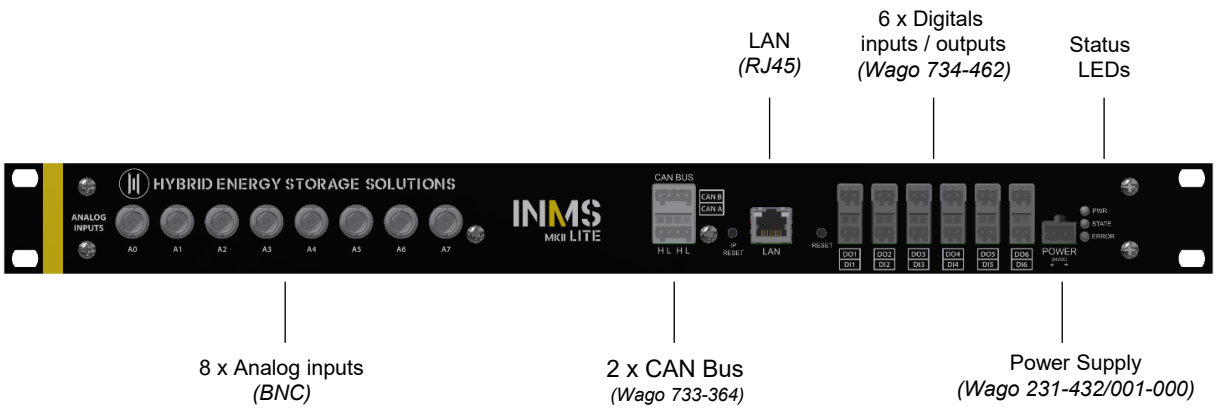
Compliant with IEC 62368-1:2018, IEC 61000-6-4:2018 and IEC 61000-6-2:2016.



Specifications:

Module	Device	Information
Dual Core Processors	ARM	NXP i.MX6 Quad ARM Cortex A9
		1.0 GHz L2 cache 1MB
		2 Gbyte onboard DDR3 memory
		Linux embedded
	DSP	TMS320F28335 Delfino Microcontroller
		32-Bit CPUs 150MHz
		On Chip Memory 68KByte RAM
		On Chip Memory 512KByte Flash
		IEEE 754 Single-Precision Floating-Point Unit (FPU)
		150 MIPS
		Watch dog timer
Communication Ports		ETHERNET - Modbus protocol
		2 x CAN Bus
Digital signals		6 x Isolated digital outputs
		6 x Isolated digital inputs
Analog signals		8 x analog inputs

Module Interface:



Hybrid Energy Storage Solutions S.L.
Calle Arquitectura nº 1, Torre 6 Planta 1 Módulos 5-6-7
41015 Sevilla, España

hesstec.net

Mechanical Specifications



Total cabinet dimensions	mm	2200(H) x 800(W) x 800(D)
Plinth dimensions	mm	100(H) x 800(W) x 800(D)
Weight	Kg	260
Cable entry	-	bottom entrance
Installation location	-	indoor
IP rating	-	20
Environmental conditions	-	20-95% RH @ 0- 40°C (non-condensing)

For further information request our User Manual or directly address your questions at **hardware@hesstec.net**

Datasheet version: v.0.4

Hybrid Energy Storage Solutions S.L.
Calle Arquitectura nº 1, Torre 6 Planta 1 Módulos 5-6-7
41015 Sevilla, España

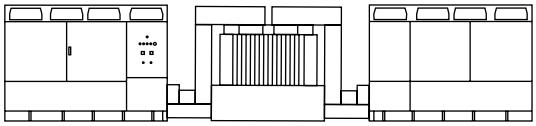
hesstec.net

Twin Skid Compact

Solución llave en mano.
Conexión fácil y rápida.
Diseño compacto que reduce los requisitos de espacio.



Twin Skid Compact



POTENCIA	Rango de potencia @ 40 °C	3050 kVA - 8780 kVA
	Rango de potencia @ 50 °C	2830 kVA - 8150 kVA
EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN	Rango de tensión MT	11 kV / 13,2 kV / 13,8 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34,5 kV
	Rango de tensión BT	480 V / 500 V / 530 V / 600 V / 615 V / 630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Refrigeración del transformador	ONAN / KNAN
	Grupo vectorial del transformador	Dy11y11
	Protección del transformador	Relé de protección para presión, temperatura (dos niveles) y gasificación
		Monitorización de la disminución del nivel dieléctrico
		PT100 opcional
	Grado de protección del transformador	IP54
	Pérdidas del transformador	Norma IEC o IEC Tier-2
	Cuba de retención de aceite	Acero galvanizado. Integrada con filtro de hidrocarburos. Opcional
	Configuración de las celdas [3]	Doble línea (2L)
	Protección de las celdas [3]	Interruptor automático (V)
	Corriente asignada de corta duración de las celdas [1]	16 kA 1 s (opcionalmente 20 kA o 25 kA)
	Clasificación IAC de las celdas [1]	A-FLR 16 kA 1 s
CONEXIONES	Conexiones BT-MT	Kit de integración (plug & play)
	Protección BT	Interruptor automático motorizado incluido en el inversor
	Cableado AC de HV	Puente MT entre transformador y celda de protección precableado
ENTORNO	Rango de temperatura ambiente [2]	-25 °C... +50 °C (reducción de potencia si T > 50 °C)
	Altitud máxima (sobre el nivel del mar) [1]	Hasta 1000 m
	Humedad relativa	4% a 95% sin condensación
SERVICIOS AUXILIARES	Armario de usuario	Integrado en el inversor (por defecto). Opcionalmente, en el armario BT en el skid
	Sistema SAI [1]	1 kVA / 1 kW (12 minutos). Opcional
OTROS EQUIPOS	Mecanismo de seguridad	Sistema de enclavamiento
	Sistema de extinción de incendios	Accesorio del tanque de retención de aceite del transformador. Opcional
NORMAS	Conformidad	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

NOTAS

[1] Consultar con Power Electronics para otras opciones.
[2] Para temperaturas más bajas, consultar con Power Electronics.
[3] Opción sin SF6 disponible.

POWER ELECTRONICS

ormazabal
velatia



Smart & digital grids

Green mobility

Sustainable buildings & infrastructures

Green generation & storage

CELDAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

cgmcosmos

Sistema modular y compacto con aislamiento integral en gas

Hasta 24 kV
Hasta 27 kV

Normas IEC
Normas ANSI / IEEE

ormazabal.com



La calidad de los productos diseñados, fabricados e instalados por Ormazabal está respaldada por la implantación y certificación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la norma internacional ISO 9001.
Nuestro compromiso con el entorno, se reafirma con la implantación y certificación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo a la norma internacional ISO 14001.

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.
Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, solo tienen validez previa confirmación de Ormazabal.

Índice

1. Introducción

Ormazabal p. 5
Beneficios de nuestras soluciones p. 6

2. Características generales de producto

Introducción p. 9
Estructura constructiva y componentes p. 10
Datos técnicos p. 12
Familia p. 13
Normativa y certificaciones p. 14
Aplicaciones especiales p. 15
- Outdoor p. 15
- HCR p. 15

Protección y automatización p. 16

3. Características técnicas

Funciones
- Línea p. 18
- Protección con fusible p. 20
- Protección de interruptor automático p. 24
- Interruptor automático pasante p. 26
- Alimentación de servicios auxiliares p. 28
- Remonte en barras p. 30
- Medida p. 32
- Medida con puesta a tierra p. 34
- Medida y servicios auxiliares p. 36
- Remonte de cables p. 38
- Dos funciones de línea p. 40
- Tres funciones de línea p. 42
- Protección con fusibles y dos de línea p. 44
- Protección con fusibles y tres de línea p. 46
- Dos protecciones con fusibles y dos líneas p. 48
- Protección con fusibles, línea y remonte en barras p. 50

Instalación y conexión p. 52

4. Servicios

Servicios Ormazabal p. 56

1. Introducción

Ormazabal p. 5
Beneficios de nuestras soluciones p. 6

Ormazabal

Somos una **compañía experta en soluciones eléctricas personalizadas y de alta tecnología, con más de 55 años de experiencia**.

Nuestras soluciones están orientadas a digitalizar la red eléctrica para integrar mayor generación de energía renovable, posibilitar una movilidad más sostenible y garantizar el suministro para edificios e infraestructuras con necesidades críticas de energía.

Nuestra apuesta permanente por la innovación tecnológica e industrial, nos ha permitido posicionar nuestra propia tecnología a nivel mundial y convertirnos en una empresa global. 16 plantas industriales y una red de filiales y distribuidores en todo el mundo nos ayudan a atender las necesidades de **nuestros clientes en más de 50 países**.

Contamos con un centro de investigación y tecnología único y un equipo de más de **2.400 profesionales altamente cualificados** con un propósito común: liderar la evolución tecnológica de las redes eléctricas para permitir una transición energética hacia un modelo sostenible.

Somos el origen de Velatia, un **grupo familiar, industrial y tecnológico de ámbito internacional,** integrado por empresas que ofrecen soluciones tecnológicas avanzadas en línea con el desarrollo de smart cities.

Velatia está presente en las redes eléctricas, ayudando al despliegue de las redes inteligentes. Acompaña a sus clientes en su proceso de transformación digital y aporta su conocimiento en sectores como la aeronáutica, los servicios energéticos, la ingeniería electromecánica o la fabricación de componentes electrónicos.





Beneficios de nuestras soluciones

Digitalización

Respondemos a los nuevos requisitos de las redes inteligentes con soluciones nativas digitales. Nuestros equipos incorporan la sensórica, electrónica y comunicaciones necesarias para asegurar la gestión óptima de la red:

- Mayor seguridad
- Continuidad de servicio
- Mayor eficiencia

2. Características generales de producto

Introducción p. 9
Estructura constructiva y componentes p. 10
Datos técnicos p. 12
Familia p. 13
Normativa y certificaciones p. 14
Aplicaciones especiales p. 15
  Outdoor p. 15
  HCR p. 15
Protección y automatización p. 16

Introducción a cgmcosmos



Las celdas **cgmcosmos**, de hasta **24 kV / 27 kV (IEC/IEEE)** de tensión asignada, cuentan con una amplia variedad de funciones, tanto modulares como compactas, que han sido diseñadas de acuerdo a las principales normativas internacionales.
El diseño de las celdas cgmcosmos incluye una cuba de gas de acero inoxidable sellada herméticamente durante toda la vida del producto.

Resistencia a arcos internos

Clasificación de arco interno IAC AFL(R) de hasta **25 kA - 1 s** que proporciona la máxima seguridad.



Extensibilidad

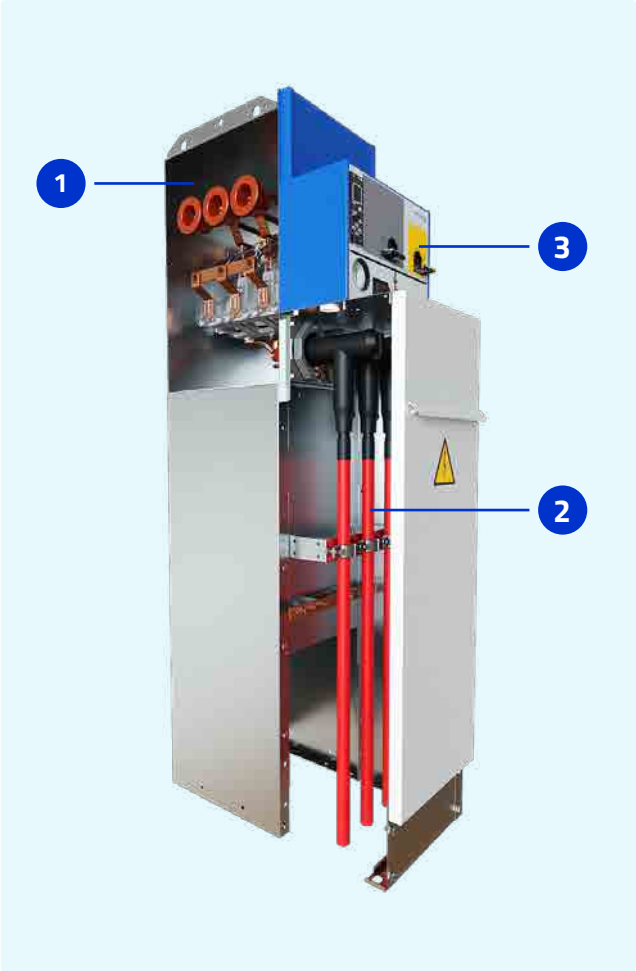
Las celdas cgmcosmos son opcionalmente **extensibles** por ambos lados. Nuestro conjunto de unión **ormalink** permite una unión sencilla que convierte a cgmcosmos en un sistema facilmente escalable.



Diseñadas para redes inteligentes

Ormazabal ofrece una solución completa con la integración de los sistemas de automatización, protección y sensórica ekorsys en las celdas cgmcosmos.

Estructura constructiva





1 Cuba de gas

La cuba, estanca y aislada con gas, contiene el embarrado, así como los dispositivos de corte y conexión.

2 Compartimento de cables

El compartimento de conexión de cables de entrada/salida de media tensión se encuentra en la parte inferior de la celda y se puede acceder a él retirando la tapa frontal.
En su interior encontraremos:

- Pasatapas
- Conectores y cables
- Soporte abrazadera cables
- Pletina horizontal de puesta a tierra

3 Compartimento de mando

Zona de maniobra para operaciones de conexión y desconexión en los circuitos de media tensión. Se incluyen:

- Mecanismo de maniobra
- Esquema unifilar e indicación de posición
- Indicador de tensión
- Relé de protección control y medida
- Manómetro

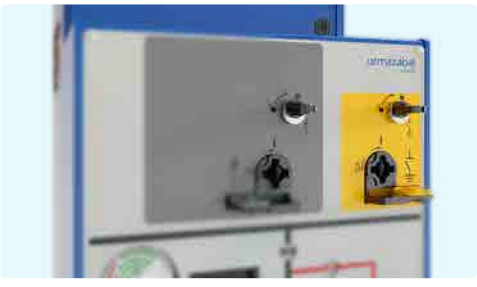
Opcionalmente se podrá añadir en la parte superior de este compartimento, un cajón de control para la instalación de relés de protección, así como dispositivos de medida y control.

Componentes





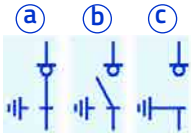




Interruptores

Interruptor-seccionador de 3 posiciones

Interruptor-seccionador con poder de corte en carga.



a. Cerrado
b. Seccionado
c. Puesto a tierra

Tipos:

B: mecanismo básico con accionamiento manual independiente

BM: mecanismo básico con accionamiento motorizado

BR/AR: mecanismo con funcionamiento manual y con retención a la apertura

ARM: mecanismo con funcionamiento motorizado y retención a la apertura

Interruptor automático

Interruptor automático con tecnología de corte en vacío. Configurable reenganche y endurancia mecánica M1/M2 según IEC 62271-100.

Tipos:

AV: interruptor automático

AVM: interruptor automático motorizado

RAV: interruptor automático con reenganche

RAVM: interruptor automático con reenganche motorizado

Enclavamientos

Enclavamientos mecánicos y eléctricos que garantizan un funcionamiento óptimo del equipo y de todos sus elementos.

- Impiden el cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra de forma simultánea.
- Permiten la apertura segura de la tapa de acceso al compartimento de cables.

Características técnicas

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12	24[1]	15,5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada	Ir					
Barras e interconexión de celdas		[A]	400/630		600	
Línea Bajante de transformador		[A] [A]	400/630 200		600 200	
Corriente de corta duración admisible						
Con t_k = (x) s	Ik	[kA]	16/20[2]-(1/3 s) / 25-(1 s)		20[2]-(1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	40/52[2]/62,5	40/52[2]/62,5	52[2]/62,5	
Nivel de aislamiento asignado						
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial [1 min]	Ud	[kV]	28/32	50/60	35/60	
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	Up	[kV]	75/85	125/145	95/125	
Clasificación de arco interno conforme a IEC 62271-200	IAC		AF/AFL 16 kA-1s / $20_{2)}$ kA-1s / 25 kA-1s | AFL[R] $20_{2)}$ kA-1s		$AFL_{3)}$ 16 kA-1s / $20_{2)}$ kA 1s / 25 kA-1 s	
Grado de protección: Cuba de gas			IPX8			
Grado de protección: Envolvente externa			IP 2XD			
Color del equipo		RAL	Gris 7035 / Azul 5005			
Categoría de pérdida de continuidad de servicio		LSC	LSC2			
Clase de compartimentación			PM			

1) Para celda de medida con seccionador de puesta a tierra hasta 17,5 kV 2) Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA (50 Hz) - 54,6 kA (60 Hz)
3) Equivalente a IEEE C37.20.7 para 1D-S

Mecanismo de maniobra		Interruptor seccionador de tres posiciones					Interruptor automático de corte en vacío			
		B	**BM[1]**	**BR**	**AR**	**ARM**	**AV**	**AMV**	**RAV**	**RAMV**
Circuitos auxiliares										
Aislamiento interno	[kV]	2	2	10	10	2				
Bobina de disparo										
Tensión asignada	[V]	-	-	$24_{2)}$/48/$110_{2)}$ V_{cc} | 230 V_{ca}			24/48/60/110/220 V_{cc} | 110/230 V_{ca}			
Consumo máx.	[W]	-	-	80			56			
Motorizaciones										
Tensión asignada	[V]	-	3)	-	-	3)	-	4)	-	4)
Tiempo de maniobra del motor	[s]	-	< 7	-	-	< 7	-	< 15	-	< 15
Corriente asignada	[A]	-	< 4	-	-	< 4	-	-	-	-
Corriente de cresta	[A]	-	< $12_{5)}$	-	-	<12	-	< 8	-	< 8
Contactos de señalización										
Interruptor | Puesta a tierra		6)	2NA + 2NC | 1NA + 1NC				2NA + 2NC | 1NA + 1NC			
Interruptor automático			n/a				9 NA + 9 NC			
Tensión asignada	[V]		250				250			
Corriente asignada	[A]		16				10			

1) Consultar disponibilidad para Ik = 25 kA 2) Consultar disponibilidad para ARM 3) 24/48/110/125 Vcc \| 220 Vca
4) 24/48/60/110/220 Vcc \| 110/230 Vca 5) 21 A (24 Vcc) 6) Opcional 2NA + 2NC \| 1NA + 1NC

Condiciones del servicio conformes a las condiciones de servicio normal de IEC 62271-1	IEC	ANSI/IEEE
Tipo de aparamenta	Interior	
Temperatura ambiente		
Mínima | Máxima	-5/-15/-30 °C* | + 40 °C**	23/5/- 22 °F* | 104 °F**
Temperatura ambiente media máxima, medida en un período de 24 h	+35 °C	95 °F
Temperatura mínima de almacenamiento	-40 °C	-40 °F
Humedad relativa		
Humedad relativa media máxima, medida en un periodo de 24 h | 1 mes	< 95 % | < 90 %	
Presión de vapor		
Presión de vapor media máxima, medida en un periodo de 24 h | 1 mes	22 hPa | 18 hPa	
Altitud máxima sobre el nivel del mar	2000 m**	6500 feet**
Radiación solar	Despreciable	
Contaminación del aire (polvo, humo, gases corrosivos y/o inflamables, vapores o sal)	No significativa	
Vibraciones provocadas por causas ajenas a la aparamenta o los terremotos	Despreciable**	

* Consultar disponibilidad y otros valores ** Si existen altitudes o condiciones especiales, consultar con Ormazabal

Funciones del sistema cgmcosmos

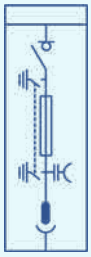
Celdas modulares

l



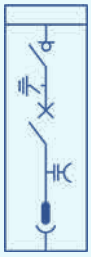
Función de línea

p



Función de protección con fusibles

v



Función de protección con interruptor automático

s



Función de interruptor pasante

a



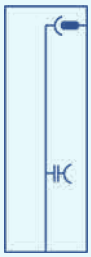
Alimentación de servicios auxiliares

rb



Función de remonte de barras

rc



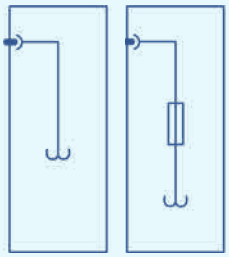
Función de remonte de cables

m



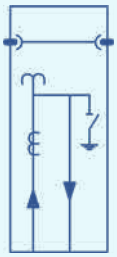
Función de medida

ma



Función de medida y servicios auxiliares

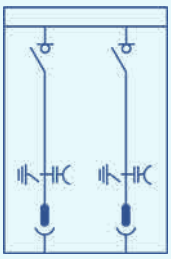
m-pt



Función de medida con seccionador de puesta a tierra

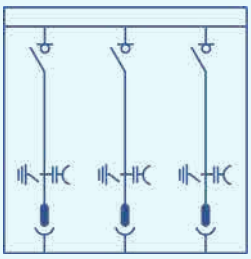
Celdas compactas

2l



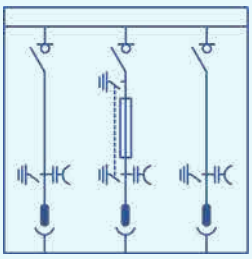
Funciones de doble línea

3l



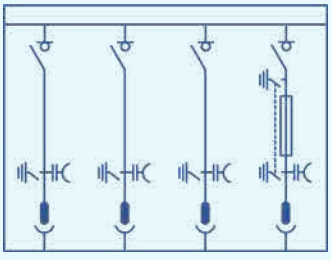
Funciones de triple línea

2lp



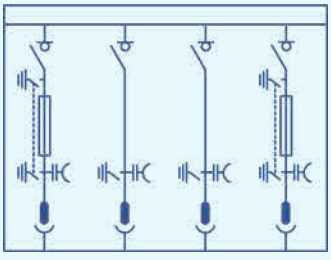
Funciones de protección con fusibles y doble línea

3lp



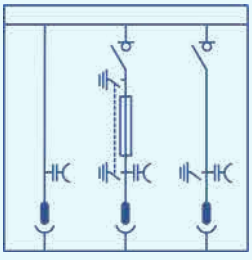
Funciones de protección de fusibles y triple línea

2l2p



Funciones de doble protección con fusibles y doble línea

rlp



Funciones de protección con fusibles, línea y remonte de barras

Normativa

Las celdas cgmcosmos han sido diseñadas y certificadas de acuerdo a la siguiente normativa internacional:

Normas eléctricas aplicables	
IEC	
IEC 62271-1	Estipulaciones comunes para la aparamenta de alta tensión
IEC 62271-200	Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
IEC 62271-103	Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV
IEC 62271-102	Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna
IEC 62271-105	Combinaciones interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión
IEC 62271-100	Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión
IEC 60255	Relés eléctricos
IEC 60529	Grados de protección para envolventes
IEC 62271-206	Sistemas indicadores de presencia de tensión (vpis)
IEC 61243-5	Sistemas de detección de tensión (vds)
IEEE/ANSI	
IEEE C37.74	Requisitos de la norma IEEE para aparamenta con interruptor en carga y con interruptor en carga con fusibles semienterrada, subterránea y bajo poste para sistemas de corriente alterna de hasta 38 kV
IEEE C37.20.3	Norma IEEE para aparamenta de interruptor bajo envolvente metálica
IEEE 1247	Norma de interruptores para corriente alterna en el rango por encima de 1000 voltios
IEEE C37.123	Guía IEEE de especificaciones para equipos de subestaciones de energía eléctrica, aislados en gas
IEEE C37.20.4	Norma IEEE para interruptores CA en interiores (1 kV – 38 kV) para utilización en aparamenta bajo envolvente metálica
IEEE C37.04	Estructura de valores asignados de la norma IEEE para interruptores automáticos de alta tensión CA
IEEE C37.06	Interruptores automáticos de alto voltaje de CA clasificados sobre la base de una corriente simétrica: clasificaciones recomendadas y capacidades necesarias relacionadas
IEEE C37.09	Procedimiento de ensayos de la norma IEEE para interruptores automáticos de alta tensión CA con valores asignados en base a una corriente simétrica
IEEE C37.20.7	Guía IEEE para ensayos de arco interno en aparamenta de media tensión bajo envolvente metálica.
IEEE C37.20.9	Norma de aparamenta bajo envolvente metálica de 1 kV a 52 kV con sistema de aislamiento de gas.

(*) Consultar opciones y disponibilidad para otras normativas: SANS, HN, GB, SDMS...

Aplicaciones especiales



Outdoor

Las celdas de exterior cgmcosmos están diseñadas para ser instaladas a la intemperie, en condiciones de servicio, con polución, condensación y radiación solar, entre otras, definidas en las condiciones normales de servicio de exterior, según IEC 62271-1 o IEEE C37.20.9.

Se presentan dos opciones de salida de gases:

- Salida de gases a foso
- Salida de gases hacia arriba

Clasificación de arco interno hasta **IAC AFLR 25 kA - 1s**, según IEC 62271-200.

Características Outdoor	
Grado de protección	IP54*
Proteccion contra impactos	IK10
Categoria de corrosión	C5H

** Para otras opciones, consultar con Ormazabal.*



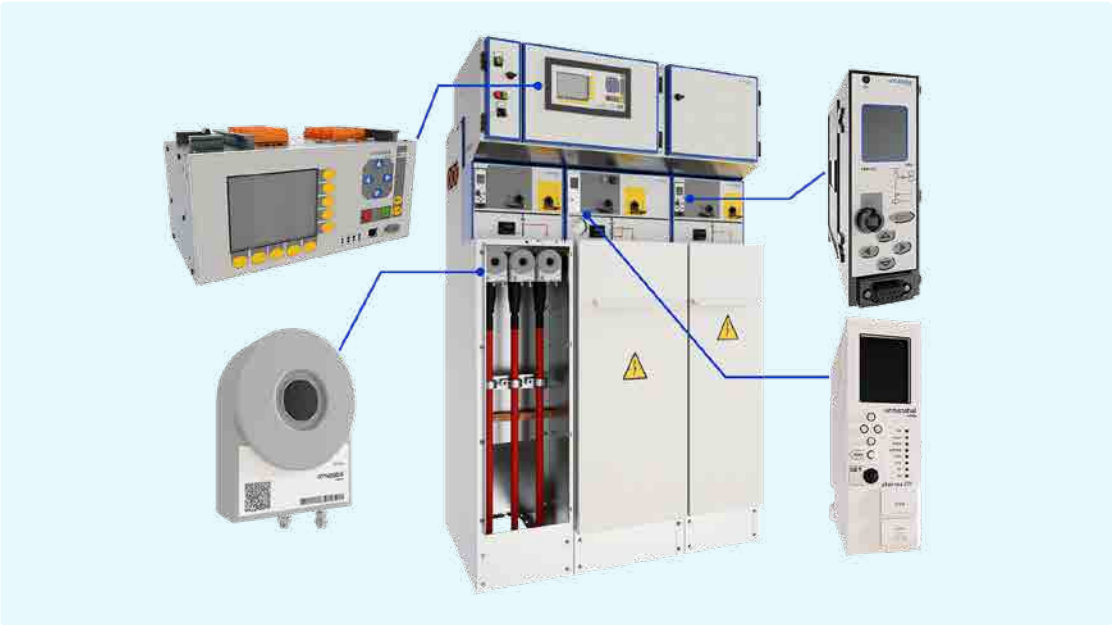
High Corrosion Resistant (HCR)

Las celdas HCR, alta resistencia a la corrosión, han sido diseñadas para condiciones ambientales adversas y se recomienda su instalación en aplicaciones indoor con condiciones ambientales fuera de lo estandar como instalaciones offshore, instalaciones próximas a la costa, instalaciones ubicadas en climas tropicales o entornos industriales con alta polución.

Ormazabal ha desarrollado un procedimiento de ensayos propio, que garantiza una categoria de corrosión **C5-M**, durabilidad "**Alta**", según la norma ISO 12944-2, y "**Nivel 6**" de salinidad, según la norma IEC 60068-2-52.

Proteccion y automatización

Amplio rango de equipos de la familia **ekorsys** integrados y asociados a celdas cgmcosmos con funciones de protección, control y automatización para dar respuesta a las necesidades de la red eléctrica.



Unidades de detección de tensión

Sistema de detección de presencia/ausencia de tensión con opción de incorporar salidas de alta frecuencia para medida de señales asociadas a descargas parciales.

Unidades de protección, control y medida

Protecciones de tipo multifunción, incluyendo control y medida (con opción de autoalimentación).

Sensores de tensión e intensidad

Sensores de intensidad toroidales y sensores de tensión de tipo capacitivo y resistivo para protección y monitorización.

Unidades de control y automatización para media tensión

Telecontrol y automatización de la red de media tensión.

Software

Herramientas de configuración para las unidades de protección, control y medida de la familia ekorsys.

3. Características y configuración de las funciones

Funciones

- Línea p. 18
- Protección con fusible p. 20
- Protección de interruptor automático con mecanismo de maniobra (R) AV/AMV p. 24
- Protección de interruptor automático pasante p. 26
- Alimentación de servicios auxiliares p. 28
- Remonte en barras p. 30
- Medida p. 32
- Medida con puesta a tierra p. 34
- Medida y servicios auxiliares p. 36
- Remonte de cables p. 38
- Dos funciones de línea p. 40
- Tres funciones de línea p. 42
- Protección con fusibles y dos de línea p. 44
- Protección con fusibles y tres de línea p. 46
- Dos protecciones con fusibles y dos líneas p. 48
- Protección con fusibles, línea y remonte en barras p. 50
- Instalación y conexión p. 52

cgmcosmos-l



Función de línea

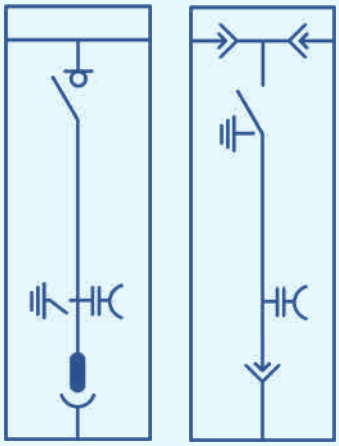
Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra.

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	U_r	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada (embarrado y línea)	I_r	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	U^d	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	U^d	[kV]	32	60	38,5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	U^p	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	U^p	[kV]	85	145	104,5	137,5
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/20** kA 1 s/ 25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/ 20** kA 1 s/25 kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	48 kV sin dispositivo de comprobación de cable 50 kV con dispositivo de comprobación de cable		53	78
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor t^k = (x) s	I^k	[kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I^P	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
Poder de corte de corriente principalmente activa	I^1	[A]	400/630		600	
Poder de corte - carga de cable / carga de línea	I^{4a}	[A]	50/1,5		15	
Poder de corte bucle cerrado	I^{2a}	[A]	400/630		600	
Poder de corte de falta a tierra	I^{6a}	[A]	300		n/a	
Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra	I^{6b}	[A]	100		n/a	
Corriente de conmutación de magnetización del transformador		[A]	21		21	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I^{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
Categoría del interruptor						
Endurancia mecánica			1000-M1/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E3		3	
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)						
Valor t^k = (x) s	I^k	[kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I^P	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I^{ma}	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65		50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
Categoría del seccionador de puesta a tierra:						
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2		3	

* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA
*** Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

Dimensiones

90/100 kg
198/220 Lb



IEC ANSI/IEEE



Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR
- ○ 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s ○ 25 kA 1 s

Arco interno: cuba
- ○ 16 kA 0,5 s ○ 20 kA 0,5 s
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s ○ 25 kA 1 s

Altura de celda

- ◉ 1740 mm
- ○ 1450 mm
  (con dispositivo de comprobación de cable)
- ○ 1300 mm

Cuba de gas

Indicador de presión del gas:
- ◉ Manómetro sin contacto
- ○ Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:
- ◉ Pasatapas de cable

Extensibilidad:
- ◉ A ambos lados
- ○ A la izquierda / derecha ciega
- ○ A la derecha / izquierda ciega

Tipo de conexión lateral:

Tulipa
- ○ Derecha ○ Izquierda ◉ Ambas

Pasatapas
- ○ Derecha ○ Izquierda ○ Ambas

Mecanismos de maniobra

- ◉ Palancas de accionamiento
- ◉ Mecanismo manual tipo B
- ○ Mecanismo motorizado tipo BM

Enclavamientos adicionales:
- ○ Enclavamientos eléctricos
- ○ Enclavamientos con cerradura
- ○ Candados

Indicadores

- ◉ Alarma sonora ekor.sas
- ◉ Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- ○ Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds
- ○ Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)

Conducto de expansión de gases

- ○ Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

cgmcosmos-p



Función de protección con fusible

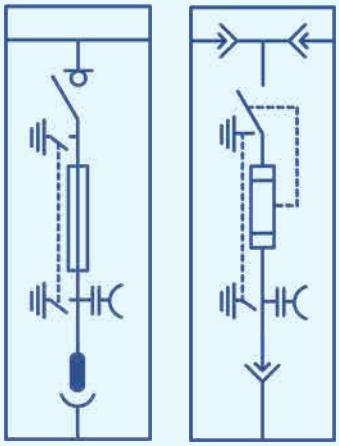
Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630		600	
Bajante de transformador	Ir	[A]	200		200	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	Ud	[kV]	32	60	38,5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up	[kV]	85	145	104,5	137,5
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/ 20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s		AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/ 20** KA 1 s/25 kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	n/a		53	78
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor t_k = (x) s	Ik	[kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65	
Poder de corte de corriente principalmente activa	I1	[A]	200		200	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65	
Categoría del interruptor						
Endurancia mecánica			1000-M1/2000/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E3		3	
Interruptor-relé combinado (ekor.rpt) corriente de intersección						
I_{max} de corte según TDito IEC 62271-105		[A]	1700	1300	n/a	n/a
Corriente de transferencia combinado interruptor-fusible						
I_{max} de corte según TDItransfer IEC 62271-105		[A]	2300	1600	n/a	n/a
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)						
Valor t_k = (x) s	Ik	[kA]	1 (1/3 s)/3 (1 s)		1 (1/3 s)/3 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8		50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8		50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
Categoría del seccionador de puesta a tierra:						
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2		3	

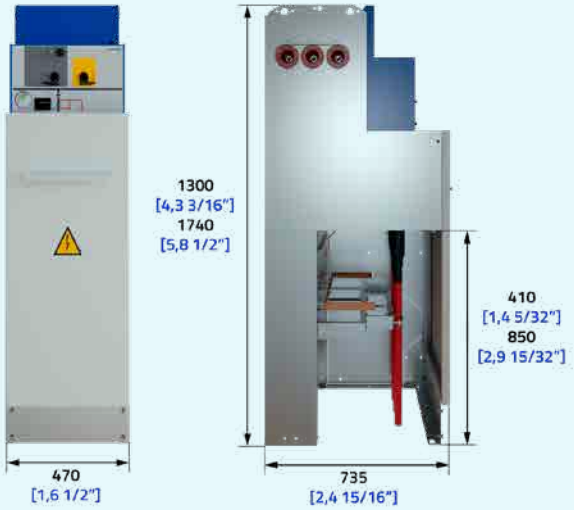
* También disponible con U_r = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA
*** Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

Dimensiones

140/150 kg
309/331 Lb



IEC ANSI/IEEE



Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR
- ○ 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s
- ○ 25 kA 1 s

Arco interno: cuba
- ○ 16 kA 0,5 s ○ 20 kA 0,5 s
- ○ 16 kA 0.5 s ○ 20 kA 0.5 s
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s ○ 25 kA 1 s

Altura de celda:

- ◉ 1740 mm
- ○ 1300 mm

Cuba de gas

Indicador de presión del gas:
- ◉ Manómetro sin contactos
- ○ Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:
- ◉ Pasatapas de cable

Extensibilidad:
- ◉ A ambos lados
- ○ A la izquierda / derecha ciega
- ○ A la derecha / izquierda ciega

Tipo de conexión lateral:

Tulipa
- ○ Derecha ○ Izquierda ◉ Ambas

Pasatapas
- ○ Derecha ○ Izquierda ○ Ambas

Compartimento de fusibles

Disparo del fusible:
- ◉ Mediante fusibles combinados
- ○ Mediante fusibles asociados

Portafusibles:
- ◉ 24 kV
- ○ 12 kV

Mecanismos de maniobra

- ◉ Palancas de accionamiento
- ◉ Mecanismo manual tipo BR
- ○ Mecanismo manual tipo AR
- ○ Mecanismo motorizado tipo ARM
- ◉ Bobina de disparo

Enclavamientos adicionales:
- ○ Enclavamientos eléctricos
- ○ Enclavamientos con cerradura
- ○ Candados

Indicadores

- ○ Alarma sonora ekor.sas
- ◉ Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor. vpis
- ○ Indicador capacitivo de presencia/ ausencia de tensión ekor.ivds
- ○ Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)

Conducto de expansión de gases

- ○ Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

Compartimento de fusibles

Características

- Portafusibles horizontales
- Acceso frontal
- Compartimentos independientes de fase
- Protegidos dentro de la cuba de gas
- Aislamiento y estanqueidad frente a agentes externos (contaminación, cambios de temperatura, condiciones meteorológicas adversas, incluidas inundaciones
- Enclavamientos internos para un acceso seguro al área del portafusibles

Tipo de protección

Conforme a la norma IEC 62271-105, la relación interruptor - fusible puede ser del tipo "asociado" o "combinado".

La opción de interruptor - fusible combinado permite la apertura del interruptor-seccionador causada por una señal externa como, por ejemplo, la enviada por el termostato del transformador en caso de sobrecalentamiento.

El disparo de cualquiera de los fusibles se indica en el sinóptico frontal de la celda.

Selección de fusibles HHD según normas IEC

U_r Red [kV]	U_r Fusible [kV]	Potencia asignada del transformador sin sobrecarga [kVA]																
		25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
		Intensidad asignada del fusible (IEC 60282-1) [A]																
10	6/12	**6,3**	**10**	**16**	**16**	**20**	**20**	**25**	**31,5**	**40**	**50**	**63**	**63**	**80**	**100**	**160**	200	-
13,5	10/24	6,3	6,3	10	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	-	-
15	10/24	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	80	80	-	-
20	10/24	6,3	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63	80	125

Selección de fusibles según las normas IEEE

U_r Red [kV]	U_r Fusible [kV]	Potencia asignada del transformador sin sobrecarga [kVA]																
		25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
		Intensidad asignada del fusible [A]																
7,2	6/12	**6,3**	**16**	**16**	**20**	**20**	**25**	**40**	**40**	**50**	**63**	**80**	**100**	**160**	200	250	-	-
12,5	10/24	6,3	6,3	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	80	80	125	-	-
13,2	10/24	6,3	6,3	10	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	-	-
14,4	10/24	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	80	-	-
25	10/24	6,3	6,3	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	50	80	80

- longitud del fusible: 292 mm (11 1/2")
- longitud del fusible: 442 mm (1' 5 13/32")





Consideraciones

- Fusibles HRC recomendados: marca SIBA con percutor tipo medio, según IEC 60282-1 (fusibles de bajas pérdidas)
- El conjunto interruptor-fusibles ha sido ensayado a calentamiento en las condiciones normales de servicio según IEC 62271-1
- Existe un carro portafusible adaptado a la medida de los fusibles de 6/12 kV de 292 mm (11 1/2")
- En caso de fusión de alguno de los fusibles, se recomienda el cambio de las tres unidades (de acuerdo con IEC 60282-1)
- Para condiciones de sobrecarga del transformador o la utilización de otras marcas de fusibles, consultar con Ormazabal

cgmcosmos-v



Protección de interruptor automático

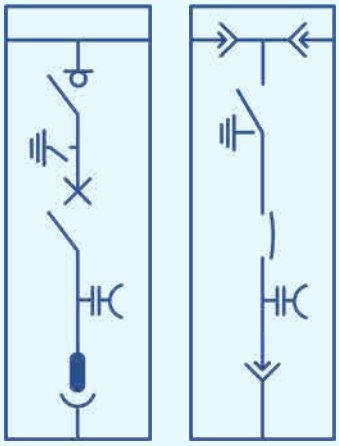
Celda modular de protección mediante interruptor automático, equipado con un interruptor automático de corte en vacío en serie con un interruptor-seccionador de tres posiciones.

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630		600	
Línea	Ir	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	Ud	[kV]	38	60	38,5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up	[kV]	85	145	104,5	137,5
Clasificación arco interno		IAC	AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R**] 20 kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R**] 20 kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	48		53	78
Interruptor automático			IEC 62271-100		IEEEC37.20.3	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Poder asignado de corte y de cierre						
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I1	[A]	400/630		600	
Poder de corte en cortocircuito	Isc	[kA]	16/20*/25		20/25	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Poder de corriente capacitiva (50 Hz). Carga de cable		[A]	31.5		31.5	
Secuencia de maniobras nominales						
Sin reenganche automático rápido			CO-15 s-CO O-3 min-CO-3 min-CO		CO-15 s-CO O-3 min-CO-3 min-CO	
Con reenganche automático rápido			O-0.3 s-CO-15 s-CO O-0.3 s-CO-3 min-CO		O-0.3 s-CO-15 s-CO O-0.3 s-CO-3 min-CO	
Categoría del interruptor automático						
Endurancia mecánica (clase de maniobra)			10000-M2 / 2000-M1		10000-M2 / 2000-M1	
Endurancia eléctrica (clase)			E2-C2		E2-C2	
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I1	[A]	400/630		600	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Categoría del interruptor seccionador						
Endurancia mecánica			1000-M1 / 5000-M2		1000 / 5000	
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)						
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 40/50*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Categoría del seccionador de puesta a tierra:						
Endurancia mecánica			2000-M1		2000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2		3	

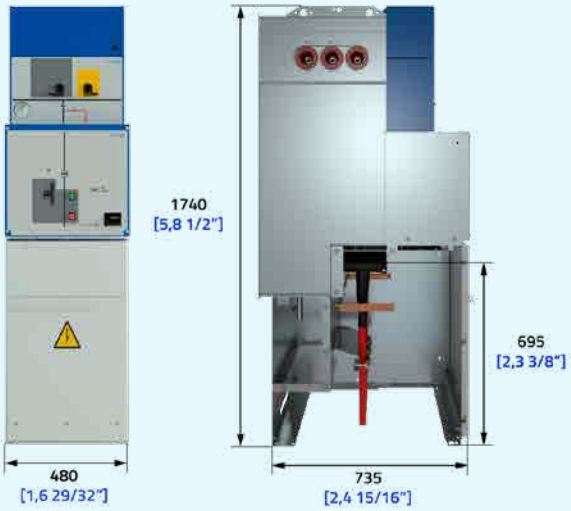
* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA ** Con escape de gas hacia arriba a través de un conducto *** Para conmutación de carga de cable y baterías de condensadores

Dimensiones

240 kg
529 Lb



IEC IEC



Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR
- ○ 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s
- ○ 25 kA 1 s

Altura de celda

- ○ 1740 mm

Cuba de gas

Indicador de presión del gas:
- ○ Manómetro sin contactos
- ○ Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:
- ○ Pasatapas de cable

Extensibilidad:
- ○ A ambos lados
- ○ A la izquierda / derecha ciega
- ○ A la derecha / izquierda ciega

Tipo de conexión lateral:

Tulipa
- ○ Derecha ○ Izquierda ◉ Ambas

Pasatapas
- ○ Derecha ○ Izquierda ○ Ambas

Mecanismos de maniobra

- ○ Palancas de accionamiento
- ○ Mecanismo de interruptor tipo B
- ○ Mecanismo motorizado tipo BM
- ○ Mecanismo manual tipo AV
- ○ Mecanismo manual tipo RAV con reenganche
- ○ Mecanismo motorizado tipo AVM
- ○ Mecanismo motorizado tipo RAVM con reenganche
- ○ Bobina de disparo
- ○ Bobina biestable
- ○ 2.ª bobina de disparo
- ○ Bobina de cierre

Enclavamientos adicionales:
- ○ Enclavamientos eléctricos
- ○ Enclavamientos con cerradura
- ○ Candados

Indicadores

- ○ Alarma sonora ekor.sas
- ○ Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- ○ Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds
- ○ Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)

Conducto de expansión de gases

- ○ Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

cgmcosmos-s



Función de interruptor pasante

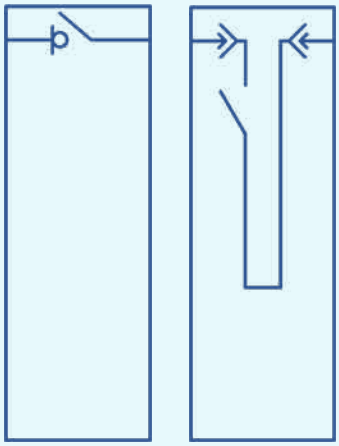
Celda modular de interruptor de embarrado, equipado con un interruptor-seccionador de dos posiciones (cerrado y abierto). Opcional con seccionador de puesta a tierra (s-pt).

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630		600	
Línea	Ir	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	Ud	[kV]	32	60	38,5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up	[kV]	85	145	104,5	137,5
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	n/a		53	78
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16 (1/3 s)/20** (1 s)		20** (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	40/52**	40/52**	52**	
Poder de corte de corriente principalmente activa	I1	[A]	400/630		600	
Poder de corte - carga de cable / poder de corte carga de líne	I4a	[A]	50/1,5		15	
Poder corte asignado de bucle cerrado asignado	I2a	[A]	400/630		600	
Poder de corte de falta a tierra	I6a	[A]	300		n/a	
Corriente de conmutación de magnetización del transformador		[A]	21		21	
Poder de corte de cable y línea en vacío en condiciones de falta a tierra	I6b	[A]	100		n/a	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	40/52**	40/52**	52**	
Categoría del interruptor						
Endurancia mecánica			1000-M1/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E3		3	
Seccionador de puesta a tierra [opcional]			IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)						
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16 (1/3 s)/20** (1 s)		20**	
Valor de pico	Ip	[kA]	40/52**	40/52**	52**	
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	Ima	[kA]	40/52**	40/52**	52**	
Categoría del seccionador de puesta a tierra						
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2		3	

* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA.

Dimensiones

110/115 kg
243/253 Lb



IEC ANSI/IEEE



Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AF/AFL

○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s

Cuba arco interno

○ 16 kA 0,5 s ○ 20 kA 0,5 s

Altura de celda

○ 1300 mm

◉ 1740 mm

Cuba de gas

Indicador de presión del gas:

◉ Manómetro sin contactos

○ Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión lateral:

◉ Extensibilidad a ambos lados

Tipo de conexión lateral:

Tulipa

○ Derecha ○ Izquierda ◉ Ambas

Pasatapas

○ Derecha ○ Izquierda ○ Ambas

Puesta a tierra:

○ Con seccionador de puesta a tierra en el lado izquierdo. tipo s-pti*

○ Con seccionador de puesta a tierra en el lado derecho s-ptd

Mecanismos de maniobra

◉ Palancas de accionamiento

◉ Mecanismo manual tipo B

○ Mecanismo motorizado tipo BM

Enclavamientos adicionales:

○ Enclavamientos eléctricos

○ Enclavamientos con cerradura

○ Candados

Indicadores

○ Alarma sonora ekor.sas

○ Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis (con puesta a tierra)

○ Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds (con puesta a tierra)

Conducto de expansión de gases

○ Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.
** Opción únicamente disponible con mando manual.*

cgmcosmos-a



Función de alimentación de servicios auxiliares

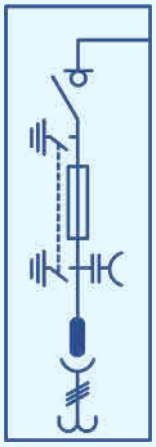
Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60	
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630	
Bajante de transformador	Ir	[A]	200	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50
A través de la distancia de seccionamiento	Ud	[kV]	32	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up	[kV]	85	145
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 0,5 s (servicios auxiliares) 20** kA 1 s (medida tensión embarrado)	
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)				
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5# 60 Hz: 41,6/52**/65#	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Poder de corte de corriente principalmente activa	I1	[A]	200	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5# 60 Hz: 41,6/52**/65#	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
Categoría del interruptor				
Endurancia mecánica			1000-M1	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E3	
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)				
Valor tk = 1 s o 3 s	Ik	[kA]	1/3	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	
Categoría del seccionador de puesta a tierra				
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2	

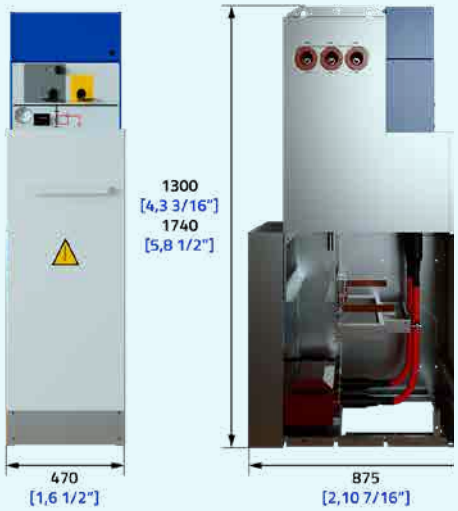
* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA
# Valor solo válido para tk = 1 s

Dimensiones

140/150 kg
309/331 Lb



IEC



Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AFL
○ 16 kA 0,5 s ○ 20 kA 1 s
Arco interno: cuba
○ 16 kA 0,5 s ○ 20 kA 0,5 s
○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s ○ 25 kA 1 s

Altura de celda

◉ 1740 mm
(medida de tensión de embarrado o suministro de servicios auxiliares)
○ 1300 mm
(suministro de servicios auxiliares)

Cuba de gas

Indicador de presión del gas:
◉ Manómetro sin contactos
○ Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Extensibilidad:
◉ A la izquierda / derecha ciega
○ A la derecha / izquierda ciega

Tipo de conexión lateral:
Tulipa
○ Derecha ○ Izquierda
Pasatapas
○ Derecho ○ Izquierdo

Disparo del fusible:
◉ Mediante fusibles combinados

Portafusibles:
○ 24 kV
○ 12 kV

Mecanismos de maniobra

◉ Palancas de accionamiento
◉ Mecanismo manual tipo BR
◉ Mecanismo manual tipo AR
◉ Bobina de disparo

Enclavamientos adicionales:
○ Enclavamientos eléctricos
○ Enclavamientos con cerradura
○ Candados

Indicadores

◉ Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
○ Indicador capacitivo de presencia/ ausencia de tensión ekor.ivds
○ Otros indicadores capacitivos de tensión

Conducto de expansión de gases

○ Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

cgmcosmos-rb



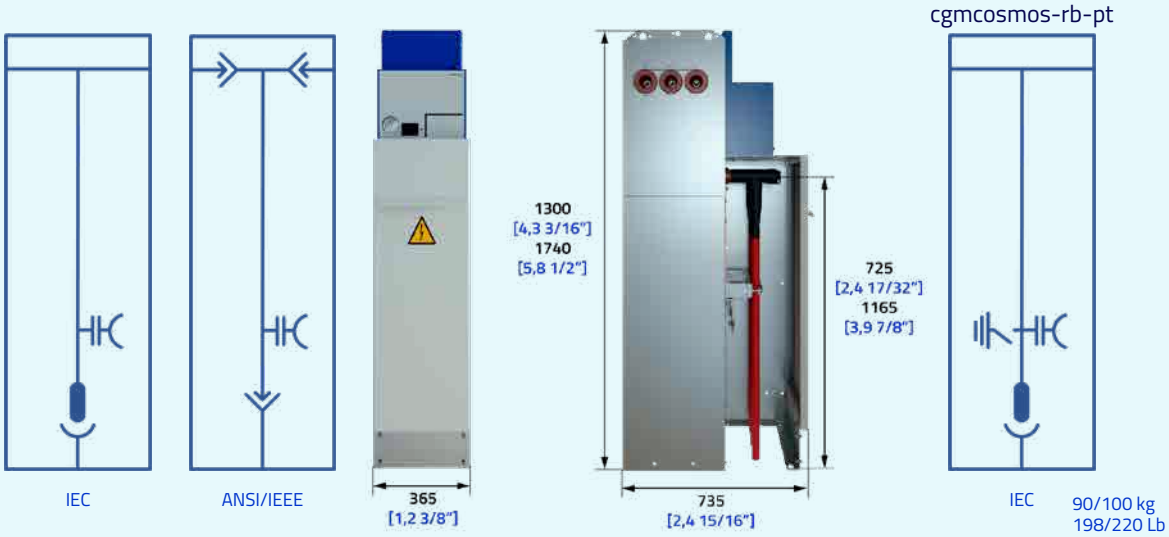
Función de remonte de barras

Celda modular con aislamiento en gas y remonte de barras.
Seccionador de puesta a tierra opcional (rb-pt).

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630		600	
Línea	Ir	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50	35	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125	95	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 16 kA 1 s/20 kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s	
Seccionador de puesta a tierra [opcional]			**IEC 62271-102**		**IEEE C37.74**	
Corriente soportada nominal de corta duración						
Valor tk = 1 s	Ik	[kA]	16/20**/25	16/20**/25	20**/25	
Valor de pico	Ip	[kA]	40/52**/62,5	40/52**/62,5	52**/62,5	
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	Ima	[kA]	40/52**/62,5	40/52**/62,5	52**/62,5	
Categoría del seccionador de puesta a tierra						
Endurancia mecánica			1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E2		3	

* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA
*** Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

Dimensiones



Opciones

cgmcosmos-rb-pt

90/100 kg
198/220 Lb

Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR
- ○ 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s
- ○ 25 kA 1 s

Arco interno: cuba
- ○ 16 kA 0,5 s ○ 20 kA 0,5 s
- ○ 16 kA 1 s ○ 20 kA 1 s
- ○ 25 kA 1 s

Altura de celda

- ◉ 1740 mm
- ○ 1300 mm

Cuba de gas

Indicador de presión del gas:
- ◉ Manómetro sin contactos
- ○ Manómetro con contactos y compensación de temperatura

Conexión frontal:
- ◉ Pasatapas de cable

Extensibilidad:
- ◉ A ambos lados: rba
- ○ A la derecha / izquierda ciega: rba

Tipo de conexión lateral:

Tulipa
- ○ Derecha ○ Izquierda ◉ Ambas

Pasatapas
- ○ Derecha ○ Izquierda ○ Ambas

Puesta a tierra:
- ○ Con seccionador de puesta a tierra

Mecanismos de maniobra

- ◉ Mecanismo manual tipo B
- ○ Mecanismo motorizado tipo BM

Enclavamientos adicionales:
- ○ Enclavamientos eléctricos
- ○ Enclavamientos con cerradura
- ○ Candados

Indicadores

- ○ Alarma sonora ekor.sas
- ◉ Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis (con puesta a tierra)
- ○ Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión ekor.ivds (con puesta a tierra)
- ○ Otros indicadores capacitivos de tensión

Conducto de expansión de gases

- ○ Conducto posterior

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

cgmcosmos-m



Función de medida

Celda modular de medida con aislamiento en aire.

Aplicaciones

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630	400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 20** kA 0,5 s/20** kA 1 s	
Corriente admisible asignada de corta duración Valor t_k = (x) s	Ir	[kA]	16/20** (1/3 s) / 25 (3 s)	

* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda ** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA

Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

○ IAC AFL 20 kA 0,5 s
○ IAC AFL 20 kA 1 s

Conexiones de barras

◉ Conexión superior rígida no apantallada
◉ Conexión inferior rígida no apantallada

Transformadores de medida

◉ Transformadores de corriente instalados (3 TI)
◉ Transformadores de tensión instalados (3 TT)
○ Sin transformadores

Indicadores

○ Indicador capacitivo de tensión ekor.vips
○ Indicador capacitivo de tensión ekor.ivds

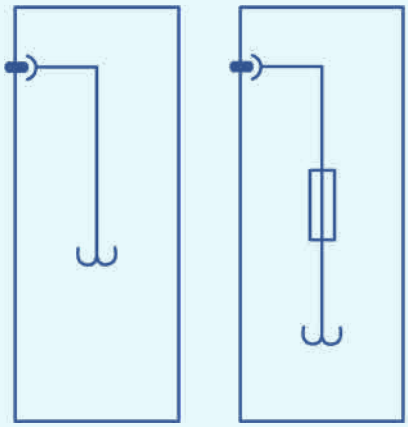
Elementos opcionales

○ Resistencia de caldeo
○ Malla de protección
○ Cerraduras / enclavamientos

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

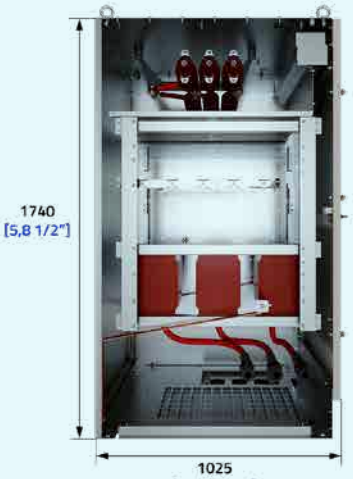
Dimensiones

165* kg
363* Lb
(*) Envolvente vacía



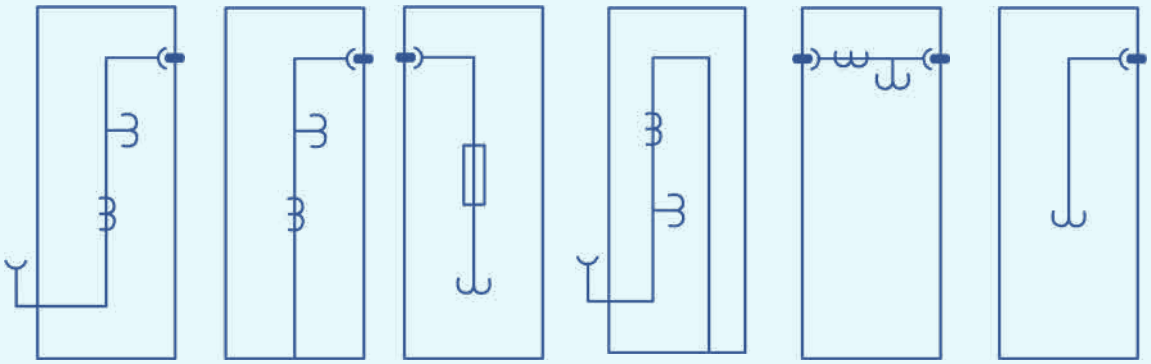
IEC



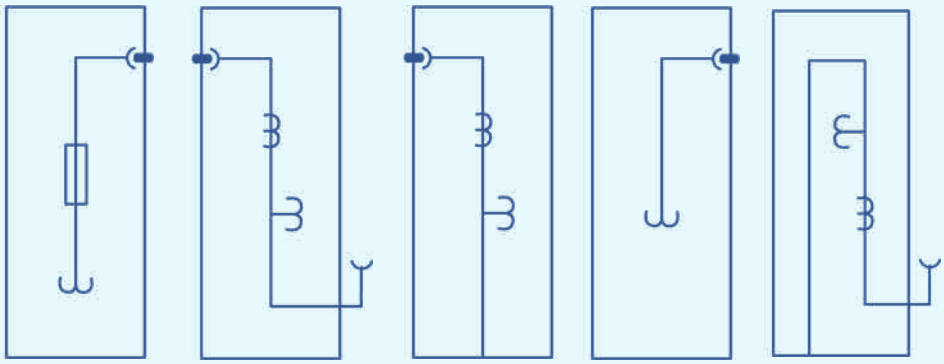


Opciones

cgmcosmos-rb-pt



Tipo* 03/07 | Tipo 22 | Tipo 14 | Tipo* 05-12/09-18 | Tipo 11 | Tipo 17



Tipo 15 | Tipo* 04/08 | Tipo 21 | Tipo 17 | Tipo* 06-13/10-19

* Salvo para conexión con cgmcosmos-l

cgmcosmos-m-pt



Función de medida con puesta a tierra

Celda modular de medida con aislamiento en aire.

Aplicaciones

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	Ur	[kV]	17,5
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60
Corriente asignada			
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	38
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Entre fases y tierra	Up	[kV]	95
Clasificación arco interno	IAC		16 kA-1s
Corriente admisible asignada de corta duración Valor t_k = (x) s	Ir	[kA]	16 (1 s)

Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

○ IAC AFL 20 kA 1 s

Conexiones de barras

◉ Conexión superior rígida no apantallada
◉ Conexión inferior rígida no apantallada

Conexiones de cables

○ Conexión inferior del cable

Transformadores de medida

◉ Transformadores de corriente instalados (3 TI)
◉ Transformadores de tensión instalados (3 TT)

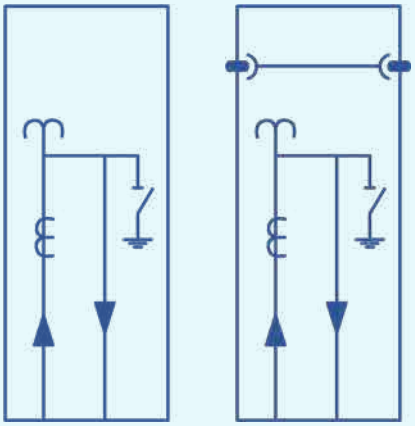
Elementos opcionales

○ Resistencia de caldeo
○ Malla de protección
○ Cerraduras / enclavamientos

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

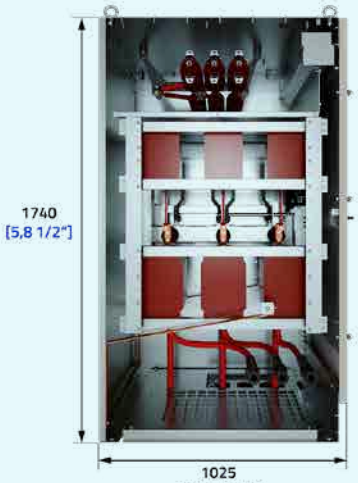
Dimensiones

180* kg
397 Lb
(*) Envolvente vacía

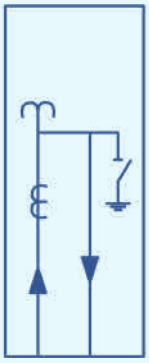


IEC

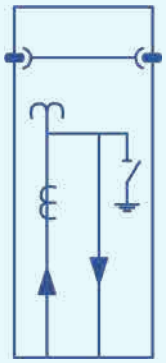




Opciones



Tipo 05EPE/09EPE



Tipo 11EPE

cgmcosmos-ma



Función de medida y servicios auxiliares

Celda modular de medida con aislamiento en aire.

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	Ur	[kV]	24
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60
Corriente asignada			
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Fase a tierra y entre fases	Ud	[kV]	50
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Fase a tierra y entre fases	Up	[kV]	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA-1s / 20 kA-1s / 25 kA-1s

Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

○ IAC AFLR 16/20/25 kA 1 s

Conexiones de cables

○ Conexión superior rígida no apartallada

Transformadores de medida y/o servicios auxiliares

○ Transformadores de tensión (3 TTs)
○ Transformador bifásico de servicios auxiliares

Cajón de control

○ Otros componentes de medida y automatización

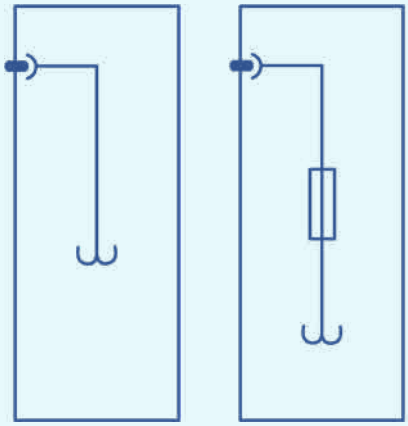
Elementos opcionales

○ Resistencia de caldeo
○ Malla de protección
○ Cerraduras / enclavamientos

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

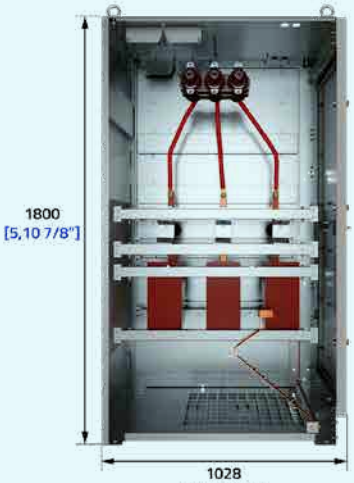
Dimensiones

125 kg*
(*) Envolvente vacía



IEC





Opciones



Tipo 4MA, 11MA



Tipo 3MA, 10MA



Tipo 1MA, 8MA



Tipo 5MA, 12MA



Tipo 2MA, 9MA

cgmcosmos-rc



Función de remonte de cables

Celda modular de remonte de cables (hasta el embarrado principal) con aislamiento en aire.
Función de remonte de doble cable opcional (r2c)

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Línea	Ir	[A]	400/630		600	
Clasificación arco interno	IAC		AFL 20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R] 20** kA 1s		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/ 25 kA 1 s	

* También disponible con U_r = 7,2 kV bajo demanda
** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA.

Configuración

◉ Estándar ○ Opcional

Clasificación IAC

○ IAC AFL 20 kA 1 s
○ IAC AFL 25 kA 1 s
○ IAC AFLR 20 kA 1 s

Altura de celda

◉ 1740 mm

Extensibilidad

○ Derecha (rcd)
○ Izquierda (rci)

Indicadores

○ Indicador capacitivo de tensión ekor.vips
○ Indicador capacitivo de tensión ekor.ivds
○ Enclavamientos con cerradura

Opciones

cgmcosmos-r2c

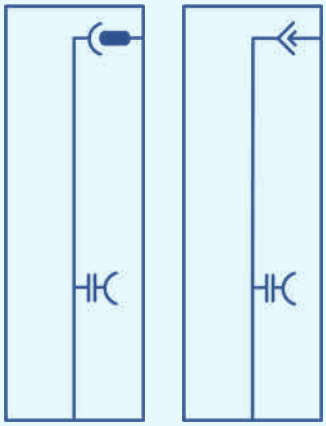
(sin opción de clase IAC)
○ Unidad funcional de remonte de doble cable (anchura=550 mm/1' 9 21/32", peso=60 kg/132 Lbm)

cgmcosmos-cl

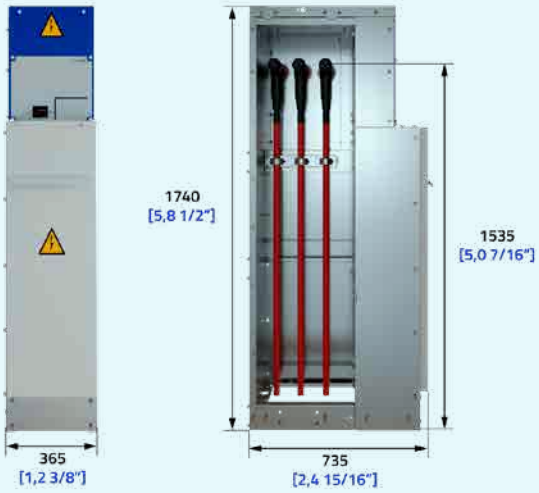
○ Cajón de acometida lateral (anchura=365 mm/1' 2 3/8", peso=20 kg/44 Lbm)

Dimensiones

40 kg
88 Lb



IEC ANSI/IEEE



Opciones



Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

Instalación y conexión







Manipulación y transporte

- Dimensiones compatibles con transporte por carretera, en container marítimo o aéreo
- Tamaño y peso reducidos
- Embalaje adaptado:
  - Plástico vertical sobre pallet protegido con poliestireno.
  - Pallet pack con caja de cartón reforzado
  - Caja de madera

Métodos de manipulación (hasta 5 unidades funcionales):

- Elevación: Carretilla elevadora o transpaleta manual
- Izado: Eslingas y balancines

En referencia a las instrucciones de manipulación e instalación, consultar con Ormazabal.

Instalación

- Instalación en interiores, exteriores, Centros de transformación, aplicaciones de eólica (on/offshore), etc.
- Manipulación sencilla (pasa por puertas y ascensores de tamaño estándar)
- Maniobra, extensibilidad y extracción en espacios reducidos
- Diseño ergonómico para la conexión sencilla de la celda y sujeción al suelo
- Sin manipulación de gas *in situ*
- Instalación sobre perfiles auxiliares en caso de suelos irregulares o para evitar la construcción de fosos de cables

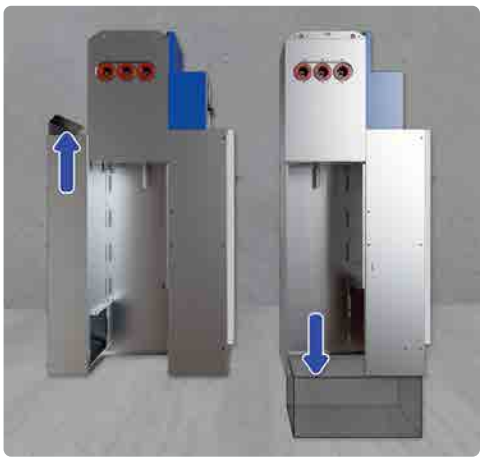


Distancias de instalación

Se pueden configurar las celdas de la familia cgmcosmos que mejor se adapten a sus necesidades y al espacio disponible. Es importante tener en cuenta las distancias mínimas de instalación, que se definen por la accesibilidad y las condiciones de protección requeridas (clasificación IAC, salida de gases, etc.).

Distancias mínimas de instalación [mm] (pies/pulgadas)	
Pared lateral (a)	[100] (4)
Techo (b)	[500] (1' 7 5/8")
Pasillo frontal (c)	[500] (1' 7 5/8")
Pared trasera (d)	[> 100] (> 4") *

* Salvo para cgmcosmos-v (> 50 mm/2 pulgadas) y cgmcosmos-m (0 mm/pulgadas)
En caso de conducto posterior = 0 mm/pulgadas. El espacio requerido para extender el conjunto con una celda adicional es 150 mm / 5 7/8" más la anchura de la nueva celda.



Salida de gases

Expansión de gases configurable en función de las características de la instalación:

- Gases abajo, dirigiendo los gases al foso
- Gases arriba, dirigiendo los gases por la parte trasera hacia la parte superior de la celda

Para otras configuraciones especificas, consultar con Ormazabal.



Dimensiones del foso

Las dimensiones mínimas recomendadas para el foso se definen en base a las utilizadas en los ensayos según norma IEC/IEEE. En función del radio de curvatura de los cables, éstas dimensiones pueden variar.

En referencia a las dimensiones específicas para su producto, consultar con Ormazabal.



Conexión de cables

Pasatapas de resina epoxy atornillables o enchufables, tipo IEC o IEEE. Cumplen los ensayos dieléctricos y de descargas parciales.

Existen tres tipos:

- Enchufable hasta 250 A (IEC) y 200 A (IEEE)
- Enchufable hasta 400 A
- Atornillable hasta 630 A (IEC) y 600 A (IEEE)

Ubicados en el compartimento de cables. Opcionalmente pueden ubicarse en el lateral de las celdas para el suministro directo al embarrado principal.

Posibilidad de instalar más de un conector por fase en función de modelo y fabricante. Consultar disponibilidad con Ormazabal.

		Distancia (d)
cgmcosmos-l/rb[1]	[mm] (pies/pulgadas)	[310] (1'-1/4")
cgmcosmos-v[1]	[mm]z (pies/pulgadas)	[500] (1' 7 11/16")
cgmcosmos-p	-	Conexión vertical

1) Posibilidad de ampliar la distancia disponible con la opción de tapa extendida [+ 200 mm] (+ 7 7/8").

cgmcosmos	Cable tipo IEC		Cable tipo IEEE	Tapa extendida	
	enchufable	atornillable	atornillable	2 cables/fase	cable + autoválvula
-l	-	√	√	√	√
-p[1]	√	√	√	√	√
-v	√	√	√	√	√
-s	-	-	-	-	-
-a	√	-	√	-	-
rb	√	√	√	-	-
-m	-	-	-	-	-
-rc	√	√	√	√*	-
-2l	-	√	-	√	√
-3l	-	√	-	√	√
-2lp[1]	-	√	√	√	√
-3lp[1]	-	√	√	√	√
-2l2p[1]	-	√	-	√	√
rlp[1]	-	√	√	√	√

[1] Conectores enchufables de 250 A (rectos o acodados para la salida del cable en la parte posterior) en salidas al transformador (compartimento de cables) para funciones de protección con fusibles.
* cgmcosmos-r2c: unidad funcional de remonte de doble cable.

ORMAZABAL
velatia



Centros de Transformación MT/BT
para Soluciones de Redes de Distribución

pfu

Envolvente de hormigón para Centros de Transformación

Hasta 40.5 kV, 1000 kVA

Normas IEC

Reliable innovation. Personal solutions.

CA-446-ES -1410

www.ormazabal.com

Prólogo

Tras décadas de producción de diferentes tipos de centros de transformación, en 1991 **Ormazabal** desarrolló el **pfu**, su primera envolvente monobloque de hormigón para centros de transformación.

Desde entonces el **pfu** ha evolucionado hacia una gama más amplia con configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de MT y con una gran variedad de acabados superficiales

Los edificios **pfu** consisten en una envolvente monobloque industrializada para **Centros de Transformación Ormazabal** de superficie y maniobra interior hasta 40,5 kV.

El **pfu** se usa en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (generación convencional, distribución pública, Smart grids….), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos y plantas solares fotovoltaicas). En la actualidad más de 22.000 **pfu**s han sido instalados en más de 15 países.

Seguridad

» Misma superficie equipotencial en toda la estructura: pared, suelo y cubierta.
» Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad
» Fosos de recogida de dieléctrico líquido
» Puerta frontal individual para cada transformador
» Separación física opcional entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente
» Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros
» Opcional: Ensayos de arco interno y sísmicos

Fiabilidad

» Calidad uniforme industrializada
» Totalmente montado y ensayado en fábrica, bajo procesos controlados
» Instalación sencilla y rápida, optimizando tiempos y costes
» Protección contra fuertes impactos externos

Eficiencia

» Aparamenta instalable desde fábrica
» Ventilación: circulación natural de aire (clase 10)
» Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base (frontal-lateral)
» Entrada auxiliar de acometida de BT en fachada

Sostenibilidad

» Larga vida útil frente a condiciones ambientales agresivas
» Reducción en consumo de energía y emisiones durante la fabricación
» Investigación en las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón

Innovación continua

» Ensayos y modelización de ventilación optimizada con transformadores Ormazabal.
» Gran capacidad de integración estética en el entorno
» Soluciones prefabricadas disponibles según EN 62271-202
» Compatible con el resto de la amplia gama de centros **Ormazabal**

Datos técnicos

Centros de transformación Ormazabal en envolventes pfu:

» Envolvente monobloque **pfu** (base y paredes) más cubierta amovible
» Aparamenta de MT con aislamiento integral en gas: Sistema **cgmcosmos** (hasta 24 kV) y sistema **cgm**.3 (hasta 40,5 kV)
» Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 40,5 kV y 1000 kVA[1] de potencia unitaria
» Aparamenta de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro
» Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**
» Interconexiones directas por cable MT y BT
» Circuito de puesta a tierra
» Circuito de alumbrado y servicios auxiliares

[1] Para otros valores, por favor, consultar a **Ormazabal**

Configuraciones eléctricas tipo

pfu.3	2l+ 1p + 1 transformador + 1cbt
pfu.4	3l + 1v + 1 transformador + 1cbt
pfu.5	2l + 1S + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	2l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 1r + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	1l + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2cbt
pfu.7	6l + 2p + 2 tr + 2 cbt (24 kv)
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2 cbt
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 1 tr + 1cbt

Nota: Para otras configuraciones, consultar Ormazabal

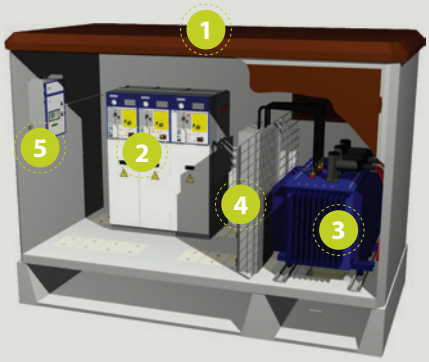
Donde:
l = Función de Línea
p = Función de Protección con Fusibles
v = Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío
s = Función de Interruptor Pasante
r = Función de remonte
m = Función de Medida
cbt = Cuadro de Baja Tensión
tr = Transformador

Dimensiones exteriores y pesos

		pfu.3	**pfu**.4	**pfu**.5	**pfu**.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA
Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV (Altura estándar +195 mm), no aplicable a **pfu**.7
Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm
Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

Diseño



1 *Envolvente* **pfu**
2 *Aparamenta de MT:*
2a **cgmcosmos** *hasta 24 kV*
2b **cgm**.3 *hasta 40.5 kV*
3 *Transformador(es): Hasta 2 x1000 kVA*
4 *Cuadro de baja tensión*
5 *Unidades de protección, control y medida*

Familia

pfu.3



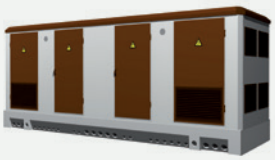
pfu.4



pfu.5



pfu.7



PRYSUN
H1Z2Z2-K

Producto Certificado

ECOLÓGICO

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NFC 32070-C2

LIBRE DE HALÓGENOS | *HALOGEN FREE*
IEC 62821-1 Annex B
EN 50525-1 Annex B

BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2

RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA

RESISTENCIA AL FRÍO

CABLE FLEXIBLE

RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA

RESISTENCIA A LOS GOLPES

CPR COMPLIANT

Eca CPR

DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

Nº DoP 1009483

ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
T° máxima de conductor	90°C (120°C 20 000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 para IEC 60811-403 ; EN 50618 Tab.2 para EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 Anexo B y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C (N-Oxalic acid, N-Sodium hydroxide) para IEC 60811-404; EN 60811-404
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 para IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 para EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab.2 1000h a 90°C y 85% de humedad para IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85°C water/1,8kV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40°C según IEC 62930 Tab.2 para IEC 60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 para EN 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C para IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C para EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C 20 000 h).
- Tensión contínua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión contínua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión contínua durante 5 min: 15 kV.

Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:
- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:
- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

PRYSUN
H1Z2Z2-K

ECOLÓGICO

Tensión asignada: **1/1 kV (1,8/1,8 kVdc máx.)**
Norma de referencia: **EN 50618; IEC 62930**
Designación genérica: **H1Z2Z2-K**



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C por 20 000 h)
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO
Material: Compuesto reticulado según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

CUBIERTA
Material: Compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

• Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1.5	1,8	4,5	31	13,3	24	30	30,48
1 x 2,5	2,4	5	43	7,98	34	41	18,31
1 x 4	3	6,6	61	4,95	46	55	11,45
1 x 6	3,9	7,4	80	3,30	59	70	7,75
1 x 10	5,1	8,8	124	1,91	82	98	4,60
1 x 16	6,3	10,1	186	1,21	110	132	2,89
1 x 25	7,8	12,5	286	0,780	140	176	1,83
1 x 35	9,2	11,3	374	0,554	182	218	1,32
1 x 50	11	12,8	508	0,386	220	276	0,98
1 x 70	13,1	15,6	709	0,272	282	347	0,68
1 x 95	15,1	16,4	900	0,206	343	416	0,48
1 x 120	17	18,6	1153	0,161	397	488	0,39
1 x 150	19	20,4	1452	0,129	458	566	0,31
1 x 185	21	22,4	1713	0,106	523	644	0,25
1 x 240	24	24,0	2245	0,0801	617	775	0,20

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



CPR COMPLIANT

E_{ca} CPR

E_{ca}

N° DoP 1003852

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
DOWNLOAD the DoP
(declaration of performance)
https://es.prysmiangroup.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO

Resistencia a la absorción del agua
Resistance to water absorption

Resistencia al frío
Cold resistant

Resistencia a los rayos ultravioleta
Resistance to ultraviolet rays

Resistencia a los agentes químicos
Resistance to chermical agents

Resistencia a las grasas y aceites
Resistance to oil and grease

Resistencia a los golpes
Impact resistant

Resistencia al ozono
Ozone resistance

No propagación de la llama
Flame retardant
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

Libre de halógenos
Halogen free
UNE-EN 60754-2
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
Low emission of toxic gases
UNE-EN 60754-2
NFC 20454. It= 1
DEF-STAN 02-713

Baja opacidad de humos
Low smoke opacity
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
Low emission of corrosive gases
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

- Temperatura de servicio: -40 °C (fijo protegido), +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Nivel de prestación: E_{ca}
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575.2014/A1:2016
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576
- Métodos de ensayo: UNE-EN 60332-1-2

Normativa de fuego completa (incluídas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It= 1; DEF-STAN 02-713
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2 ; NFC 20453

- Operating temperature: -40 °C (fixed and protected), +90 °C (thermosetting cable).
- Alternating voltage test for 5 min.: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reaction to fire

Fire safety perfomance in the European Union:

- Level of performance: E_{ca}
- Fire requirements: UNE-EN 50575.2014/A1:2016
- Fire classification: UNE-EN 13501-6
- Application of results: CLC/TS 50576
- Test methods: UNE-EN 60332-1-2

Full fire standards (including regulations applicable in countries outside the European Union):

- Flame retardant:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Halogen free:
  UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1
- Low emission of toxic gases:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It= 1; DEF-STAN 02-713
- Low smoke opacity:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Low emission of corrosive gases:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2 ; NFC 20453

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



✓ Normalizado por las principales compañías eléctricas
✓ Características técnicas

Norma de referencia	UNE-HD 603-5X-2
Temperatura de servicio (Instalación fija)	-40 °C (fijo protegido) + 90 °C
Temperatura máxima en régimen de cc	250 °C
Radio mínimo de curvatura	5D (D = diámetro exterior)
Màximo esfuerzo de tracción	30 N/mm²
Tensión asignada c.a.	0.6/1 kV
Tensión asignada en c.c.	Uo/U = 1,5/1,5 kVdc
Tensión máxima en c.a.- c.c.	1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc; UNE-EN 50618, IEC 60502-1
Adecuado para sistemas anti-PID	Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V)
Ensayo de tensión durante 5 min. (EN 50618)	6,5 kVac y 15 kVdc
Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X)	3,5 kV
Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua	AD7
Resistencia UV	UNE HD 605 S2
Resistencia al ozono	UNE-EN 50618
Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta	
Resistencia a la abrasión	Masa aplicada: 18 kg Nº de desplazamientos: 8
Carga mínima de rotura (cubierta)	12,5 N/mm²
Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta)	300 %
Resistencia al desgarro (cubierta)	9 a N/mm (UNE HD 605-1)
Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor	1012 Ω·cm
Constante de resistencia aislamiento Ki	3,67 MΩ·cm
Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes	

✓ Approved for use by leading utilities
✓ Technical data

Standard	UNE-HD 603-5X-2
Operating temperature (fixed inst.)	-40 °C (fixed and protected) + 90 °C
Max. temperature during short circuit	250 °C
Min. bend radius	5D (D = outer diameter)
Maximum pulling tension	30 N/mm²
AC Rated Voltage	0.6/1 kV
DC Rated Voltage	Uo/U = 1,5/1,5 kVdc
Maximum rated voltage in AC-DC	1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc; UNE-EN 50618, IEC 60502-1
Suitable for anti-PID systems	Maximum rms voltage: 1200 V (>906 V) Maximum peak voltage: 1697 V (>1468 V)
Voltage test during 5 min. 5 min. (EN 50618)	6,5 kVac and 15 kVdc
Voltage test during 5 min. 5 min. (HD 603-5X)	3,5 kV
Option of intermittent partial or total covering by water	AD7
UV resistance	UNE HD 605 S2
Ozone resistance	UNE-EN 50618
Moisture penetration resistance through joint between insulation and sheath	
Abrasion resistance	Applied mass: 18 kg Number of displacements: 8
Tensile strength (outer sheath)	12,5 N/mm²
Elongation at break (outer sheath)	300%
Tear resistance (outer sheath)	9 a N/mm (UNE HD 605-1)
Conductor insulation resistance at 90 °C	1012 Ω·cm
Insulation resistance constant Ki	3,67 MΩ·cm
Lower environmental impact due to the elimination of lead stabilisers and plasticisers	

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



Construcción

1. Conductor
Metal: aluminio clase 2 de acuerdo a IEC 60228.

2. Aislamiento
Material: mezcla polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.
Color: natural.

3. Cubierta exterior
Material: mezcla LSOH tipo flamex DMO 1, según UNE HD 603-5.
Color: negro.

Aplicaciones

Cable de baja tensión libre de halógenos para instalaciones subterráneas e instalaciones al aire. Adecuado para instalación en sistemas fotovoltaicos cuya tensión entre conductores o entre conductor y tierra no supere los 1800 Vdc. Incluídos sistemas en isla (IT). Permitido para soterramiento directo (sin tubo o conducto).

Acometidas (ITC-BT 11).

Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).

Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20) salvo aplicación de Afumex Class (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

Structure

1. Conductor
Metal: aluminium, class 2 as per IEC 60228.

2. Insulation
Material: cross-linked polyethylene (XLPE) mix, type DIX 3, as per HD 603-1.
Colour: natural.

3. External sheath
Material: LSOH mix, type flamex DMO 1, as per UNE HD 603-5.
Colour: black.

Applications

Low voltage halogen-free cable. Ideal for underground and surface-mounted installations. Suitable for applications on solar farms. Suitable for installation in photovoltaic systems whose voltage between conductors or between conductor and earth does not exceed 1800 Vdc. Including off-grid systems (IT). Suitable for directly buried (without duct or conduit).

Connections (ITC-BT 11).

Underground distribution networks (ITC-BT 07).

Indoor or receiving installations (ITC-BT 20), except for the application of Afumex Class (AS) (see ITC-BT 28 and R.D. 2267/2004).

Datos técnicos | Technical data

Sección Cross-section (mm)	Diametro conductor Conductor diameter (mm)	Espesor de aislam. Insulation thickness (mm)	Diámetro nom. aislam. Insulation diameter (mm)	Diámetro ext. Outer diameter (mm)	Radio de curv. Bend radius (mm)	Peso aprox. Approx. weight (Kg/km)	Intensidad de corriente al aire** Permissible current surface-mounted ** (2)		Intensidad de corriente directamente enterrado** Permissible current directly buried** (2)		Intensidad de corriente bajo tubo y enterrado** Permissible current in condult and buried** (3)		Resist. del cond. Cond. resistance (Ω/km)	Máx. caida de tensión cc más (90° C) Max. voltage drop dc (90 °C) (V/(A.Km)
							2 cables (A)	3 cables (A)	2 cables (A)	3 cables (A)	2 cables (A)	3 cables (A)		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,91	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1 x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0 ,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

Instalación al aire
Surface-mounted installation

Directamente enterrada
Directly buried

Enterrada bajo tubo
Buried in conduit

* Valores sujetos a tolerancias de fabricación.

** Intensidad máxima admisible según UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52).

(1) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto al aire a temperatura ambiente de 30 °C. Instalación tipo F, tabla B.52.13 de UNE-HD 60364-5-52 y IEC 60364-5-52.

(2) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3 y table B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D2.

Secciones superiores a 300 mm² calculadas según IEC 60287.

(3) Considerando 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y enterrados bajo tubo a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D1. Secciones superiores a 300 mm² calculadas según IEC 60287.

* Values subject to manufacturing tolerances.

** Maximum permitted current in accordance with UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52).

(1) Refers to two or three single-core cables laid in contact with one another, surface-mounted with an ambient temperature of 30°C. Installation F, T B.52.13 (UNE-HD 60364-5-52 and IEC 60364-5-52.

(2) Refers to two or three single-core cables laid in contact with one another, directly buried at a depth of 0.7m, ground temperature of 20°C and ground resistivity of 2.5 K·m/W as per table B.52.3 and table B.52.5, installation D2.

Cross-sections over 300 mm² calculated as per IEC 60287.

(3) Refers to two or three single-core cables laid in contact with one another and buried in a tube at a depth of 0.7 m, ground temperature of 20 °C and ground thermal resistivity of 2.5 K·m/W as per table B.52.3 and table B.52.5, UNE-HD 60364- 60364-52 (IEC 60364-5-52). Installation type D1. Cross-sections over 300 mm² calculated as per IEC 60287.

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



Tensiones máximas admisibles

Según se recoge en las características técnicas de esta ficha el cable Al Voltalene Flamex CPRO (S) soporta las siguientes tensiones máximas:

Maximum permitted voltage

As stated in the technical data on this sheet, the Al Voltalene Flamex CPRO (S) cable can withstand the following maximum voltages:

Tensión máxima permanente permitida para el cable Al Voltalene Flamex CPRO (S) (kV) Maximum permitted permanent voltage for the Al Voltalene Flamex CPRO (S) (kV) cable			
Corriente alterna Alternating current		Corriente contínua Continuous current	
Conductor / tierra Conductor / earth	Conductor / conductor Conductor / conductor	Conductor / tierra Conductor / earth	Conductor / conductor Conductor / conductor
1,2	1,2	1,8	1,8

La tensión asignada del Al Voltalene Flamex CPRO (S) es 0,6/1 kV. Su aislamiento cumple las especificaciones de IEC 60502-1. En el punto 4.1. de dicha norma encontramos la siguiente tabla:

The rated voltage for Al Voltalene Flamex CPRO (S) is 0.6/1 kV. Its insulation complies with the specifications in IEC 60502-1. In Point 4.1 of this standard, the following table can be found:

Tensión más elevada del sistema (Um) kV Highest voltage in the system (Um) kV	Tensión asignada (Uo) kV Rated voltage (Uo) kV	
	Categorías A y B Categories A & B	Categoría C Category C
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6*

*Esta categoría está cubierta por los cables 3,6/6 (7,2) kV según norma IEC 60502-2.

*This category is covered by the 3,6/6 (7.2) kV cables according to the IEC 60502-2 standard.

El valor límite de corriente de cortocircuito para un conductor aislado se obtiene según la siguiente fórmula deducible de UNE 21192 (IEC 949):

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}} \ [A/mm^2]$$

Siendo:
I: intensidad de cortocircuito [A].
K = 94 (conductor de aluminio y aislamiento de XLPE) [A·s $^{1/2}$/mm^2].
S: sección del conductor [mm^2].
t: duración del cortocircuito [s] (tiempos de duración entre 0,1 y 5 segundos).

Con la fórmula, podemos obtener valores de la densidad de cortocircuito I/S para diferentes valores de duración del mismo y para aplicar a cada caso sólo es necesario multiplicar el valor de tabla por la sección de conductor.

The short circuit current limit value for an insulated conductor is calculated according to the following formula found in UNE 21192 (IEC 949):

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}} \ [A/mm^2]$$

Where:
I: short circuit current [A].
K = 94 (aluminium conductor & XLPE insulation) [A·s $^{1/2}$/mm^2].
S: conductor cross-section [mm^2].
t: duration of the short circuit [s] (duration between 0.1 and 5 seconds).

You can use the formula to calculate short circuit density values I/S for different duration values. You just need to multiply the table value by the conductor cross-section in each case.

Duración del cortocircuito (s) Duration of short circuit (s)	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Densidad de corriente (A/mm^2) Current density (A/mm^2)	297	210	172	133	94	77	66	59	54

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



Factores de corrección

Cuando en nuestros cálculos de líneas nos encontramos condiciones distintas a las de referencia es necesario aplicar coeficientes de corrección.
La norma de referencia UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) contempla las siguientes condiciones estándar:

- **Instalaciones al aire:**
  Temperatura ambiente: 30 °C

- **Instalaciones enterradas:**
  Temperatura del terreno: 20 °C
  Resistividad térmica del terreno: 2,5 K·m/W
  Profundidad de soterramiento: 0,7 m

Si las condiciones del circuito que estudiamos son distintas es necesario aplicar coeficientes de corrección.

Para instalaciones al aire, el factor de corrección por temperatura ambiente se obtiene de la tabla B.52.14 de UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52):

Correction factors

When you have different conditions in your line calculations to the reference conditions, you need to apply correction coefficients.
The reference standard UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) includes the following standard conditions:

- **Outdoor installations:**
  Ambient temperature: 30 °C

- **Buried installations:**
  Ground temperature: 20 °C
  Ground thermal resistivity: 2.5 K·m/W
  Burial depth: 0.7 m

If the conditions for the circuit you are looking at are different, correction coefficients need to be applied.

For surface-mounted installations, the correction factor for ambient temperature is obtained from table B.52.14 in IEC 60364-5-52:

Temperatura ambiente al aire (°C) Ambient temperature for surface-mounted (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Factor de corrección Correction factor	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,5	0,41

En la tabla B.52.15 de la citada norma tenemos los valores para diferentes temperaturas del terreno para el caso de tendidos enterrados ya sean directamente o bajo tubo:

In table B.52.15 in the aforementioned standard, you have the values for different ground temperatures for underground cables, whether they are buried directly or in conduits:

Temperatura del terreno (°C) Ground temperature (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Factor de corrección Correction factor	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	0,71	0,65	0,6	0,53

Y en la tabla B.52.16 figuran los factores de corrección para diferentes valores de resistividad térmica del terreno, dependiente estos de si los cables van enterrados en conductos o directamente:

Table B.52.16 shows the correction factors for different values of ground thermal resistivity, depending on whether the cables are buried directly or in conduits:

Resistividad térmica (K·m/W) Thermal resistivity (K·m/W)	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Cables en conductos enterrados (D1) Cables in underground conduits (D1)	1,28	1,2	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Cables enterrados directamente (D2) Cables buried directly (D2)	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,9

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



La norma no contempla factores de corrección para diferentes profundidades de enterramiento.

En caso de influencia térmica de otros circuitos cercanos, se debe considerar en los cálculos coeficiente de corrección por agrupamiento. Existen muchas tablas en la UNE-HD 60364-5-52 que recogen gran parte de las posibilidades de agrupamientos.

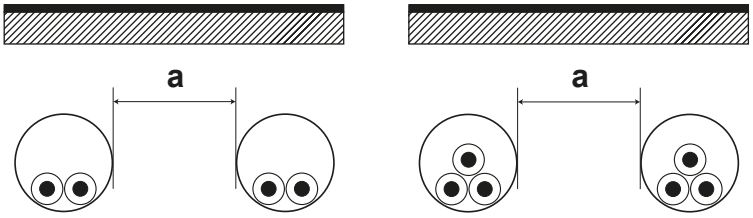
Si los cables son instalados bajo tubo enterrado (sistema de referencia D1) la tabla B.52.19 nos da los coeficientes de corrección por agrupamiento:

The standard does not include correction factors for different burial depths.

A correction coefficient for groupings should be included in calculations if there is thermal influence from other, nearby circuits. There are many tables in IEC 60364-5-52 that include most grouping options.

Table B.52.19 gives the correction coefficients for groupings if the cables are installed in underground conduits (reference system D1):

Número de circuitos bajo tubo y enterrdos Number of circuits in conduits & buried (D1)	Distancia entre tubos Distance between conduits (a)			
	Nula Null (a=0)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0.60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82



AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

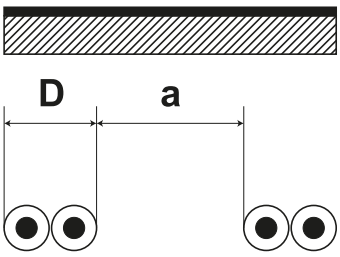
Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)

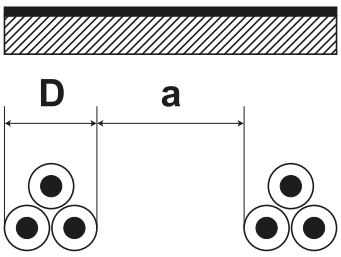


Para el caso de agrupamiento de circuitos de cable soterrados directamente (sistema de referencia D2) que se recogen en la tabla B.52.18:

Groupings for cable circuits buried directly underground (reference system D2) are shown in table B.52.18:

Número de circuitos directamente enterrados Number of circuits directly buried (D2)	Distancia entre tubos Distance between circuits (a)				
	Nula Null (a=0)	D (= Φ circuito) D (= Φ circuit)	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66





AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

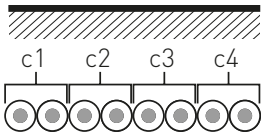
Tensión asignada | Rated voltage: 0,6/1 kV
Norma diseño | Design standard: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica | Generic designation: AL XZ1 (S)



Ejemplo de uso de datos de tablas

Calcular la sección, caída de tensión y cortocircuito máximo en 0,1 segundo para un circuito de corriente continua (c1) de 224 A que une una "combiner box" de un parque fotovoltaico con un inversor y está enterrado directamente (sin tubo) y con otros dos circuitos similares en contacto (c2 y c3).

Datos:
Cable: Al Voltalene Flamex CPRO (S)
Longitud: 360 m
Temperatura del terreno: 25 °C
Tensión: 837 V



- **Sección por intensidad admisible (siguiendo los códigos de colores de las tablas encontramos los valores fácilmente).**

  Coeficiente de corrección por agrupamiento (3 circuitos en contacto): 0,65 (tabla B.52.18).

  Coeficiente de corrección por temperatura del terreno (25 °C): 0,96 (tabla B.52.15).

  De forma sencilla, si dividimos el valor de la intensidad de corriente por los coeficientes de corrección obtenemos un valor de intensidad para obtener en la tabla inicial la sección del conductor a emplear:

  224 A / (0,65 x 0,96) = 359 A → sección 1 x 300 mm²

  Otra forma igualmente válida es tomar el valor de intensidad de tablas y multiplicarla por los coeficientes de corrección hasta obtener un valor de intensidad superior al necesario:

  343 A x 0,65 x 0,96 = 214 A < 224 A (no vale la sección de 240 mm²)

  386 A x 0,65 x 0,96 = 241 A > 224 A (la sección de 300 mm² es correcta*)

- **Caída de tensión**

  En la tabla inicial tenemos que la caída de tensión máxima para cable de 300 mm² tipo Al Voltalene Flamex CPRO es 0,200 V/(A·km). Multiplicando este valor por la intensidad en A y la longitud de la línea en km obtenemos la caída de tensión en V.

  ΔU = 0,200 V/(A·km) x 224 A x 0,36 km = 16,13 V

  Porcentualmente:
  ΔU = 16,13/837 x 100 = 1,93 %

  Si pretendemos reducir la caída de tensión debemos aumentar la sección de conductor (o emplear varios conductores por polo).

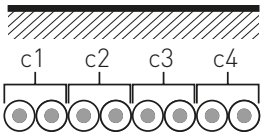
- **Cortocircuito**

  Para t = 0,1 s vemos que la densidad de corriente máxima es de 297 A/mm²:
  Icc = 297 A/mm² x 300 mm² = 89,1 kA

Example of the use of table data

Calculate the cross-section, voltage drop and maximum short circuit in 0.1 seconds for a 224 A direct current circuit (c1) connecting a "combiner box" in a solar park with an inverter that is directly buried (without conduit) and with two other similar circuits in contact (c2 and c3).

Data:
Cable: Al Voltalene Flamex CPRO (S)
Length: 360 m
Ground temperature: 25 °C
Voltage: 837 V



- **Cross-section by permitted current (you can find the values easily using the colour codes in the tables).**

  Correction coefficient for groupings (3 circuits in contact): 0.65 (table B.52.18).

  Correction coefficient for ground temperature (25 °C): 0.96 (table B.52.15).

  One simple method is to divide the current intensity value by the correction coefficients to obtain a current intensity value to determine the conductor cross-section to be used in the initial table:

  224 A / (0,65 x 0,96) = 359 A → cross-section 1 x 300 mm²

  Another equally valid way is to take the current intensity value from tables and multiply it by the correction coefficients until a higher current intensity value than necessary is obtained:

  343 A x 0,65 x 0,96 = 214 A < 224 A (the 240 mm² cross-section is not valid)

  386 A x 0,65 x 0,96 = 241 A > 224 A (the 300 mm² cross-section is correct*)

- **Voltage drop**

  In the first table, the maximum voltage drop for the 300 mm² Al Voltalene Flamex CPRO cable type is 0.200 V/(A km). If you multiply this value by the current in A and the length of the line in km, you obtain the voltage drop in V.

  ΔU = 0,200 V/(A·km) x 224 A x 0,36 km = 16,13 V

  As a percentage:
  ΔU = 16,13/837 x 100 = 1,93%

  If you wish to reduce the voltage drop, you need to increase the conductor cross-section (or use various conductors per pole).

- **Short circuit**

  For t = 0.1 s, you can see that the maximum current density is 297 A/mm²:
  Icc = 297 A/mm² x 300 mm² = 89,1 kA

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



CPR COMPLIANT

Fca CPR

Nº DoP 1003884

AENOR CABLE ELÉCTRICO

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop



Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2



Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



Alta resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20453.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-9E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Vemex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Mayor intensidad admisible
Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

Menor diámetro exterior
Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menos peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

Formulación de aislamiento Prysmian
Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

Excelente comportamiento frente a la acción del agua
Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

Normalizado por iberdrola

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica

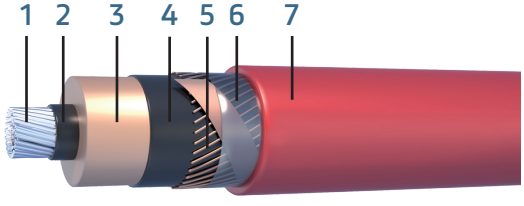
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2 (12/20 kV) o 25 mm^2 (18/30 kV).

6. Separador

Cinta.

7. Cubierta exterior

Material: poliolefina, DMZ1 Vemex.
Color: rojo



Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al /Pantalla Cu (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X50/16*	18,0	26,2	790	393	180	145	135	4,45	2,85
1X95/16	20,8	29,0	980	435	275	215	200	8,46	2,85
1X150/16*	23,5	32,0	1205	480	360	275	255	13,4	2,85
1X240/16*	27,6	36,1	1570	542	495	365	345	21,4	2,85
1X400/16*	32,8	41,4	2115	621	660	470	450	35,6	2,85
1X500/16	36,2	44,5	2625	668	775	540	515	44,5	2,85
1X630/16*	40,8	49,4	3075	741	905	615	590	56,1	2,85
18/30 kV									
1X50/16*	25,0	33,0	1205	495	180	145	135	4,45	2,85
1X95/16	25,6	33,9	1323	509	275	215	200	8,46	2,85
1X150/25*	27,2	36,6	1520	549	360	275	255	13,4	4,25
1X240/25*	31,4	40,6	1905	609	495	365	345	21,4	4,25
1X400/25*	36,4	45,7	2480	686	660	470	450	35,6	4,25
1X500/25	40,0	49,4	3000	741	775	540	515	44,5	4,25
1X630/25*	44,7	54,1	3525	812	905	615	590	56,1	4,25

* Secciones normalizadas por Iberdrola.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 105 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (µF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (µF/km)
12/20 kV							
1X50/16*	0,641	0,847	0,134	0,216	1,484	0,517	0,216
1X95/16*	0,320	0,430	0,119	0,281	1,159	0,506	0,281
1X150/16*	0,206	0,277	0,112	0,329	1,041	0,501	0,329
1X240/16*	0,125	0,168	0,103	0,402	0,955	0,496	0,402
1X400/16*	0,0778	0,105	0,097	0,480	0,902	0,494	0,480
1X500/16	0,0605	0,089	0,093	0,538	0,882	0,493	0,538
1X630/16*	0,0469	0,0662	0,091	0,602	0,864	0,492	0,602
18/30 kV							
1X50/16*	0,641	0,847	0,155	0,147	1,475	0,540	0,147
1X95/16*	0,320	0,430	0,128	0,202	1,153	0,521	0,202
1X150/25*	0,206	0,277	0,120	0,247	0,822	0,278	0,247
1X240/25*	0,125	0,168	0,110	0,299	0,740	0,271	0,299
1X400/25*	0,0778	0,105	0,103	0,360	0,691	0,267	0,360
1X500/25	0,0605	0,089	0,099	0,400	0,672	0,265	0,400
1X630/25*	0,0469	0,0659	0,096	0,446	0,658	0,264	0,446

* Secciones normalizadas por Iberdrola.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Valores de componentes homopolares ■

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"** **DE 5 MW Y 10 MWH** **EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	I. Memoria
ANEJO	02.- Cálculos Eléctricos



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ANEJO 2

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

ÍNDICE 2

1. CÁLCULOS DE SECCIONES PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO BESS 4

1.1. CÁLCULO POR INTENSIDAD ADMISIBLE 6

1.1.1. Corriente Continua 6

1.1.2. Corriente Alterna 7

1.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN 8

1.2.1. Corriente Continua 8

1.2.2. Corriente Alterna 9

2. CÁLCULOS DE LAS LÍNEA ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN 10

2.1. LÍNEA DE EVACUACIÓN 10

2.1.1. Caída de tensión 11

2.1.2. Pérdida de potencia 11

2.1.3. Intensidad máxima admisible por la línea 12

2.1.4. Intensidad de cortocircuito 13

2.1.5. Protección contra cortocircuitos 15

2.1.6. Protecciones conta sobrecargas 16

2.1.7. Protecciones contra sobretensiones 16

2.1.8. Anejo justificativo Software Dmelect 18

3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 23

3.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN 23

3.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN 23

3.3. CORTOCIRCUITOS 24

3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 25

3.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 25

3.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 25

3.7. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA 26

3.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 26

3.9. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT 27

3.10. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN 27

3.11. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 28

3.12. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 28

4. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA 36

4.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN 36

4.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN 36

4.3. CORTOCIRCUITOS 36

4.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 37

4.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 37

4.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 38

4.7. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA 38

4.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 38

4.9. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA 38

4.10. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 39

4.11. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 39

Índice tablas

Tabla 1.- Valores de conductividad y factor de potencia en función del cable. 6
Tabla 2.- Cálculo intensidad corregida en CC. 6
Tabla 3.- Valores utilizados para el cálculo AC. 7
Tabla 4.- Cálculo completo de la instalación de almacenamiento BESS en corriente continua. 9
Tabla 5.- Cálculo completo de la instalación de almacenamiento BESS en corriente alterna. 9
Tabla 6.- Características de las líneas de conexión de MT 13
Tabla 7.- Duración del cortocircuito tcc 14
Tabla 8.- Factores de corrección líneas M 17

1. CÁLCULOS DE SECCIONES PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO BESS

Para el cálculo eléctrico de secciones y caídas de tensión de los conductores usaremos el método de pérdida de potencia, para lo que aplicaremos las siguientes premisas:

- **En corriente continúa (CC):** Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5% a la tensión nominal continua del sistema.

- **En corriente alterna (CA):** Los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 2% a la tensión nominal alterna del sistema.

- Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

- Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

- Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

Por lo tanto, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%, al igual que para la parte de alterna 2%

Se realizará el cálculo de secciones para las condiciones nominales de máxima potencia mediante el método de pérdidas de potencia, y siempre para el peor de los casos que se nos presente en cada tramo objeto de estudio, definiéndose previamente las caídas de tensión máximas para cada uno de los tramos.

Se calcularán las secciones correspondientes a cada uno de los siguientes tramos:

1. **Corriente continua:** De los Racks baterías al inversor PCS.

2. **Corriente alterna:** De inversor PCS a centro de transformación.

Para el desarrollo matemático del cálculo se emplearán las siguientes expresiones y fórmulas:

Cálculo de potencia (o intensidad)

$P = \sqrt{3} \cdot \mathrm{V} \cdot \mathrm{I} \cdot \cos\varphi$ alterna trifásica

$P = \mathrm{V} \cdot \mathrm{I} \cdot \cos\varphi$ alterna monofásica o continua (cos ϕ = 1)

Cálculo de sección (conocida la intensidad o la potencia)

$s = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos\varphi}{\gamma \cdot e}$ ó $s = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V}$ alterna trifásica

$s = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot cos\varphi}{\gamma \cdot e}$ ó $s = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V}$ alterna monofásica o continua (cos ϕ = 1)

Cálculo de la caída de tensión (conocida la intensidad o la potencia)

$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos\varphi}{\gamma \cdot s}$ ó $e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot V}$ alterna trifásica

$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot cos\varphi}{\gamma \cdot s}$ ó $e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot V}$ alterna monofásica o continua (cos ϕ = 1)

Donde,

- I: Intensidad en Amperios (A).
- P: Potencia en Watios (W).
- V: Tensión en Voltios (V). Tensión de línea en CA trifásica y de fase en CA monofásica.
- cos ϕ: Factor de potencia.
- L: Longitud en metros (m).
- s: Sección del conductor (mm^2).
- γ: Conductividad del conductor (para el Cu, γ = 56 $m/\Omega mm^2$ y para el Al, γ = 35 $m/\Omega mm^2$).
- e: Caída de tensión en voltios (V)

La relación entre la caída de tensión absoluta y la porcentual viene dada por la siguiente relación:

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

Los cálculos se han efectuado para los 15 circuitos que salen en corriente continua de cada contenedor de baterías, cada uno de ellos tiene una potencia de 172 kW y del circuito de la salida del panel DC hasta el PCS.

Por otro lado, pueden observarse las secciones que finalmente se adoptarán para cada tramo, donde se cumple lo indicado en ITC-BT-40 para el dimensionamiento de los cables. Este se diseña para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y el modelo del cable será de cobre tipo H1Z2Z2-K para el tramo de corriente continua.

Para el cálculo de las caídas de tensión se ha tenido en cuenta la conductividad del conductor en función de su sección y corregido a la temperatura de funcionamiento.

Cable 25 mm^2	
Material del conductor	Cobre
Conductivity γ ($m/\Omega mm^2$) **70ºC**	1.211
Factor de potencia - cos ϕ	1
Conductividad γ ($m/\Omega mm^2$) **20ºC**	1.450

Tabla 1.- Valores de conductividad y factor de potencia en función del cable.

1.1. CÁLCULO POR INTENSIDAD ADMISIBLE

1.1.1. Corriente Continua

A continuación, se exponen las condiciones de instalación para comprobar el criterio de intensidad admisible en **corriente continua:**

Material del conductor	Cobre
Tipo de cable	H1Z2Z2-K
Factor de potencia - cos ϕ	1
Método de instalación	En bandeja perforada
Coeficiente de seguridad REBT	1,25
Temperatura ambiente	40ºC
Factor de corrección (T ambiente)	0,93
Agrupación de circuitos	15
Factor de corrección (Agrupación)	0,6
CC intensidad	140
Intensidad corregida	313,6

Tabla 2.- Cálculo intensidad corregida en CC.

Según el criterio de intensidad admisible del cableado, si la intensidad corregida es inferior a la intensidad admisible del cable 25 mm^2 (H1Z2Z2-K) cuyo valor es de 176 A por 2 conductores = 352 A , cumple con el REBT.

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro máximo del conductor (mm)	Diámetro exterior del cable (mm) (1)	Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	Radio mínimo de curvatura estático (mm)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad admisible al aire (A) (2)	Intensidad admisible al aire T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (A) (3)	Intensidad admisible bajo tubo enterrado (A) (4)	Caída de tensión continua (V/(A km))	Emisiones de CO_2 (t/km) (5)
1 x 4	3,0	5,6	22	11	61	5,090	46	55	42	10,18	0,189
1 x 6	3,9	6,3	25	13	80	3,390	59	70	53	6,78	0,262
1 x 10	5,1	7,2	36	22	124	1,950	82	98	70	3,90	0,441
1 x 16	6,3	8,3	42	25	186	1,240	110	132	91	2,48	0,735
1 x 25	7,8	10,5	53	32	286	0,795	140	176	116	1,59	1,051

1.1.2. Corriente Alterna

Para el cálculo de intensidad admisible en **corriente alterna** se han considerado los factores de corrección por temperatura del suelo (KT), resistividad térmica del terreno (KR), agrupamiento de ternas (KA) y por profundidad de emplazamiento (KP).

Material del conductor	Aluminio
Tipo de cable	AL XZ1 (S)
Factor de potencia - cos ϕ	1
Método de instalación	En bandeja perforada
Coeficiente de seguridad	1,25
Temperatura ambiente	40ºC
Factor de corrección (T ambiente)	0,93
Agrupación de circuitos	2
Factor de corrección (Agrupación)	0,80

Tabla 3.- Valores utilizados para el cálculo AC.

La comprobación por el criterio de intensidad admisible se verá reflejada en la tabla correspondiente junto con los cálculos por caída de tensión.

1.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

1.2.1. Corriente Continua

Rack	PCS	P_{MPP}(kW) Cluster	I_{MPP} (A)	V_{MPP} (V)	Longitud de cálculo (m)	Sección (mm^2)	Nº conductores	Pérdida de voltaje (V)	Pérdida voltaje (%) < 1,5%	Pérdida potencia (W)
R1.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	16	25	2	1,85	0,15%	323,47
R2.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	15	25	2	1,73	0,14%	303,25
R3.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	14	25	2	1,62	0,13%	283,03
R4.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	13	25	2	1,50	0,12%	262,82
R5.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	12	25	2	1,39	0,11%	242,60
R6.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	11	25	2	1,27	0,10%	222,38
R7.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	10	25	2	1,16	0,09%	202,17
R8.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	9	25	2	1,04	0,08%	181,95
R9.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	8	25	2	0,92	0,08%	161,73
R10.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	7	25	2	0,81	0,07%	141,52
R11.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	6	25	2	0,69	0,06%	121,30
R12.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	5	25	2	0,58	0,05%	101,08
R13.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	4	25	2	0,46	0,04%	80,87
R14.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	3	25	2	0,35	0,03%	60,65
R15.PCS1	1	172,03	175,00	1228,80	2	25	2	0,23	0,02%	40,43
DC PANEL -PCS1	1	2580,48	175,00	1228,80	10	25	16	2,17	0,18%	379,06
R16.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	16	25	2	1,85	0,15%	323,47
R17.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	15	25	2	1,73	0,14%	303,25
R18.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	14	25	2	1,62	0,13%	283,03
R19.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	13	25	2	1,50	0,12%	262,82

Rack	PCS	P_{MPP}(kW) Cluster	I_{MPP} (A)	V_{MPP} (V)	Longitud de cálculo (m)	Sección (mm^2)	Nº conductores	Pérdida de voltaje (V)	Pérdida voltaje (%) < 1,5%	Pérdida potencia (W)
R20.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	12	25	2	1,39	0,11%	242,60
R21.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	11	25	2	1,27	0,10%	222,38
R22.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	10	25	2	1,16	0,09%	202,17
R23.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	9	25	2	1,04	0,08%	181,95
R24.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	8	25	2	0,92	0,08%	161,73
R25.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	7	25	2	0,81	0,07%	141,52
R26.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	6	25	2	0,69	0,06%	121,30
R27.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	5	25	2	0,58	0,05%	101,08
R28.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	4	25	2	0,46	0,04%	80,87
R29.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	3	25	2	0,35	0,03%	60,65
R30.PCS2	2	172,03	175,00	1228,80	2	25	2	0,23	0,02%	40,43
DC PANEL -PCS2	2	2580,48	175,00	1228,80	10	25	16	2,17	0,18%	379,06
								PROMEDIO	**0,09%**	

Tabla 4.- Cálculo completo de la instalación de almacenamiento BESS en corriente continua.

1.2.2. Corriente Alterna

TRAMO	LONG (m)	POT (kVA)	Un (kV)	FP	IL (A)	KT	KA	FSC	Cables	Sección (mm2)	I. adm (A)	I. Nom (A)	Cumple	CdT (%)
PCS1 - CT	20,00	2771	0,55	1	3635,99	0,93	0,8	0,74	8	**630**	615	611	SI	0,16%
PCS2 - CT	22,00	2771	0,55	1	3635,99	0,93	0,8	0,74	8	**630**	615	611	SI	0,17%
PROMEDIO														**0,16%**

Tabla 5.- Cálculo completo de la instalación de almacenamiento BESS en corriente alterna.

2. CÁLCULOS DE LAS LÍNEA ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

2.1. LÍNEA DE EVACUACIÓN

La instalación proyectada, tendrá origen en el centro de protección y medida (CPM) de la planta "BESS ALDEHUELA 1_ST" y final en un nuevo Centro de Seccionamiento de Interconexión (CSI) a construir en la línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340).

Para la realización de la conexión entre ambos puntos se ha previsto la realización de una línea subterránea de 1.193,75 de longitud entre el CPM y el Centro de Seccionamiento (objeto de otro proyecto).

Tanto CPM, CSI como la totalidad del trazado de la línea se ubican en los términos municipales de Fuenlabrada, en la provincia de Madrid.

El trazado de la línea de evacuación no afecta a ningún término municipal adicional.

El inicio y fin de la línea se realiza desde las siguientes parcelas. El resto del recorrido de la línea puede consultarse en los planos del proyecto:

- INICIO DE LA LÍNEA – CPM BESS ALDEHUELA 1_ST
    - X: 434.143: Y: 4.458.257 (HUSO 30)
    - REFERENCIA CATASTRAL: 4283305VK3548S0001ZU
    - C/P.P. BAÑUELO 21(3) SUELO
    - 28946 FUENLABRADA (MADRID)
    - SUPERFICIE CATASTRAL: 1.008 m^2
- FIN DE LA LÍNEA – CSI a construir en línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340), denominaciones según los sistemas de la empresa distribuidora
    - X=433.509; Y=4.458.759
    - REFERENCIA CATASTRAL: 3487303VK3538N0001JK
    - PJ BARRANCO FUENTE 140(P)
    - 28946 FUENLABRADA (MADRID)
    - SUPERFICIE CATASTRAL: 4.396 m^2

2.1.1. Caída de tensión

La caída de tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \text{sen}\varphi) \cdot L$$

Siendo:

- ΔU = Caída de tensión, en V.
- I = Intensidad de la línea, en A.
- X = Reactancia por fase y por Km., en Ω/ Km.
- R = Resistencia por fase y por Km, en Ω/ Km.
- φ = Ángulo de fase.
- L = Longitud de la línea en Km.

Tenemos que la expresión final de la caída de tensión será:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2}(R \cdot + X \cdot \tan\varphi)$$

2.1.2. Pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia que se dan en la línea, por efecto Joule, vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3\ R\ L\ I^2$$

siendo:

-ΔP = Pérdida de potencia, en W.

- R = Resistencia del conductor en Ω/ Km.

- L = Longitud de la línea en Km.

- I = Intensidad de la línea en A.

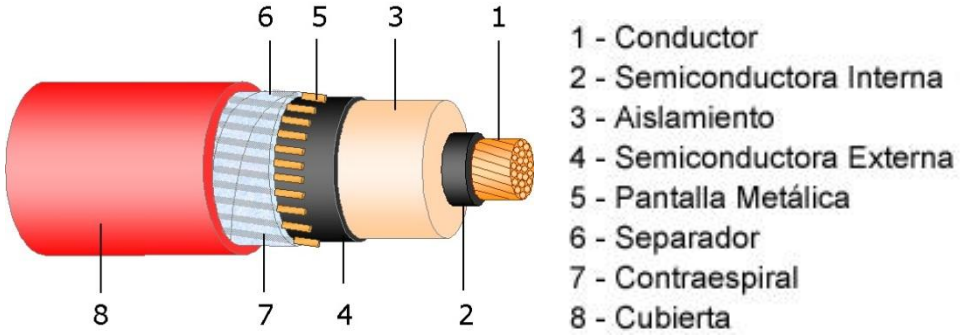
La pérdida de potencia en % vendrá dada por:

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

2.1.3. Intensidad máxima admisible por la línea

Los cables que se instalarán son del tipo aislamiento seco, campo radial, apantallados, construidos para una tensión 12/20 KV.

Los circuitos se compondrán de un conductor unipolar por fase, de aluminio, cuya denominación es: AL HEPRZ1 12/20 KV - 1X240 mm².



Las características principales, son:

DESCRIPCIÓN	VALOR
Sección del conductor:	240 mm²
Sección de la pantalla:	16 mm²
Tensión nominal:	12/20 kV
Tensión máxima:	24kV
Intensidad admisible al aire (40°C):	495A
Intensidad admisible enterrado (25°C):	365A
Intensidad admisible bajo tubo:	345A

DESCRIPCIÓN	VALOR
Intensidad max de cortocircuito durante 1 s (kA)	21,40

Tabla 6.- Características de las líneas de conexión de MT

La línea se traza enterrada bajo tubo. En estas condiciones y según tanto las características del conductor aportado por el fabricante como según la ITC-LAT 06 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS 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.

Las condiciones reales que se prevén para la instalación de la línea son las siguientes:

- PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DE LA LÍNEA: 80cm
- TEMPERATURA DEL TERRENO: 25ºC
- RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO: 1.2K·m/W

Bajo estas condiciones, las intensidades máximas que pueden soportar las líneas se comprobaran en el apartado resultados aplicando los factores de corrección correspondientes

2.1.4. Intensidad de cortocircuito

En la tabla, se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado según Norma UNE 21192, considerando como temperatura inicial θi, las temperaturas máximas en servicio permanente, para cada tipo de aislamiento (HEPR y XLPE) θs y como temperatura final la de cortocircuito de 250ºC, θcc. En el cálculo se considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm²

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

tcc = duración del cortocircuito, en segundo

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de tcc distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior.

K coincide con el valor de intensidad tabulado para tcc = 1s, para los distintos tipos de aislamientos (HEPR y XLPE).

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial θi diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente θs, basta multiplicar el correspondiente valor de la Tabla por el factor de corrección,

$$\sqrt{\frac{\ln\left(\frac{(\theta_{cc}+\beta)}{(\theta_i+\beta)}\right)}{\ln\left(\frac{(\theta_{cc}+\beta)}{(\theta_s+\beta)}\right)}}$$

Donde: β=235 para el cobre y β=228 para el aluminio.

En la siguiente tabla, se indican las densidades máximas admisibles de la corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio de los cables aislados con etileno propileno de alto modulo (HEPR) y polietileno reticulado (XLPE), en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de Aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Tabla 7.- Duración del cortocircuito tcc

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

Por lo tanto, para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se supone como dato de partida la potencia de cortocircuito en la red de media tensión estimado es de 326 MVA. La intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión en el supuesto más desfavorable será:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{cc}} = \frac{326}{\sqrt{3} \cdot 15} = 12{,}54kA$$

Asumiendo que la Compañía Suministradora da un tiempo de desconexión de un segundo de las protecciones en la subestación, la intensidad de cortocircuito máxima admisible por el conductor, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{326 \cdot 145}{\sqrt{1}} = 47{,}27kA$$

La corriente de corto circuito soportada por el cable durante un segundo (Icc=47,27kA) es mayor que la máxima esperada en ese punto (Iccp=12,54 kA), por lo que se considera adecuado.

La sección de las pantallas del cableado viene normalizada por Iberdrola.

En este caso, al ser de **sección 240 la pantalla es de sección 16mm^2.**

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

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferrorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

2.1.5. Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos serán las indicadas en tablas. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

2.1.6. Protecciones conta sobrecargas

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

2.1.7. Protecciones contra sobretensiones

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

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

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

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

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	-	-	-	-

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m

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

Tabla 8.- Factores de corrección líneas M

2.1.8. Anejo justificativo Software Dmelect

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$I = S \times 1000 / 1{,}732 \times U$ = Amperios (A)

$e = 1.732 \times I[(L \times \text{Cos}\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)]$ = voltios (V)

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = Nº de conductores por fase.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C. (Conductores bimetálicos, ρ_{20} = Stotal/Σ(s/ρ), siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm²/m

Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm²/m

Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al y demás conductores = 0.004032

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

HEPR = 90°C (105°C, Uo/U<=18/30 kv)

PVC = 70°C

Conductores Recubiertos = 90°C

Conductores Desnudos = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Cortocircuito

* IpccM = Scc x 1000 / 1.732 x U

Siendo:

IpccM: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

* Icccs = Kc x S / $(tcc)^{½}$

Siendo:

Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm².

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

Red LSMT Aldehuela

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 15000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89

- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

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

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	CPM ALDEHUELA	CSI ALDEHUELA	1.194	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-192,45	3x240	200	355,35/1,03

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CPM ALDEHUELA	77,62	14.922,38	0,517*	-192,45 A(-5.000 KVA)
CSI ALDEHUELA	0	15.000	0	192,45 A(5.000 kVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

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

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	CPM ALDEHUELA	CSI ALDEHUELA	17,417

Pérdida Potencia Activa Total = 17,417 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

CSI ALDEHUELA-CPM ALDEHUELA = 17,417 kW

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

CSI ALDEHUELA-CPM ALDEHUELA = 0,52 %

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

Scc = 326 MVA.

U = 15 kV.

tcc = 0,5 s.

IpccM = 12.547,75 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	CPM ALDEHUELA	CSI ALDEHUELA	3x240	30.207,6		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

Ipcc en la pantalla = 1.000 A.

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

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm².

Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.1.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
Up	tensión primaria [kV]
Ip	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

Para el transformador del Centro de Transformación, la potencia es de 5000 kVA.

- Ip = 192,45 A

3.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \qquad (2.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_s	tensión en el secundario [kV]
I_s	intensidad en el secundario [A]

Para el transformador del Centro de Transformación, la potencia es de 5000 kVA, y la tensión secundaria es de 550 V en vacío.

- La intensidad en las salidas de 550 V en vacío puede alcanzar el valor

- Is = 5248,6 A.

3.3. CORTOCIRCUITOS

OBSERVACIONES

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \qquad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 326 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- Iccp = 12,54 kA

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el Centro de Transformación, la tensión porcentual del cortocircuito del 8%, y la tensión secundaria es de 550 V en vacío.

- La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 800 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:
  - Iccs = 65,6 kA

3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

3.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

3.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

Para el Centro de Transformación

- Icc(din) = 31,37 kA

3.7. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

Para el Centro de Transformación

- Icc(ter) = 12,54 kA

3.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

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

Los transformadores están protegidos en BT, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

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

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

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en BT

Las protecciones han sido elegidas según las necesidades de la instalación, considerando el cuadro como un especial.

3.9. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

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

Centro de Transformación FV

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 192 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 305 A para un cable de sección de 150 mm2 de Al según el fabricante.

3.10. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio por el fabricante (Power Electronics):

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \qquad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [kW]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [kW]
K	coeficiente en función de la forma de las rejas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
DT	aumento de temperatura del aire [ºC]
Sr	superficie mínima de las rejas de entrada [m2]

Para el caso particular de este edificio, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada.

3.11. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

3.12. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{dmax\ cal.} = \frac{Un}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R^2_n + X^2_n}} \qquad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d\ max\ cal.}$ Intensidad máxima calculada [A]

Centros de Transformación

La Id max en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

- Id max cal.= 346,41 A

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

- Id max = 300 A

DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

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

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio; Ur = 15 kV

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro; Rn = 0 Ohm
- Reactancia del neutro; Xn = 25 Ohm
- Limitación de la intensidad a tierra; Idm = 300 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT en todos los centros de transformación :

- Vbt = 8000 V

Características del terreno:

- Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m
- Resistencia del hormigón R'o = 3000 Ohm

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \qquad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n	tensión de servicio [V]
R_n	resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
X_n	reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- Id = 173,2 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- Rt = 43,30 Ohm

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

Para los Centros de Transformación

Para este caso, y según los valores antes indicados:

- Kr <= 0,2887

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

· De la resistencia Kr = 0,084

· De la tensión de paso Kp = 0,0186

· De la tensión de contacto Kc = 0.0409

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

· Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

· En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

· En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R_t' = K_r \cdot R_o \qquad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Para el Centros de Transformación del proyecto:

- R't = 12,60 Ohm
- la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):
  - I'd = 300A

CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

Para los Centros de Transformación del proyecto:

- V'd = 5040 V

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

Para los Centros de Transformación del proyecto:

V'c = 2454 V

CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

Para los Centros de Transformación del proyecto:

· V'p = 1116 V

CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

· t = 0,2 s

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000}\right] \qquad (2.9.7.a)$$

donde:

Uca	valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R_{a1}	Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

Para los Centros de Transformación del proyecto:

· Vp = 31152 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_0^r}{1000}\right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

Para los Centros de Transformación del proyecto:

· Vp(acc) = 76.296 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de todos los Centros de transformación del proyecto son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

· V'p = 1116 V < Vp = 31152 V

Tensión de paso en el acceso al centro:

· V'p(acc) = 2454 V < Vp(acc) = 76296 V

Tensión de defecto:

· V'd = 5040 V < Vbt = 10000 V

Intensidad de defecto:

· Ia = 100 A < Id = 300A < Idm = 300 A

CÁLCULO DE TIERRA DE SERVICIO

Al disponer de un sistema IT en la instalación, no se diseñará la toma de tierra de servicio en los transformadores de potencia del parque solar.

IVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR No aplica.

4. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

4.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

Al no incluirse transformadores en este Centro, la intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 400 A.

4.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

4.3. CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \qquad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 326 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- Iccp = 12,54 kA

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

4.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por Ormazabal han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

4.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

4.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

Para el Centro de Protección y Medida

- Icc(din) = 31,37 kA

4.7. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

Para el Centro de Protección y Medida

- Icc(ter) = 12,54 kA

4.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en BT.

4.9. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro.

4.10. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

4.11. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{dmax\ cal.} = \frac{Un}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R^2_n + X^2_n}} \qquad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d\ max\ cal.}$ Intensidad máxima calculada [A]

Centro de Protección y Medida

La Id max en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

- Id max cal.= 346,412 A

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

- Id max = 300 A

DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

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

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio; Ur = 15 kV

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro; Rn = 0 Ohm
- Reactancia del neutro; Xn = 25 Ohm
- Limitación de la intensidad a tierra; Idm = 300 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT en todos los centros de transformación :

- Vbt = 8000 V

Características del terreno:

- Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m
- Resistencia del hormigón R'o = 3000 Ohm

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \qquad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n	tensión de servicio [V]
R_n	resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
X_n	reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- Id = 132,665 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- Rt = 60,30 Ohm

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

Para el Centro de Protección y Medida

Para este caso, y según los valores antes indicados:

- Kr <= 0,402

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 4.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia Kr = 0,097

· De la tensión de paso Kp = 0,0221

· De la tensión de contacto Kc = 0,0483

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

· Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

· En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

· En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \qquad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Para el Centro de Protección y Medida del proyecto:

· R't = 14,55 Ohm

· la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

  ○ I'd = 299A

<u>CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN</u>

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

Para el Centro de Protección y Medida del proyecto:

· V'd = 4356 V

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

Para el Centro de Protección y Medida del proyecto:

V'c = 2619 V

CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

Para el Centro de Protección y Medida del proyecto:

· V'p = 992 V

CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

· t = 0,2 s

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000}\right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

Uca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

Para el Centro de Protección y Medida del proyecto:

· Vp = 31152 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_0^r}{1000}\right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

Para el Centro de Protección y Medida del proyecto:

· Vp(acc) = 76.296 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de todos los Centros de transformación del proyecto son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

· V'p = 992 V < Vp = 31152 V

Tensión de paso en el acceso al centro:

· V'p(acc) = 2169 V < Vp(acc) = 76296 V

Tensión de defecto:

· V'd = 4356 V < Vbt = 8000 V

Intensidad de defecto:

· Ia = 100 A < Id = 299A < Idm = 300 A

INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

En el Centro de Protección y Medida no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	**I. Memoria**
ANEJO	**03.- Cronograma**



ENERGY FACTORY

emin.energy

TAREAS	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12				MES 13				MES 14			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ACTUACIONES PREVIAS																																																							
Desbroce y limpieza del terreno																																																							
OBRA CIVIL																																																							
Obra civil																																																						
EQUIPOS																																																						
BESS																																																						
BAJA TENSIÓN																																																						
Instalación de baja tensión																																																						
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN																																																						
Centros de Transformación																																																						
MEDIA TENSIÓN																																																						
Instalación de línea media tensión																																																						
SEGURIDAD Y COMUNICACIONES																																																						
CCTV y SACADA																																																						
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA																																																						
Pruebas y Puesta en Marcha																																																						

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	**I. Memoria**
ANEJO	**04.- RBDA**



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ANEJO 4

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)

ÍNDICE

ÍNDICE.....2

1. CONTENIDO.....3

2. RBDA DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "BESS ALDEHUELA 1_ST" 4

3. RBDA DE LA INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN.....5

4. PARCELAS AFECTADAS BESS ALDEHUELA 1_ST 6

5. PARCELAS AFECTADAS POR LA INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN.....7

1. CONTENIDO

La instalación de almacenamiento "BESS ALDEHUELA" se proyecta en C/P.P. BAÑUELO 21(3) en el municipio de Fuenlabrada (Madrid), con una superficie catastral de 1.008 m^2, de los cuales se encuentran dentro de vallado (984 m^2), sin afectar a terceros.

Por otro lado, la Relación de Bienes y Derechos Afectados por la ejecución de la línea de evacuación de media tensión entre el Centro de Protección y Medida de la instalación BESS ALDEHUELA y el Centro Seccionamiento a instalar construir en la línea 21 - ST FUENLABRADA-LINEA 21 de 15 kV de la ST FUENLABRADA (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre ST FUENLABRADA (3653) y CT CONSTITUCION 2 (30907340).

LINEA DE CONEXIÓN MT

- Ocupación permanente
    - Subterránea: ancho de la canalización (D) + mitad de anchura de la canalización (D/2) a cada lado desde el borde de la misma. Es decir, en nuestro caso 1 metro.
- Ocupación temporal:
    - Subterránea: es la superficie ocupada permanente de la zanja añadiendo 1 metro a cada lado. En aquellos casos que eso pueda provocar afección a parcelas privadas, se ocupará un ancho de dos metros a partir de uno de los bordes de la zanja permanente.

En los listados siguientes se detalla la parcela catastral afectada, el tipo de afección y la superficie afectada.

2. RBDA DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “BESS ALDEHUELA 1_ST”

MUNICIPIO	DATOS PARCELA		
	REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE (m²)	DIRECCIÓN
Fuenlabrada (Madrid)	4283305VK3548S0001ZU	1.008	C/P.P. BAÑUELO 21(3) Suelo

3. RBDA DE LA INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

RBDA LINEA DE CONEXIÓN MT

MUNICIPIO	DATOS PARCELA				ZANJAS		
	REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE (m²)	POLIGONO	PARCELA	LONGITUD LINEA ml	OCUPACIÓN PERMANENTE (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)
Fuenlabrada	Parcela sin Ref Catastral – Vial público "C/ H P.P BAÑUELO				154,89	154,89	309,79
Fuenlabrada	Parcela sin Ref Catastral - Vial público "C/ G P.P BAÑUELO				244,53	244,53	498,05
Fuenlabrada	28058A01400280	260.216	014	00280	758,06	758,06	1.516,12
Fuenlabrada	28058A01400281	5.000	014	00281	35,53	35,53	69,21

4. PARCELAS AFECTADAS BESS ALDEHUELA 1_ST

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA PRIMERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO DE HACIENDA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 4283305VK3548S0001ZU

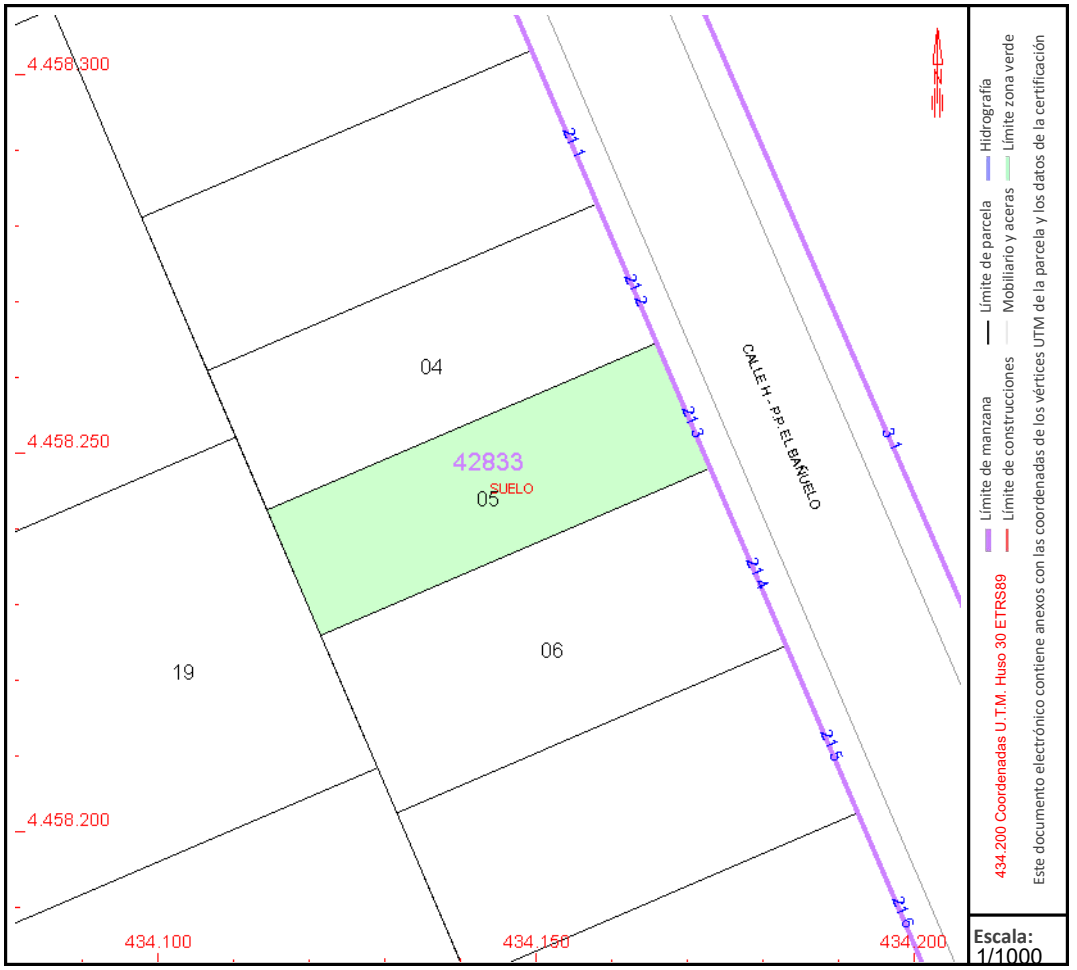
DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
CL H-P.P. BAÑUELO 21[3] Suelo
28946 FUENLABRADA [MADRID]

Clase: URBANO
Uso principal: Suelo sin edif.
Superficie construida:
Año construcción:

PARCELA

Superficie gráfica: 1.008 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Lunes , 15 de Diciembre de 2025

5. PARCELAS AFECTADAS POR LA INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA PRIMERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO DE HACIENDA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 28058A014002800000DP

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

CL CONSTITUCION Polígono 14 Parcela 280

ALDEHUELA. 28946 FUENLABRADA [MADRID]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

Superficie construida: 18.176 m2

Año construcción: 2008

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera/Planta/Puerta	Superficie m²
APARCAMIENTO	/00/P1	1.986
OBR URB INT	/00/Y3	1.693
OBR URB INT	/00/Y4	3.650
SOPORT. 50%	/00/05	253
RELIGIOSO	/00/06	299
OCIO HOSTEL.	/00/07	248
APARCAMIENTO	/00/08	169
OBR URB INT	/00/Y11	8.000
OTROS USOS	/00/Y10	1.878

CULTIVO

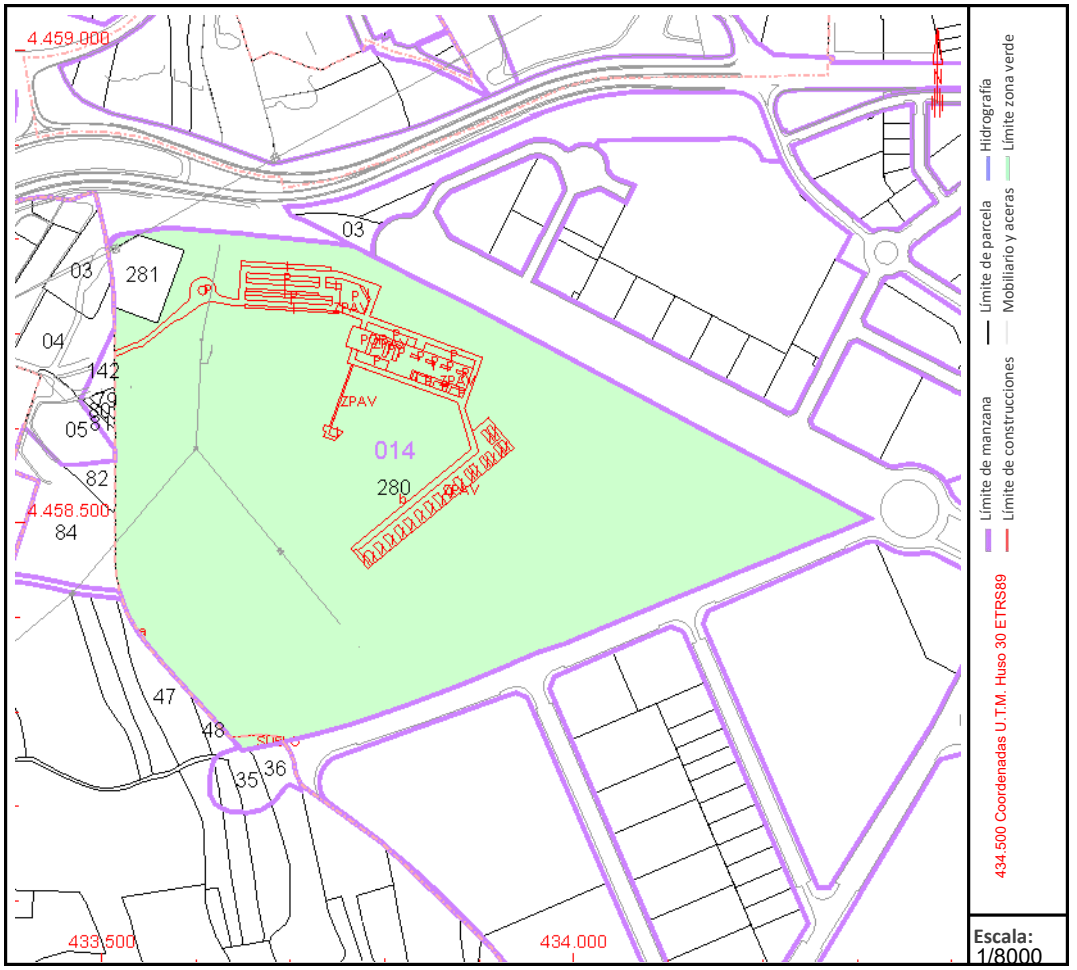
Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	E- Pastos	00	27
b	E- Pastos	00	249.614

PARCELA

Superficie gráfica: 260.216 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Lunes , 15 de Diciembre de 2025

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA PRIMERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO DE HACIENDA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 28058A014002810000DL

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Bl:T Es:O Pl:DO Pt:S Polígono 14 Parcela 281

ALDEHUELA. FUENLABRADA [MADRID]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Industrial agr.

Superficie construida: 2.519 m2

Año construcción: 2009

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera/Planta/Puerta	Superficie m²
INDUSTRIAL	/00/01	879
OBR URB INT	/00/02	1.640

CULTIVO

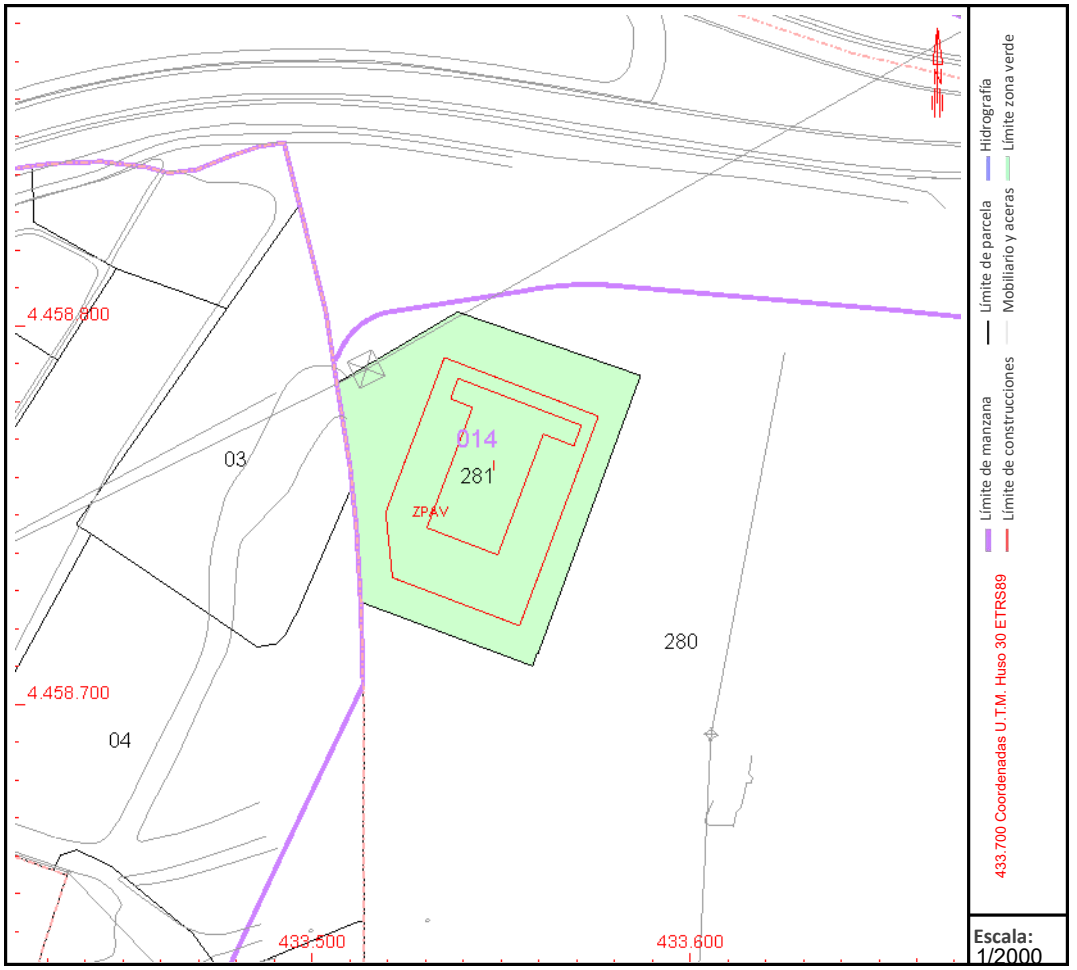
Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
0	E- Pastos	00	2.481

PARCELA

Superficie gráfica: 5.000 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Lunes , 15 de Diciembre de 2025

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	**I. Memoria**
ANEJO	**05.- Gestión de Residuos**



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ANEJO 5

GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

ÍNDICE 2

1. OBJETO 4

1.1. IDENTIFICACIÓN 5

1.1.1. Productor de residuos (promotor) 5

1.1.2. Poseedor de residuos (constructor) 5

1.1.3. Gestor de residuos 6

1.2. OBLIGACIONES DE LOS INTERVINIENTES 6

1.2.1. Productor de residuos (promotor) 6

1.2.2. Poseedor de residuos (constructor) 8

1.2.3. Gestor de residuos 11

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA LEY 7/2022. 12

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA 13

4. CRITERIOS DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS 15

4.1. COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS: 16

4.2. ALMACENAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS 18

4.3. EMPLEO DE MATERIALES REUTILIZADOS Y RECICLADOS 19

4.3.1. Materiales reutilizables 20

4.3.2. Materiales reciclables 20

4.4. INFORMACIÓN AL PERSONAL DE LA OBRA 21

5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA 21

5.1. TIERRA VEGETAL 23

5.2. TIERRAS SOBRANTES DE LAS EXCAVACIONES 24

5.3. HORMIGÓN 25

5.4. MADERA 25

5.5. OBRAS DE FÁBRICA Y PEQUEÑOS ELEMENTOS 27

5.6. METALES 27

5.7. EMBALAJES Y PLÁSTICOS 28

5.8. MEDIDAS PARA LA SEGREGACIÓN DE RCDS EN OBRA 29

5.9. UBICACIÓN DE ÁREAS DE GESTIÓN DE RCD EN LA OBRA 29

5.10. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES A UBICAR EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN TEMPORAL DE RCD 30

5.11. CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN 30

6. MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS 31

7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN..... 34

8. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS 35

8.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA 35

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto desarrollar un Plan de Gestión para los residuos que se generarán durante la ejecución de la obra, considerando las exigencias establecidas en la normativa estatal y autonómica respecto a la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

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* (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, en conformidad con la lista establecida en la *Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.*
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

A través de este Plan de Gestión de Residuos se analiza la gestión de los residuos en la obra, considerando sus características específicas y las posibles alternativas, priorizando la aplicación del criterio de minimización, reutilización, reciclado y depósito en vertedero.

Cabe destacar que, independientemente del estudio y dentro del mismo proceso de gestión de los residuos de obra, la correcta información y la concienciación ambiental de todo el personal implicado en la obra suponen un papel fundamental para la consecución de los objetivos deseados.

1.1. IDENTIFICACIÓN

El presente estudio corresponde al Proyecto "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid).

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	**EFM SOLAR 30, S.L.**
Proyectista	**EMIN ENERGY**
Director de Obra	**A designar por el promotor**
Director de Ejecución	**A designar por el promotor**

El Real Decreto 105/2008 establece las siguientes definiciones acerca de los intervinientes en la producción y gestión de los residuos (art. 2, Definiciones):

1.1.1. **Productor de residuos (promotor)**

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición. En aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

1.1.2. **Poseedor de residuos (constructor)**

La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

1.1.3. **Gestor de residuos**

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

1.2. OBLIGACIONES DE LOS INTERVINIENTES

1.2.1. **Productor de residuos (promotor)**

Sin perjuicio de cualquiera otra normativa sectorial que le fuera de aplicación los productores de RCD, en base a lo establecido en el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, tienen la obligación de:

Incluir en el proyecto de ejecución de la obra que genere los RCD un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el contenido mínimo siguiente:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados conforme a la lista europea de residuos establecida en la *Decisión 2014/955/UE*.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5 del *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero*.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Atender a la jerarquía en la gestión de los residuos, impuesta por la normativa comunitaria y estatal, según la cual se primará por este orden la reutilización, el reciclado, la valorización y en último caso la eliminación de los mismos.

Prestar toda la colaboración a las autoridades competentes, a fin de permitirles realizar los exámenes, controles, toma de muestras, recogida de información y cualquier otra operación para el cumplimiento de su misión.

Constituir una fianza u otra garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia de obras, en relación con los residuos de construcción y demolición.

En el caso de obras de construcción y demolición sujetas a licencia urbanística, o en aquellas no sujetas a licencia urbanística, pero que se desarrollen dentro del término municipal de un sólo municipio, será en el Ayuntamiento de dicho término municipal en el que se depositará la fianza.

En el caso de obras lineales o que afecten a varios términos municipales, y no estén sujetas a licencia urbanística, la fianza deberá depositarse ante el órgano competente en materia ambiental de la Comunidad de Madrid.

La cuantía de dicha garantía financiera se basará en el presupuesto incorporado al estudio de gestión y será proporcional a la cantidad de residuos que se estima se van a generar, salvo que el presupuesto haya sido elaborado de modo infundado a la baja, en cuyo caso, los Servicios Técnicos Municipales podrán elevar motivadamente el importe de la fianza. No obstante, al objeto de establecer criterios mínimos comunes a todas las fianzas, se establecerá el importe mínimo teniendo en cuenta la categoría, definidas en el Decreto 189/2005, de 13 de diciembre, y la cantidad de residuos de cada categoría que se generará durante el desarrollo de las obras, según se recoge en el Estudio de Generación de Residuos del proyecto, estableciéndose los siguientes importes mínimos:

Residuos de categoría I: 1.000 euros/m3.
Residuos de categoría II: 30 euros/m3.
Residuos de categoría III: 15 euros/m3.
Residuos de categoría IV: 7 euros/m3.

El importe de la fianza no podrá ser inferior al 0,4% del presupuesto de ejecución material de la obra.

Finalizada la obra se procederá a la devolución de la fianza o garantía financiera equivalente, siempre que su titular acredite de manera fehaciente una correcta gestión de los residuos generados, mediante la presentación del

correspondiente certificado de gestión, emitido al efecto por un gestor autorizado de residuos de construcción y demolición.

Igualmente se presentará para la devolución de la fianza, certificado de la Dirección Facultativa de las obras, por medio del cual quede constancia, de que se ha llevado a cabo, en el lugar de las obras, el Plan de Gestión de Residuos, por parte del poseedor de los mismos.

En caso de no acreditarse una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición, y sin perjuicio de la aplicación del régimen sancionador previsto en la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, la Entidad Local deberá ejecutar, con carácter subsidiario y con cargo a la fianza constituida, las actuaciones necesarias para la correcta gestión de los mismos.

1.2.2. **Poseedor de residuos (constructor)**

Los poseedores de RCD estarán obligados a:

Presentar a la propiedad de la obra un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición del proyecto de obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados conforme a la lista europea de residuos (artículo 6 de la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular)*, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t.
Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.
Metal: 2 t.
Madera: 1 t.
Vidrio: 1 t.
Plástico: 0,5 t.
Papel y cartón: 0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en los puntos anteriores, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

El gestor se convierte en titular de los residuos de construcción y demolición aceptados a la recepción de los mismos, en cuyo acto se procederá a la formalización de un certificado de gestión de los residuos en el que constarán como mínimo los datos identificativos del productor o poseedor, y en su caso, del gestor con el que se formalice la recepción

con su correspondiente número de autorización, así como los referentes al tipo de residuo que se transfiere, la cantidad y las operaciones de gestión a que se someterán los residuos. Tanto los productores o poseedores, como los gestores, conservarán un ejemplar de los certificados de gestión durante un periodo mínimo de cinco años desde la fecha de emisión del documento, estando durante dicho periodo a disposición de la Administración competente a requerimiento de ésta.

Modelo de certificado de gestión de RCD

LOGOTIPO DEL GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS

CERTIFICADO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).

Número de certificado	**Fecha de entrega**

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR DE LOS RESIDUOS

Nombre o Razón social	N.I.F
Domicilio	
Municipio	Provincia
Código Postal	Teléfono

2. IDENTIFICACIÓN DEL POSEEDOR DE LOS RESIDUOS

Nombre o Razón social	N.I.F
Domicilio	
Municipio	Provincia
Código Postal	Teléfono

3. OBRA DE PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS

Denominación de la obra	
Domicilio	
Municipio	Provincia
Licencia municipal o expediente de obra:	

4. IDENTIFICACIÓN DEL GESTOR INTERMEDIO DE LOS RESIDUOS (almacén de RCD)

Nombre o Razón social	N.I.F	Nº de autorización
Domicilio		

5. IDENTIFICACIÓN DEL GESTOR FINAL DE LOS RESIDUOS

Nombre o Razón social	N.I.F	Nº de autorización
Domicilio		

6. RESIDUOS ENTREGADOS AL GESTOR

Residuo	Código LER	Peso (toneladas)	Operación de gestión a realizar

Nombre, apellidos y NIF del productor o poseedor:	Fecha y firma:
Nombre, apellidos y NIF del gestor de los residuos:	Fecha y firma:

1.2.3. **Gestor de residuos**

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos (artículo 6 de la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular)*, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA LEY 7/2022.

Todos los posibles residuos generados en la obra de demolición se han codificado atendiendo a la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, en conformidad con la lista establecida en la *Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014*, para la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER), dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El *Real Decreto 105/2008* (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

> *Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.*

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Material según Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
RCD de Nivel I
1 Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétrea
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétrea
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

En base a los datos disponibles a partir de las mediciones del proyecto de obra y a estudios propios sobre Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados en obras similares, se realiza una previsión de los residuos y cantidades que presumiblemente se generarán en la obra.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

CÓDIGO SEGÚN LEY 7/2022		DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (t)	Metros cúbicos (m3)
17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
	17 01 01	Hormigón	10,16	10,12
	17 01 02	Ladrillos	0,03	0,04
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	0,07	0,04
	17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.	0,00	0,00

CÓDIGO SEGÚN LEY 7/2022		DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (t)	Metros cúbicos (m3)
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	0,00	0,00
17 02 Madera, vidrio y plástico				
	17 02 01	Madera.	0,07	0,01
	17 02 02	Vidrio.	0,00	0,00
	17 02 03	Plástico.	0,07	0,08
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,00	0,00
17 03 Mezclas Bituminosas				
	17 03 02	Asfalto	10,00	4,17
	17 04 05	Hierro y acero	0,44	0,30
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,01	0,02
17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.				
	17 05 04	Tierras sobrantes	64,80	40,50
17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.				

CÓDIGO SEGÚN LEY 7/2022		DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (t)	Metros cúbicos (m3)
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,02	0,02
17 08 Materiales de construcción a partir de yeso.				
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	0,025	0,020
Residuos peligrosos				
	15 02 02	Absorbentes contaminados (Trapos..)	0,00	0,01
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	0,00	0,02
	15 01 11	Aerosoles vacíos	0,00	0,01
20 03 RSU				
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,14	0,06
20 01 RSU				
	20 01 01	Papel y cartón	0,31	0,07
TOTAL:			**86,16**	**55,49**

4. CRITERIOS DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Durante la ejecución de una obra surgen muchas posibilidades para reducir los posibles impactos de los residuos generados. Se trata de realizar un análisis de la situación e identificar posibilidades de reducción

La mejor opción para minimizar los costes en la gestión de los residuos consiste en reducir la producción de los mismos en origen. Por ello la prevención y minimización constituyen la opción preferente para disminuir la cantidad y/o la peligrosidad de los residuos que se puedan generar, reduciendo al mismo tiempo los costes ambientales y económicos que el tratamiento conlleva.

Además de la selección previa, se apuntan a continuación una serie de recomendaciones para minimizar la producción de RCDs en la obra, y por tanto, reducir al mínimo el problema de la generación de residuos:

4.1. COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS:

- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) en envases retornables de mayor tamaño posible.
- Inspeccionar los materiales comprados antes de su aceptación.
- Comprar los materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
- Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad.
- Limpiar la maquinaria y los distintos equipos con productos químicos de baja agresividad ambiental (los envases de productos químicos tóxicos hay que tratarlos como residuos peligrosos).
- Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados.
- Adquirir equipos nuevos respetuosos con el medio ambiente.

A la hora de seleccionar proveedores, se optará por aquellas empresas que dispongan de etiqueta ecológica en sus productos o, en su defecto, por aquellas que dispongan de cualquier otro distintivo y/o certificado con significado ambiental, ya sea en sus productos (punto verde, distintivo de producto reciclable, certificación) o en la propia actividad de las empresas (Norma ISO 14001, EMAS, ISO 9001 de calidad). Este proceder favorecerá la minimización de los impactos ambientales causados por las obras, en especial en lo referente a la gestión de los residuos generados durante las actuaciones.

Las etiquetas ecológicas son sistemas voluntarios de calificación ambiental que identifican y certifican de manera oficial que ciertos productos o servicios, dentro de una categoría determinada, tienen una menor afección sobre el medio ambiente.

Así pues, la etiqueta ecológica tiene por objeto la promoción de productos que pueden reducir los efectos ambientales adversos en comparación con otros productos de la misma categoría.

Se describen a continuación las etiquetas ecológicas más habituales:

Etiqueta ecológica de la UE

En 1992 la Unión europea creó el sistema voluntario de la Etiqueta Ecológica. La etiqueta ecológica implica el haber cumplido unos criterios ambientales selectivos, transparentes y con suficiente información y base científica para que, consumidores y usuarios puedan escoger aquellos productos o servicios que la llevan. Con su elección, los consumidores se aseguran de que reducen efectos ambientales adversos y de que contribuyen a un uso eficaz de los recursos.

Sus objetivos son promover los productos y servicios que puedan reducir los efectos ambientales adversos, y contribuir así a un uso eficaz de los recursos y aun elevado grado de protección del medio ambiente. Los principios que rigen la ecoetiqueta son:

- El cumplimiento de los requisitos legales ambientales o de otro tipo, nacionales o comunitarios, aplicables a las diferentes fases del ciclo de vida de los productos y, en su caso, de los servicios.
- La determinación de los efectos ambientales mediante el examen de producto o servicio durante su ciclo de vida, y de sus interacciones con el medio ambiente, incluyendo el uso de la energía y de los recursos naturales.
- La coordinación con otros sistemas de etiquetado o de certificación de calidad y en particular, con el sistema de etiquetado energético y el sistema de agricultura ecológica.

No puede ser concedida a:

- Las sustancias o productos que estén clasificados como muy tóxicos, tóxicos, peligrosos para el medio ambiente, cancerígenos, tóxicos en lo que se refiere a la reproducción o mutagénicos, de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE del Consejo, o la Directiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Los productos fabricados mediante procesos que puedan causar daños apreciables a las personas y al medio ambiente o cuando su uso normal pueda ser nocivo para los consumidores.
- Los medicamentos o productos sanitarios de acuerdo con las definiciones de la Directiva 93/42/CEE del Consejo, destinados únicamente a uso profesional o que deban ser prescritos o controlados por facultativos.
- Los productos alimentarios y las bebidas.

AENOR- Medio Ambiente

La marca AENOR Medio Ambiente está gestionada desde AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación. Es de carácter voluntario y selectivo y está basada en los ACV (Análisis de Ciclo de Vida) del producto. Cada unidad de producto certificado presenta el logotipo AENOR Medio Ambiente.

Ángel Azul

Es la marca alemana concebida para distinguir los productos con baja incidencia sobre el medio ambiente durante su ciclo de vida. Cada producto, según cual sea su categoría, tiene la etiqueta con el logotipo de "Ángel Azul" con el texto a su alrededor que especifica su categoría.

FSC: Certificación forestal

El FSC es una asociación formada por representantes de la industria de la madera, propietarios forestales, grupos indígenas y ONG´s. La certificación FSC se centra sobre la masa forestal y promueve una gestión forestal sostenible que sea medioambientalmente aceptable, socialmente beneficiosa y económicamente viable.

Todos los productos forestales que llevan este sello han sido certificados de manera independiente como provenientes de bosques que cumplen los Principios y Criterios de gestión forestal del FSC reconocidos internacionalmente por todo tipo de asociaciones ecologistas como Greenpeace o Adena

.

4.2. ALMACENAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS

La mejora de la gestión de los residuos de construcción está íntimamente ligada a un ordenado y racional proceso de ejecución de la obra. Entre las prácticas a implantar se encuentran las siguientes:

- Informar al personal sobre las normas de seguridad existentes (o elaborar nuevas en caso necesario), la peligrosidad, la forma de manipulación, transporte y correcto almacenamiento de las sustancias. De esta manera se minimizan las pérdidas por mala utilización de las materias primas.

- Prevenir las fugas de sustancias peligrosas instalando cubetos o bandejas de retención con el fin de reducir y evitar el riesgo de contaminación del suelo y las aguas superficiales y subterráneas.
- Correcto almacenamiento de los productos: separar los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados depositados en recipientes o recintos destinados a ese fin.
- Establecer en los lugares de trabajo áreas de almacenamiento de materiales; estas zonas estarán alejadas de otras destinadas para el acopio de residuos y alejadas de la circulación.

En la siguiente tabla se muestra la manera más conveniente de almacenar las materias primas que llegan a la obra, cuya aplicación contribuirá a reducir la cantidad de residuos que se originan o el desperdicio de materiales.

Material	Almacenar cubierto	Almacenar en área segura	Almacenar en palletes	Almacenar ligados	Requerimientos especiales
Arena y grava					Almacenar en una base dura para reducir desperdicios
Tierra superficial y rocas					Almacenar en una base dura para reducir desperdicios Separarlos de contaminantes potenciales
Yeso y cemento	X		X		Evitar que se humedezcan
Ladrillos y bloques de hormigón Adoquines			X	X	Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso Proteger del tráfico de vehículos
Piezas de bordillo				X	Proteger de los movimientos de vehículos y de la rociadora de alquitrán
Prefabricados de hormigón				X	Almacenar en embalajes originales, lejos de los movimientos de los vehículos
Tuberías cerámicas y de hormigón			X	X	Usar separadores para prevenir que rueden Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Tejas de cerámica y pizarra		X	X	X	Mantener en los embalajes originales hasta el momento del uso
Baldosas de revestimiento	X	X			Envolver con polietileno para prevenir rayadas
Madera	X	X		X	Proteger todos los tipos de madera de la lluvia
Metales	X	X			Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Vidrio plano en general		X	X		Proteger el vidrio de las roturas causadas por el mal manejo o movimiento del vehículo
Pinturas		X			Proteger del robo
Membranas bituminosas	X	X			Almacenar en rollos y proteger con polietileno
Material aislante	X	X			Almacenar con polietileno
Azulejos de cerámica	X	X		X	Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Fibra de vidrio	X			X	
Ferretería	X	X			
Aceites		X			Almacenar en camiones, tanques o latas, según la cantidad Proteger el contenedor de daños para reducir el riesgo de derrame

4.3. EMPLEO DE MATERIALES REUTILIZADOS Y RECICLADOS

Se priorizará la utilización de materiales que provengan de un proceso de reciclado y/o reutilización, así como el uso de productos que puedan ser reutilizables o que posean cierto grado de reciclabilidad siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas necesarias.

En relación a la reciclabilidad o reutilización de los materiales a emplear en la obra se puede hacer la siguiente clasificación:

4.3.1. **Materiales reutilizables**

Todos aquellos que sean movibles sin sufrir deterioros durante el traslado, presentando un porcentaje de reutilización superior al 50% siendo los más destacables: colectores de hormigón, caños de hormigón armado, probetas de hormigón, barras de acero corrugado, drenes de PVC, tuberías de plástico (PVC, PE, fundición, etc.) láminas geotextiles, señalización vertical viaria, conductor de cobre, piezas de acero estructural, elementos de madera de calidad y/o recuperados en buen estado, tierras de excavación. En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados pero libres de "impurezas" puede ser directamente utilizada como material de relleno, subbases de carreteras o pavimento en vías temporales de tránsito.

4.3.2. **Materiales reciclables**

Los materiales que podrán ser reciclados en un porcentaje superior a un 50% al finalizar su vida útil, pueden ser, entre otros los siguientes: acero, zahorras y riegos de imprimación, mezclas bituminosas, material de reposiciones eléctricas, hormigones, plásticos, vidrio, papel, cartuchos de impresoras, etc.

- Aceros: procedentes de chatarra industrial de calidad. El acero suministrado es en un 98% reciclado mientras que el 2% restante son ferroaleaciones. El acero corrugado es susceptible de ser reutilizable al 100%.
- Maderas: podrán ser usadas en otras obras o construcciones afines.
- Hormigones: Priorizar las empresas que en su proceso de producción contemplan el reciclaje, la reutilización de materias primas o la optimización de recursos naturales y posibiliten la recuperación y reciclaje de los áridos.
- Canalizaciones eléctricas- PVC y polietileno reciclado son fabricadas a partid de residuos de plástico.
- Tuberías de PVC se fabrican con materiales reciclados en un 100%.
- Tuberías de fundición: tienen un 65% de materia prima reciclada (chatarras metálicas de diversa procedencia), permitiendo una capacidad de reciclado del 100%.
- Tubería de poliéster y polietileno: se estima una reciclabilidad/reutilización entre un mínimo del 67,5% y un máximo del 81%.
- Yesos- su destino preferente será la revalorización o el reciclado, aunque solo será viable si se obtienen cantidades significativas y de pureza elevada, por ejemplo, asociadas a materiales rotos en el proceso de acopio. En general se pueden reciclar en los siguientes productos fabricados con yeso: yeso en polvo, placas de escayola y placas de cartón-yeso.
- Vidrios: serán acopiados para su reciclaje, entregándose a gestores locales o municipales.

Con carácter general en la obra se adoptará las siguientes medidas:

- Se dará prioridad a la utilización de los materiales que provengan de procesos de reciclado y/o reutilización o aquellos que al término de su vida útil permiten su reciclado o reutilizado.
- Los materiales suministrados a la obra, contarán con la menor cantidad posible de material de embalaje a fin de minimizar la producción de residuos. Se favorecerá la compra de materiales y productos a granel de forma que se reduzca la generación de envases y contenedores innecesarios.
- Se dará prioridad a la adquisición de materiales a suministradores próximos a la obra para favorecer la reducción de consumo de combustible y emisiones asociadas al transporte de mercancías.
- Se primará la elección de aquellos proveedores que suministren productos con envases retornables o reciclables.

4.4. INFORMACIÓN AL PERSONAL DE LA OBRA

Se comprobará que todos cuantos intervienen en la obra (incluidas las subcontratas) conocen sus obligaciones en relación con los residuos y que cumplen las directrices del Plan de residuos.

5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

Con carácter general, para ejercer las actividades de valorización de RCD de la Comunidad de Madrid se requiere la obtención de la preceptiva autorización ambiental integrada o unificada. No obstante, los poseedores que se ocupen de la valorización de los residuos no peligrosos de construcción y demolición en la misma obra en que se han producido, pueden quedar exentos de la obtención de las citadas autorizaciones, siempre que concurran las siguientes circunstancias:

- Para dicha actividad de valorización en obra, deberán tratarse los residuos y separarse adecuadamente en el mismo recinto o traza de la obra, de tal forma que solo se podrán utilizar en obras de relleno, acondicionamiento o restauración, residuos de las categorías III y IV.
- La fracción resto procedente de dicho tratamiento y otro tipo de residuos, no valorizados en la propia obra, deberá depositarse en las instalaciones autorizadas para la gestión de residuos de construcción y demolición.

- Para proceder a realizar dichas actividades, se enviará por parte del productor, coincidiendo con la solicitud de licencia, previamente a la firma del acta de replanteo de las obras, a la Entidad Local ante la que se constituya la fianza, para su registro en dicha entidad, ficha identificativa de obras y certificado de la Dirección Facultativa, en el que se aprueba el Plan de gestión de residuos de construcción y demolición, que debe referirse a dicha actividad de valorización; posteriormente y antes de la firma del acta de recepción de las obras, y con el fin de cerrar el registro del correspondiente expediente, se remitirá certificado de la Dirección Facultativa, del cumplimiento de dicho Plan.
- Notificar la actividad de valorización a la Consejería con competencias en medio ambiente, para su registro administrativo. Esta notificación se realizará antes del inicio de la operación.

La adecuada planificación y desarrollo de los escenarios de gestión de los residuos generados en la obra debe contar con una identificación de los residuos que potencialmente son susceptibles de generarse, además del análisis de las posibilidades de gestión que cada uno de ellos tiene.

En la siguiente tabla se identifican los residuos no peligrosos (RNP) generados en la obra, así como la gestión a realizar con los mismos:

RESIDUO	GESTIÓN EN OBRA	GESTIÓN FINAL
Residuos de construcción y demolición: escombros y restos de obra (LER 170107)	**Segregación:** en contenedor de escombros **Destino:** gestor autorizado Antes de evacuar se verificará que no están mezclados con otros residuos. Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170106.	**Valorización:** utilización en la construcción **Eliminación:** en vertedero de tierras y escombros y en vertedero de RNP
Residuos de excavación: tierras no aptas para su reutilización (LER 170504)	**Segregación** en acopios separativos **Destino:** gestor autorizado Antes de evacuar se verificará que no están mezcladas con otros residuos	**Eliminación:** en vertedero de tierras y escombros y en vertedero de RNP
Chatarra, tuberías y elementos metálicos de obra (LER 170407)	**Segregación:** en contenedor de chatarra **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170409.	**Valorización:** reciclaje y recuperación de metales o compuestos metálicos.
Piezas o recortes sobrantes en reparación de maquinaria (LER 170407)	**Segregación:** en contenedor de chatarra **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170409	**Valorización:** reciclaje y recuperación de metales o compuestos metálicos.
Escorias y restos de soldadura (LER 170407)	**Segregación:** en contenedor de chatarra **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170409	**Valorización:** reciclaje y recuperación de metales o compuestos metálicos.
Madera (LER 170201)	**Segregación:** en contenedor de madera **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170204	**Valorización:** reciclaje y recuperación de maderas y uso como combustible
Papel y cartón (LER 200101)	**Segregación:** en contenedor de madera **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170204	**Valorización:** reciclaje de papel y cartón y utilización como combustible
Embalajes plásticos: recipientes, envases y embalajes de las materia	**Segregación:** en contenedor de PVC **Destino:** gestor autorizado	**Valorización:** reciclaje de plásticos **Eliminación:** en vertedero de RNP

RESIDUO	GESTIÓN EN OBRA	GESTIÓN FINAL
primas, productos y equipos (LER 170203)	Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170204	
Elementos de PVC (LER 170203)	**Segregación:** en contenedor de PVC **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170204	**Valorización:** reciclaje de plásticos **Eliminación:** en vertedero de RNP
Restos de aglomerados asfálticos (LER 170302)	**Segregación:** en acopios separativos **Destino:** vertedero autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170301	**Valorización:** utilización en construcción. Reciclaje de mezclas bituminosas. **Eliminación:** en vertedero de RNP
Fibra y lana de vidrio (LER 170604)	**Segregación:** en contenedor de fibra y lana de vidrio **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170603	**Eliminación:** en vertedero de RNP
Vidrio (LER 170202)	**Segregación:** en contenedor para vidrio **Destino:** gestor autorizado Cuando se encuentren mezclados con RP se gestionará, como tal y su código es LER 170204	**Valorización:** recuperación y reutilización como combustible **Eliminación:** en vertedero de RNP

A continuación se describirá de manera más extensa la gestión específica para los residuos que en mayor volumen se prevé generar:

5.1. TIERRA VEGETAL

ALTERNATIVAS DE USO	Empleo en la **formación del paisaje** artificial de la propia obra: en la urbanización de zonas verdes como parques y jardines, y en todos los lugares en los que se prevé la plantación de vegetación.
	Si, debido a las características de la obra, no es posible reutilizarla, se contemplarán otras posibilidades que la simple opción de enviarla al vertedero, por ejemplo, se estudiará la posibilidad de que otras **obras cercanas** necesiten esta clase de tierras para los usos descritos en el párrafo anterior.
	Reutilización en la **restauración** de suelos contaminados, en rellenos de tierras, en terraplenes y en la reposición de perfiles de canteras abandonadas.
CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Mezclar con otros materiales para ampliar así la gama de productos resultantes y sus aplicaciones potenciales. Mejorar sus **propiedades** mediante la adición de arena, fertilizantes o cortezas de árbol trituradas.
	El almacenamiento adecuado de la tierra es imprescindible para mantener sus características y poder utilizarla posteriormente a su extracción. Para ello se cumplirá con lo siguiente:

	• Almacenamiento de las tierras de manera que no exista peligro de contaminación con otros residuos. • Evitar los daños que puede ocasionar el tráfico de vehículos (prohibir la circulación sobre tierras). • Delimitación de un lugar exclusivo para el almacenamiento de las tierras, formando caballones de altura inferior a 2 metros. • Mantenimiento de la tierra lo más seca posible. • Una vez almacenada, sólo se moverá para reutilizarla.
	Se asegurará siempre de que las tierras no han sido **contaminadas** por usos anteriores o por las actividades desarrolladas sobre ellas; en caso contrario, el material no deberá ser utilizado salvo que previamente sea limpiado.

5.2. TIERRAS SOBRANTES DE LAS EXCAVACIONES

ALTERNATIVAS DE USO	Los movimientos de tierra necesarios para la ejecución de las obras se planificarán de modo **que se utilice el mayor volumen posible de tierras de excavación.** La gestión de tierras sobrantes de excavación mediante depósito en vertedero supone: • Una ocupación en dicho vertedero de un espacio que debería destinarse a otros materiales más difíciles de valorizar. Un coste económico apreciable asociado al transporte, de modo que si se evita ese transporte, podemos llegar a reducir el coste total de la partida referida al movimiento d tierras.
CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Antes de decidir el traslado al vertedero, se preverá la forma más sencilla posible para el movimiento de volúmenes de tierra. En algunos casos, se conservarán algunos sobrantes de excavación durante más tiempo del previsto, por si más tarde es necesario un eventual reemplazo de material poco apropiado o contaminado.
	Se asegurará que las tierras no han sido contaminadas por usos anteriores o por las actividades desarrolladas sobre ellas. En ningún caso se intentará reutilizar el material que

	pueda estar contaminado si previamente no se limpia y un equipo experto no aplica técnicas específicas de reutilización.
	Los camiones que realizan el transporte llevarán los sobrantes de tierra tapados, para evitar ensuciar partes del recorrido.

5.3. HORMIGÓN

El hormigón está constituido por sustancias naturales, de manera que cada tonelada de hormigón reciclada supone un ahorro de una tonelada aproximadamente de árido natural, lo que supone unas ventajas económicas y ambientales evidentes.	
ALTERNATIVAS DE USO	**Reciclar** el hormigón en la propia obra como árido en un hormigón nuevo o en rellenos de soleras y trasdosados de muros, etc.
	De manera genérica, puede ser empleado en la formación del paisaje de las zonas ajardinadas comunes, en carreteras (bases y sub-bases sin tratar, o tratadas con cemento o gigantes bituminosos, y en menor medida, en capas superficiales del firme), firmes y pavimentos.
CRITERIOS DE GETIÓN Y MANIPULACIÓN	Para reciclar los residuos pétreos es necesario utilizar **maquinaria específica**, por lo que se definirá el uso que tendrán estos residuos, puesto que de ello depende la transformación a la que deberán someterse. Así podremos tener trituradoras de tamaño pequeño a pie de obra, central recicladora de residuos, etc. En caso de precisar una central recicladora, se deberá considerar la distancia a la que se encuentra y en qué condiciones acepta los residuos. La condición básica e que estén limpios de otros materiales (no pétreos esencialmente y materia orgánica).

5.4. MADERA

ALTERNATIVAS DE USO	**Reutilizar** (tantas veces como sea posible) los medios auxiliares y los embalajes de madera, procurando, además, que todos ellos provengan de productos de madera

	recuperados. Solamente cuando estén muy dañados se convertirán en material para reciclar.
	En la actualidad, el ***pallete,*** supone el soporte universal para el transporte de materiales a la obra y para su movimiento dentro de ella. Se utilizarán y reutilizarán varias veces, incluso se podrán revender. Siempre que sea posible, se devolverán al proveedor, puesto que ésta es la manera más segura de que vuelvan a ser utilizados.
	En cuanto a los **encofrados**, se usarán varias veces porque admiten diversas puestas en uso. Se salvarán los recortes de los grandes tableros para utilizarlos en piezas de menor tamaño.
CRITERIO DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Los medios auxiliares y embalajes que llegan a la obra ser reutilizarán tantas veces como sea posible. Solamente cuando estén muy dañados se convertirán en material para reciclar. Del mismo modo, se procurará que todos los medios y embalajes que se empleen provengan de productos de madera recuperados.
	Los residuos de madera se conservarán separados de otros residuos que pueden contaminarlos, para así poder reutilizarlos o reciclarlos más fácilmente. Si la madera se pudre o contamina, disminuyen sus posibilidades de ser reciclada. Si están bien ordenados y clasificados, la reutilización resulta muy fácil ya que cualquier operario que necesite madera sabrá dónde encontrarla.
	Los tableros de encofrado se guardarán bien ordenados y dispuestos para que sea más fácil reutilizarlos o transportarlos a otra obra en la que puedan volver a usarlos.
	Para facilitar la reutilización o el reciclado de la madera, se evitará tanto su tratamiento con productos químicos como el empleo innecesario de clavos. Aunque éstos no resultan un problema para el encofrado y otros usos temporales sí lo son, y de compleja solución, cuando se pretende reciclar o reutilizar la madera en usos permanentes, ya que sen difíciles de extraer y dificultan el corte de la madera.

5.5. OBRAS DE FÁBRICA Y PEQUEÑOS ELEMENTOS

ALTERNATIVAS DE USO Y CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Romperlas y cortarlas para **adaptarlas** a las necesidades dimensionales.
	Si en la obra no se encuentra la manera de reutilizar los residuos sobrantes de la ejecución de la obra de fábrica, existe la posibilidad de machacarlos y reciclarlas como **rellenos** de la propia obra.
	Los criterios prioritarios para reducir la producción de estos residuos son: • Utilizar piezas completas. Los recortes se reutilizarán para solucionar detalles que necesiten piezas de dimensiones más pequeñas, lo que evitará romper nuevos ladrillos. • Almacenar y utilizar los materiales con cuidado para no romper innecesariamente piezas.
	La correcta coordinación dimensional del proyecto, esto es, que se tenga en cuenta el módulo de la obra de fábrica utilizada, ayudará a reducir la cantidad de recortes y sobrantes.
	Delimitar un área donde se puedan depositar los recortes de estos materiales, al alcance de los operarios que precisen reutilizarlos. Si no existiera un destino para ellos en la propia obra, pueden reutilizase en otra.
	Puede que sea necesario disponer de una pequeña machacadora para obtener áridos del tamaño necesario.

5.6. METALES

Se aprovecharán todas las alternativas que se ofrecen para la recuperación de los metales, porque el valor económico de la chatarra es suficiente para hacer viable el reciclado.

A pesar de las claras ventajas medioambientales de la recuperación de los residuos metálicos (superior a las que podemos conseguir con otros residuos), no siempre se procede así: los residuos metálicos del proceso de construcción, sobre todo los embalajes, a menudo se tiran con los escombros de la obra y no llegan a reciclarse.

ALTERNATIVAS DE USO Y CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	La manera de reducir, reutilizar o reciclar los residuos de metal es la siguiente: • Para **reducirlos**, se procurará que los perfiles y barras de armaduras lleguen a la obra con el tamaño definitivo. • Para **reutilizarlos**, se preverá en qué etapas de la obra se pueden originar demandas de estos restos, y se almacenarán por separado, a medida que se producen, para luego usarlos cuando se necesiten. • Para **reciclarlos** (ésta es la alternativa más fácil), es conveniente separar los metales férricos de los ferrosos, ya que unos y otros tienen características diferentes, y el precio de compra también lo es. Se tratará de implicar al suministrador del material en la recogida de sobrantes o buscar empresas que suministren a las obras contenedores para el almacenaje del metal residual y que luego se hagan cargo de su gestión.

5.7. EMBALAJES Y PLÁSTICOS

ALTERNATIVAS DE USO Y CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Es necesario tiempo y espacio para separar y almacenar la gran diversidad de embalajes que se concentran en la obra: cartón, papel y plástico.
	La mejor alternativa, que puede ahorrar tiempo y dinero, es el que el proveedor del material recoja sus propios embalajes porque es él quien dispone de las mejores condiciones logísticas para reutilizarlos o reciclarlos.
	No obstante, si el embalaje permanece en la obra se seguirían las siguiente recomendaciones para reducir su impacto: • No separar el embalaje hasta que se vaya a emplear el producto. Así se conservará en mejores condiciones. • Guardar los embalajes inmediatamente después de separarlos del producto. Si no se actúa así, se deterioran rápidamente, causan desorden en la obra y son difícilmente reciclables. • Utilizar materiales que vengan envueltos en embalajes reciclados. Los proveedores deben saber la procedencia de los materiales de embalaje.

	• Si la obra produce grandes cantidades de cartón o papel puede ser conveniente dotarse de una máquina compactadora.
	Respecto a otros tipos de plásticos (aislantes, tuberías, carpinterías, etc.), la mejor opción es también que el proveedor o el industrial que se sirve de ese material se encargue de su gestión. Si esta opción no fuese posible, se llevará a cabo una clasificación selectiva y se reciclarán los residuos.
	Como últimas opciones, nos quedarían la valorización energética y el vertedero de sobrantes no especiales.

De forma general se establecerán las siguientes medidas para la correcta gestión de los residuos inertes generados en obra:

5.8. MEDIDAS PARA LA SEGREGACIÓN DE RCDS EN OBRA

Se contemplarán las siguientes medidas:

- Estudio detallado de los puntos de generación de RCD: conocimiento de los puntos de generación, las rutas de acceso y los volúmenes que se prevén generar en cada punto clasificados por tipologías.
- Formación de todo el personal de obra, de manera que conozcan el sistema de gestión diseñado y su responsabilidad en la materia, en relación con las actividades que desempeña en su puesto de trabajo.
- Definición de las superficies necesarias para cada Área de Gestión de Residuos, en función de las tipologías y cantidades a gestionar.
- Selección de valorizadores para cada tipo de residuo necesarios para la segregación, el reciclado o valoración "ex - situ", número y características funcionales de las mismas.

5.9. UBICACIÓN DE ÁREAS DE GESTIÓN DE RCD EN LA OBRA

Las Áreas de Gestión Temporal de RCD en obra se ubicarán dentro de los recintos destinados de la misma y reunirán las siguientes condiciones:

- Serán accesibles al personal de la obra, y estarán convenientemente señalizadas para una fácil identificación.
- Serán accesibles para los vehículos que retirarán los contenedores y el resto de medios de transporte necesarios.

- No interferirán el desarrollo normal de la obra, ni el acceso y tránsito de maquinaria por la zona de ocupación de las mismas.

5.10. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES A UBICAR EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN TEMPORAL DE RCD

Dentro de estas áreas se distinguen dos zonas:

- El área de gestión de inertes pétreos: se caracterizan por necesitar una mayor superficie para el acopio de los residuos. Se dispondrá de una zona para el depósito temporal de los materiales que no sean valorizables o los rechazos del proceso, para su carga y traslado al centro de gestión o vertedero autorizado.
- El punto limpio: en los puntos limpios se instalarán dos espacios, uno para residuos peligrosos (RTP) y otro para el resto de residuos inertes. Los residuos acopiados en los puntos limpios se almacenarán en contenedores o recipientes adecuados a cada tipo.

Se instalarán contenedores para la separación de cada tipo de residuo:

- Contenedores de restos de ferralla, metales y recipientes metálicos.
- Contenedores de restos de madera de encofrados, puntales y envases industriales.
- Contenedores de residuos de envases industriales (plásticos, palés, etc.).
- Otros contenedores:
    - Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón.
    - Contenedor estanco para restos orgánicos.
    - Contenedor para aceites.

Delante de cada tipo de contenedor se instalará una señal identificativa del tipo de residuo que contiene.

5.11. CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN

Se archivará copia de toda la documentación que justifica la gestión de los residuos, es decir, los albaranes de entrega a vertedero o gestor así como las autorizaciones de las empresas que participan en dicha gestión.

6. MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Al igual que en el caso de los residuos no peligrosos, los residuos peligrosos (RP) también requieren una identificación previa, además de un análisis de las posibilidades de gestión en obra y post-obra, que garanticen la adecuada planificación y desarrollo de los escenarios de gestión de los residuos en la obra.

Algunos de los residuos peligrosos (RP) que pueden ser generados en obra así como la gestión prevista se incluyen en la siguiente tabla:

RESIDUO	GESTIÓN EN OBRA	GESTIÓN FINAL
Residuos de productos químicos peligrosos en general (LER 160507/160508) Observaciones: incluyen residuos como tintes, resinas, barnices, disolventes, aditivos de hormigón, desencofrantes	**Segregación:** en contenedor de RP **Destino:** gestor autorizado	**Valorización:** reciclaje de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes y regeneración de otros materiales inorgánicos. **Eliminación:** tratamiento específico, tratamiento físico-químico.
Envases y utillaje sucio de productos químicos peligrosos en general (LER 150110) Observaciones: incluyen envases de pinturas, tintes, resinas, colas, disolvente…	**Segregación:** en contenedor de RP **Destino:** gestor autorizado	**Valorización:** reciclaje de plásticos y recuperación de metales o compuestos metálicos y recuperación, reutilización y regeneración de envases. **Eliminación:** acondicionamiento previo a disposición del residuo. Eliminación en vertedero de RP e incineración de residuos no halogenados
Aerosoles (LER 150111)	**Segregación:** en contenedor de aerosoles **Destino:** gestor autorizado	**Eliminación:** tratamiento específico
Aceites usados de maquinaria o similar (LER 130205)	**Segregación:** en bidones o depósitos específicos. **Destino:** gestor autorizado	**Valorización:** regeneración de aceites minerales.
Envases de aceites, combustibles o similar (LER 150110)	**Segregación:** en contenedor de RP **Destino:** gestor autorizado	**Valorización:** reciclaje de plásticos y recuperación de metales o compuestos metálicos y recuperación, reutilización y regeneración de envases. **Eliminación:** acondicionamiento previo a la disposición del residuo.
Transformadores/condensadores que contienen PCB y PCT (LER 160209)	**Destino:** gestor autorizado	**Eliminación:** tratamiento específico, incineración de residuos no halogenados
Fluorescentes usados (LER 200121)	**Segregación:** en contenedor de RP **Destino:** gestor autorizado	**Valorización:** recuperación de fluorescentes

La Ley 22/11 de residuos obliga a los productores de RP a separarlos, así como a envasarlos y etiquetarlos de forma reglamentaria. Por lo tanto, y con el objetivo expreso de cumplir con lo establecido en esta ley, las medidas a implantar durante la ejecución de la obra, para la correcta gestión de los RP generados son las siguientes:

- Se realizará una segregación en origen de estos residuos que permite que cada residuo producido sea dirigido hacia el proceso de utilización más adecuado desde el punto de vista ambiental.

- Se evitará el transporte de los RP. En caso de ser necesario se tomarán las medidas oportunas que garanticen que no se producirán derrames de residuos durante las operaciones de carga, transporte y descarga.
- Se almacenarán los RP en diferentes contenedores según sea su naturaleza, estando debidamente etiquetados a fin de facilitar y agilizar su gestión.
- En ningún caso se permitirá la mezcla de RP de distinta naturaleza ni su dilución en agua o en cualquier otro tipo de efluente para su vertido.
- En la etiqueta de los envases o contenedores que contienen los residuos peligrosos figurarán los siguientes datos:
    - Código de identificación de los residuos.
    - Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos. El titular será el productor, esto es, el responsable de la obra hasta la entrega al gestor autorizado, momento en el cual este último se convertirá en el titular de los residuos.
    - Fecha de envasado.
    - Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.

- Los envases que contienen los RP y sus cierres estarán realizados de forma que se evite cualquier pérdida o fuga del contenido durante las labores de manipulación y transporte. Estarán construidos con materiales suficientemente resistentes, no susceptibles de ser atacados por el contenido, ni formar con éste combinaciones peligrosas.
- El almacenamiento de los contenedores de RP en la obra se realizará en una zona cubierta e impermeabilizada, para lo cual se construirá una caseta perfectamente señalizada y cumpliendo las siguientes condiciones mínimas:
    - No se permitirá la mezcla de distintos RP entre sí y de los RP con residuos no peligrosos.
    - Debe estar alejado de fuentes de calor u otras que puedan provocar ignifugaciones o explosiones.
    - Debe estar cubierto para impedir la mezcla de RP con agua y contar con pavimento de hormigón.
    - Cuando se trate de residuos líquidos, deberá contar con un cubeto para la recogida de las posibles fugar y pérdidas de los envases.
    - Deberá ubicarse en un lugar de fácil acceso, de forma que puedan acceder los camiones de transporte para su retirada.
    - Deberá contar con la capacidad suficiente para albergar los residuos generados en el intervalo de retirada previsto.
    - Se localizarán alejados de arquetas, sumideros, de redes de alcantarillado o de evacuación de aguas residuales.

- Los residuos serán recogidos y transportados mediante un transportista o recogedor-gestor autorizado por la Comunidad Autónoma correspondiente, el cual los trasladará a su punto de destino.
- Serán gestionados a través de un gestor autorizado por la Comunidad Autónoma.
- Se dispondrá en la obra de la documentación correspondiente a la retirada de los RP:

- Documentación previa:
  - Inscripción en el registro de la Comunidad Autónoma como pequeño productor de residuos peligrosos.
  - Autorizaciones del gestor y del transportista.
  - Documentos de Aceptación del Gestor.
  - Notificación Previa de Traslado a la Comunidad Autónoma para cada residuo y con carácter previo a cada retirada.
  - Carta de porte e instrucciones de seguridad.
- Documentación de retirada: Documento de Control y Seguimiento.
- Documentación tras la retirada:
  - Copia de Documento de Control y Seguimiento firmado y sellado por el gestor en el apartado de Aceptación del Residuo.
  - Cumplimentación del Libro de Registro.

- En caso de que se produzca el vertido accidental de residuos peligrosos durante la fase de ejecución de las obras, se contendrá el vertido mediante el uso de un producto absorbente, recogiéndose la mezcla resultante y trasladándose a un contenedor adecuado para su tratamiento posterior como residuo peligroso.
- Con respecto a los residuos peligrosos generados por empresas subcontratadas, se solicitará a las mismas toda la documentación de gestión de sus residuos y se inspeccionarán los puntos de almacenamiento atendiendo a los mismos criterios seguidos para los RP propios.
- El personal estará informado de las actuaciones que deberá realizar en materia de RP en la obra.

7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 3, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA". La valoración de la gestión de los residuos generados en obra se puede consultar en el capítulo correspondiente "*Gestión de Residuos"* del Presupuesto General del presente Proyecto.

8. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Plan de gestión de residuos de la obra del proyecto de título:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5MW Y 10 MWh EN FUENLABRADA (MADRID)

8.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA

Siguiendo lo expresado en el *Real Decreto 105/2008* que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se consideran residuos y por tanto no se incluyen en la tabla las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

CÓDIGO SEGÚN LEY 7/2022		DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (t)	Metros cúbicos (m3)
17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
	17 01 01	Hormigón	10,16	10,12
	17 01 02	Ladrillos	0,03	0,04
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	0,07	0,04
	17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.	0,00	0,00

CÓDIGO SEGÚN LEY 7/2022		DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (t)	Metros cúbicos (m3)
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	0,00	0,00
17 02 Madera, vidrio y plástico				
	17 02 01	Madera.	0,07	0,01
	17 02 02	Vidrio.	0,00	0,00
	17 02 03	Plástico.	0,07	0,08
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,00	0,00
17 03 Mezclas Bituminosas				
	17 03 02	Asfalto	10,00	4,17
	17 04 05	Hierro y acero	0,44	0,30
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,01	0,02
17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.				
	17 05 04	Tierras sobrantes	64,80	40,50
17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.				

CÓDIGO SEGÚN LEY 7/2022		DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (t)	Metros cúbicos (m3)
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,02	0,02
17 08 Materiales de construcción a partir de yeso.				
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	0,025	0,020
Residuos peligrosos				
	15 02 02	Absorbentes contaminados (Trapos..)	0,00	0,01
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	0,00	0,02
	15 01 11	Aerosoles vacíos	0,00	0,01
20 03 RSU				
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,14	0,06
20 01 RSU				
	20 01 01	Papel y cartón	0,31	0,07
TOTAL:			**86,16**	**55,49**

En Valencia, junio de 202*6*

Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el día 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 12:30:56 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L. COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L. CICCPCV 31899

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	**I. Memoria**
ANEJO	**06.- Estudio de Ruidos**

ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ANEJO 06

ESTUDIO DE RUIDOS

ÍNDICE

ÍNDICE 2
1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETO Y ALCANCE 3
3. MARCO NORMATIVO 3
4. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO 4
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA 5
5. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO 7
5.1. PROMOTOR Y REDACTOR DEL PROYECTO 8
5.2. FOCOS SONOROS 8
6. RIESGOS DE RUIDOS ASOCIADOS A LOS SISTEMAS BESS Y SUS MITIGACIONES 8
6.1. ORIGEN DEL RUIDO 9
6.2. SISTEMAS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS 10
7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO 12
7.1. CÁLCULO LEGISLATIVO - CONTENEDOR DE BATERÍAS 12
7.2. CÁLCULO LEGISLATIVO - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 15
7.3. CÁLCULO LEGISLATIVO – TRANSFORMADOR DE SSAA DEL CPM 17
7.4. MODELO PREDICTIVO – OPEN NOISE 18
7.4.1. Fuentes de ruido 18
7.4.2. Niveles sonoros previstos 19
8. CONCLUSIONES 20
9. ANEXO 1. INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS CON POBLACIÓN VULNERABLE Y DISTANCIA A USOS RESIDENCIALES MÁS PRÓXIMOS 21

Índice tablas

Tabla 1.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST. 4
Tabla 2.- Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes. 13
Tabla 3.- Inventario de establecimientos con población vulnerable y distancia a usos residenciales más próximos a la zona de estudio correspondiente a la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST. 21

Índice figuras

Figura 1.- Ejemplos de niveles de ruidos típicos (medido en decibelios, dB) 9
Figura 2.- Distancia de separación entre los contenedores de baterías y el límite catastral. 14
Figura 3.- Distancia de separación entre el Centro de Transformación de las baterías y el límite catastral. . 16

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria justifica el cumplimiento normativo en materia de emisiones de ruido por parte de la instalación de almacenamiento BESS y del Centro de Transformación BESS del Proyecto "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5 MW Y 10 MWh EN FUENLABRADA (MADRID).

2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este anejo es el análisis y evaluación de los niveles de emisión de ruido emitido por los equipos que conforman el presente proyecto. Los equipos susceptibles de este estudio son los contenedores de baterías (BESS) y el Centro de Transformación BESS, así como el transformador de SSAA del CPM, ya que el resto de las instalaciones no emiten ruido.

En el anejo 1 se incluye un inventario de establecimientos con población vulnerable en cuanto al ruido y las distancias aproximadas a usos residenciales más próximos de la zona de estudio.

3. MARCO NORMATIVO

- *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones.*
- *Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.*
- *Orden PCM/542/2021, de 31 de mayo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (BOE de 3 de junio de 2021).*
- *Orden PCM/80/2022, de 7 de febrero, por la que se modifica el anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.*

- *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 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.*
- *Real Decreto 1038/2012, de 06/07/2012, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.*
- *Ley 37/2003, de ruido, de 17 de noviembre*
- *UNE ISO 1996-2:1987: Describe métodos para medir y describir el ruido del entorno relevante para un área específica, existente o planificada.*
- *ITC-RAT 07: TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA.*
- *ITC-RAT 15: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR.*

4. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

El sistema de almacenamiento de energía se ubica en uno de los recintos vallados perimetralmente que conforman la instalación "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5 MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid).

Concretamente, los contenedores que albergan las baterías y todos los equipos para su transformación en 15kV para su conexión con el CSI se ubicarán en la siguiente parcela.

Municipio	Dirección	Referencia catastral	Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30		Superficie catastral	Superficie vallada	Superficie ocupada elementos
			X	Y			
Fuenlabrada (Madrid)	C/P.P. BAÑUELO 21(3) Suelo	4283305VK3548S0001ZU	434.143	4.458.245	1.008 m^2	984 m^2	124,33 m^2

Tabla 1.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST.

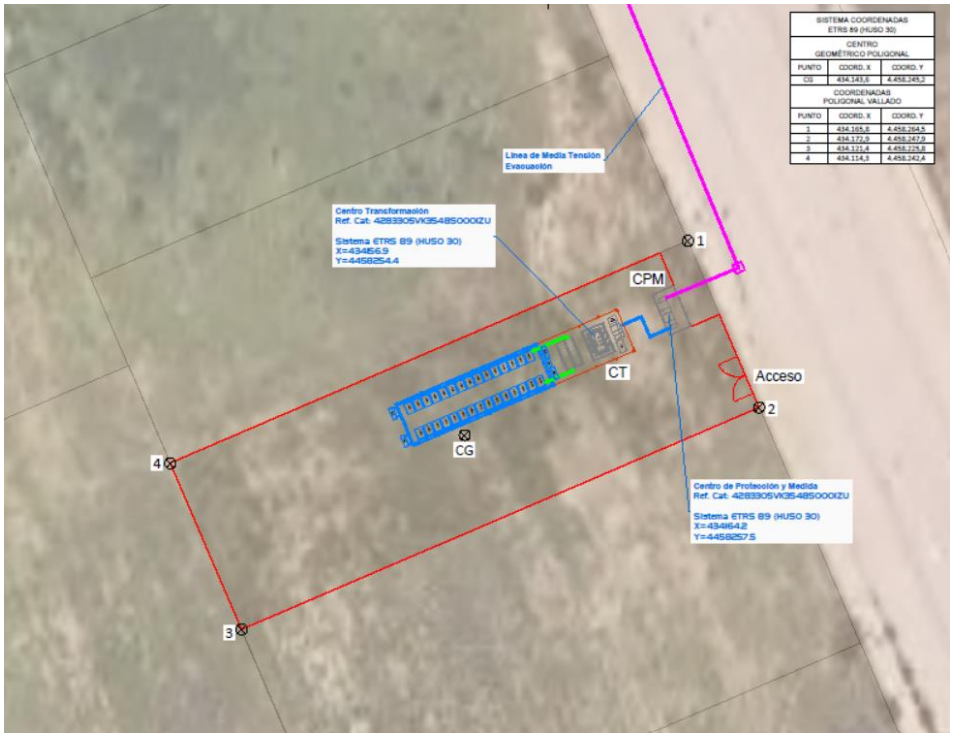
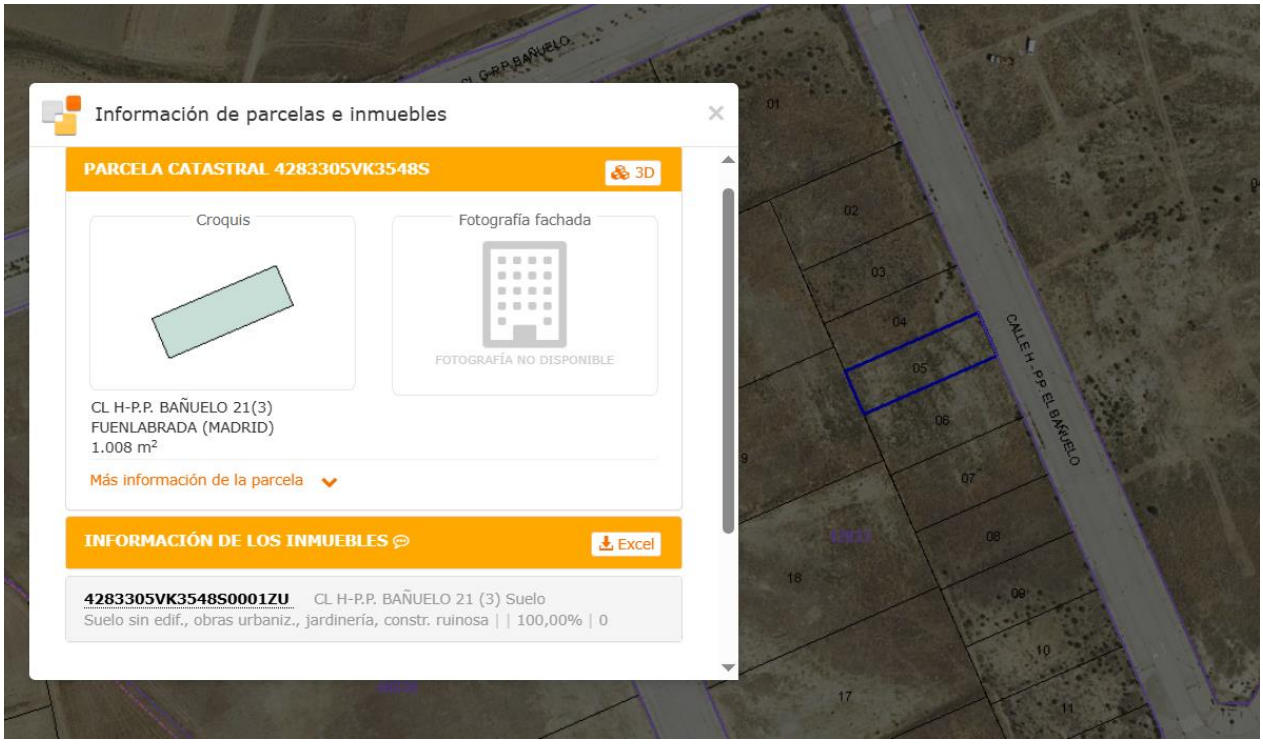


Figura 1: Parcela catastral objeto del proyecto BESS ALDEHUELA 1_ST.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

La parcela tiene una superficie de 1.008 m^2. En la parcela objeto no hay registrada ninguna construcción, así como en las parcelas colindantes. La clase de recinto es urbano, y el uso principal es suelo sin edificar.

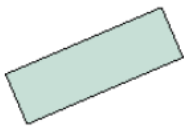
Según catastro, la superficie de la parcela es íntegramente zona urbana.



DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	4283305VK3548S0001ZU
Localización	CL H-P.P. BAÑUELO 21(3) Suelo 28946 FUENLABRADA (MADRID)
Clase	Urbano
Uso principal	Suelo sin edif.

PARCELA CATASTRAL



Localización	CL H-P.P. BAÑUELO 21(3) FUENLABRADA (MADRID)
Superficie gráfica	1.008 m²

Figura 2: Descripción de la parcela objeto del proyecto BESS ALDEHUELA 1_ST.

5. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO

Tal y como se indica en la memoria del proyecto, un sistema de almacenamiento con baterías (BESS, en inglés Battery Energy Storage System) es un sistema de acumulación de energía basado en almacenamiento electroquímico. Para este proyecto, se ha seleccionado la tecnología de ion-litio, ya que actualmente ofrece la mejor relación entre rendimiento, madurez tecnológica y costo. No obstante, dentro de la tecnología de ion-litio, existen diversas químicas según la composición del cátodo y sus características.

Un sistema BEES se basa en los siguientes apartados.

- Sistema de baterías
- Sistema de conversión de energía
- Sistema de gestión de la energía
- Sistemas auxiliares
- Envolventes e interconexiones

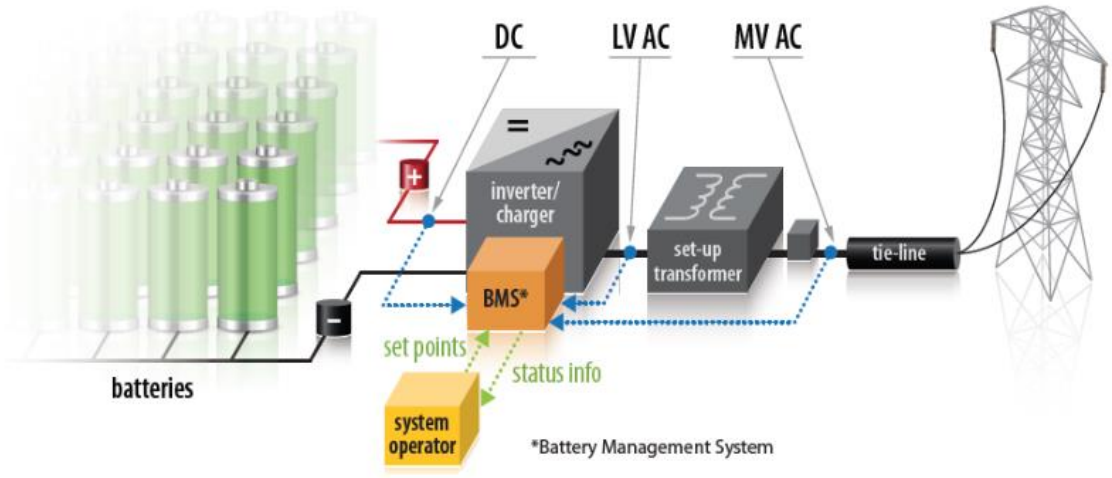


Figura 3: Esquema tipo Sistemas BESS.

5.1. PROMOTOR Y REDACTOR DEL PROYECTO

Datos del promotor del proyecto:

- Razón social: EFM SOLAR 30, S.L.
- CIF: B72752553
- Dirección: Camino de la Zarzuela 21 - 1ºC
- Municipio: MADRID (MADRID)
- Código postal: 28023

Datos del redactor del proyecto:

- Razón social: ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION S.L.
- CIF: B98743966
- Dirección: C/ Navarro Reverter, 12 - 1
- Municipio: VALENCIA (VALENCIA)
- Código postal: 46004

5.2. FOCOS SONOROS

Los focos sonoros de este proyecto corresponden a los **contenedores de baterías (BESS)** y al **Centro de Transformación BESS**, así como el transformador de SSAA del CPM, ya que el resto de las instalaciones no emiten ruido.

6. RIESGOS DE RUIDOS ASOCIADOS A LOS SISTEMAS BESS Y SUS MITIGACIONES

En el despliegue de los BESS, es importante también tener en cuenta la gestión del ruido que generan estos sistemas, un factor que puede tener implicaciones significativas ya que la contaminación acústica puede perturbar la vida cotidiana, especialmente si éstos son instalados en zonas residenciales.

El ruido ambiental persistente se ha relacionado con problemas de sueño, niveles elevados de estrés, e incluso problemas de salud a largo plazo. Por ello, cuando los residentes cercanos a un sistema de almacenamiento BESS perciben el ruido como una perturbación, pueden provocar la oposición de la comunidad y poner el peligro el proyecto.

Además, más allá de los efectos del ruido en la comunidad humana, la contaminación acústica puede también afectar al medio ambiente. La fauna silvestre cercana a los emplazamientos de los BESS puede experimentar cambios en los patrones de sueño, cambios de comportamiento, así como otras perturbaciones derivadas de un nivel de ruido excesivo. Estos hechos pueden ser especialmente críticos en zonas ecológicamente sensibles o protegidas.

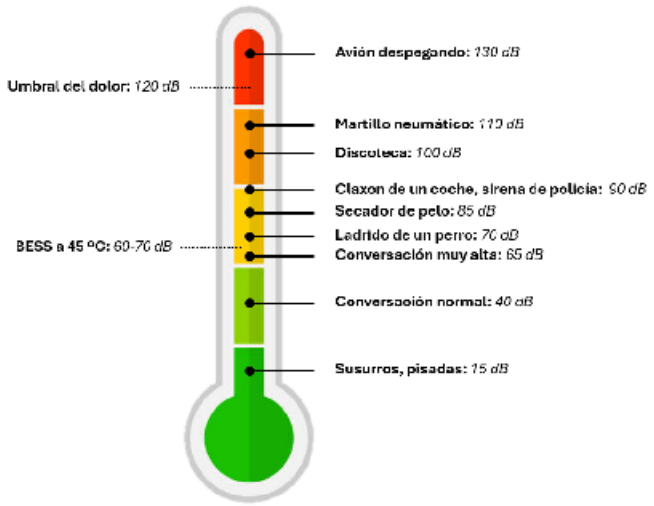


Figura 1.- Ejemplos de niveles de ruidos típicos (medido en decibelios, dB).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció en 2022 la recomendación de un nivel sonoro medio máximo de 100 dB para evitar la pérdida de audición de las personas.[35] Así, ruidos comunes como son las sirenas de coches o el secador de pelo, tienen unos niveles sonores inferiores, además de estar expuestos a ellos un tiempo reducido, mientras que el umbral del dolor se establece en 120 dB.

Por lo tanto, abordar los problemas de ruido de un proyecto de almacenamiento suele conllevar costes adicionales. Se debe invertir en medidas de mitigación del ruido como barreras acústicas, empleo de equipos más silenciosos, o diseños optimizados de los sistemas. Con ellas, tal y como se puede ver en la Figura 21, se consiguen niveles sonoros de aproximadamente 60-70 dB operando a 45 °C.

6.1. ORIGEN DEL RUIDO

El ruido en un sistema BESS proviene de diferentes fuentes, siendo las principales los sistemas de climatización, transformadores y la electrónica de potencia. A continuación, se describen las principales fuentes del ruido:

- Sistemas de climatización (HVAC): Las baterías de los sistemas BESS generan mucho calor durante los ciclos de carga y descarga. Además, a mayor demanda de potencia de la batería (mayores corrientes de carga y/o descarga), mayor generación de calor y, por lo tanto, habrá mayor necesidad de refrigeración de la batería. Para evitar el sobrecalentamiento, se emplean sistemas de refrigeración, como ventiladores, bombas y unidades de aire acondicionado. Estos sistemas suelen ser la principal fuente principal de ruido en una instalación BESS, especialmente si se emplean en sistemas de alta potencia o están mal mantenidos. Además, los sistemas PCS también necesitan ventilación, que suele ser de aire forzado, con ventiladores que giran a velocidades muy altas, y que suelen ser ruidosos.
- Transformadores: esenciales para la conversión y distribución de la electricidad, producen a menudo algunos zumbidos debido a las fuerzas electromagnéticas que actúan. Son, en general, ruidos a baja frecuencia. Sin embargo, la intensidad de los ruidos aumenta en función de la carga que soporta el transformador: a mayor carga, mayor intensidad. Estos ruidos pueden oírse a cientos de metros si no se toman las medidas de atenuación adecuadas.
- Electrónica de potencia: equipos como los inversores y rectificadores pueden emitir una serie de sonidos, desde zumbidos de baja frecuencia hasta pitidos más agudos. En general, durante la conversión de electricidad de corriente continua de las baterías a corriente alterna, se pierde una pequeña cantidad de energía en forma de calor, por lo que se necesita refrigeración para evitar el sobrecalentamiento. Esto se suele lograr mediante ventiladores refrigerados por aire que producen algo de ruido.

6.2. SISTEMAS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS

Existen diferentes acciones preventivas y correctivas que se pueden emplear para mitigar el ruido y disminuir su impacto en las comunidades vecinas. A continuación, se describen las diferentes estrategias de acción a tener en cuenta cuando se diseña un sistema BESS, ordenados por nivel de prioridad:

- Equipos de bajo nivel de ruido: la selección de los equipos es crucial en cuanto al nivel de emisión de ruido se refiere. Hoy en día, existen equipos modernos como unidades de refrigeración, transformadores e inversores disponibles en versión de bajo ruido. Por ejemplo, la utilización de ventiladores de velocidad variable en función de una velocidad fija mayor, el empleo de ventiladores más grandes que pueden mover la misma masa de aire a una velocidad de rotación menor en comparación de ventiladores más pequeños y ventiladores con aspas dentadas son algunas características a tener en cuenta en la selección de equipos con menor impacto sonoro.

- Barreras acústicas: emplear barreras acústicas como hormigón denso, paneles acústicos o incluso montículos de tierra son medidas empleadas para la mitigación del ruido. Estas barreras deben ser empleadas cerca de las fuentes de ruido o cerca de los edificios que deben aislarse de los ruidos. Por ejemplo, una barrera acústica de 20 cm de hormigón y 3 cm de altura puede amortiguar el ruido 50 dB. Por otro lado, también es una medida encerrar los equipos de mayor ruido, como transformadores, en contenedores insonorizados.
  Además, en algunas ocasiones pueden generarse vibraciones de algunos componentes que, a su vez, también originan ruido. Para prevenir dicho ruido se pueden emplear almohadillas o gomas antivibración que absorban dichas vibraciones mecánicas.
- Mantenimiento y monitorización: con el tiempo, se genera desgaste de componentes mecánicos que pueden ser más ruidosos. Para evitarlo, son importantes las inspecciones y revisiones periódicas que garanticen que los niveles de ruido se mantengan dentro de los límites aceptables. Además, en ocasiones, un ruido excesivo puede ayudar a identificar un problema antes de que se convierta en un problema grave. Mediante las operaciones de mantenimiento se controla el correcto funcionamiento de los diferentes componentes.
- Operabilidad de los BESS: en general, a mayor intensidad de corriente empleada por las baterías, mayor es el calor generado y, por lo tanto, mayor es la necesidad de refrigeración de las mismas, lo cual tiene un impacto directo en la generación de ruido. Por lo tanto, en los casos en los que sea posible, se podrá tener en cuenta las condiciones de operación de los BESS para reducir el ruido generado. En caso de que no sea posible, se deberá considerar implantar más medidas de mitigación como barreras acústicas.
- Selección de ubicación: En caso de ser posible, es preferible evitar zonas residenciales y preferiblemente elegir zonas con barreras naturales como pueden ser montes o bosques. Además, alejar los sistemas de almacenamiento de áreas sensibles puede disminuir el ruido. Sin embargo, un uso eficaz de barreras acústicas puede evitar el desplazamiento de la batería a zonas rurales.

Un buen ejemplo de sistema de mitigación de ruido es la agrupación de los equipos de mayor ruido en una misma zona y el uso de barreras acústicas en origen, el empleo de barreas naturales como bosques o pantallas vegetales además del aislamiento acústico de las zonas residenciales cercanas al origen del ruido.

7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO

La metodología seguida en este trabajo se resume en los siguientes puntos:

1. En primer lugar, se realiza una evaluación de la información disponible y del marco normativo de aplicación, con el fin de definir los criterios de evaluación a emplear.

2. Se elabora un modelo de cálculo tridimensional de los escenarios de interés, que incluya tanto los focos de ruido existentes y previstos, como las áreas receptoras a evaluar.

3. Se analizan los resultados obtenidos en los mapas de ruido, comparándolos con las exigencias normativas, para los distintos escenarios.

4. En el caso de detectarse zonas de afección acústica, se proponen las medidas correctoras necesarias para reducir los niveles de ruido, evaluando su efectividad mediante el modelo de cálculo.

7.1. CÁLCULO LEGISLATIVO - CONTENEDOR DE BATERÍAS

Se pretende justificar en este apartado el cumplimiento de la normativa en materia de emisiones de ruido por parte de los contenedores de baterías del presente proyecto.

Para calcular el nivel de presión acústica que tendría el equipo a 1 metro se utiliza la siguiente fórmula:

$$SPL(dB) = 20 * log\frac{r2}{r1}$$

Siendo:

- r1: Distancia tomada como referencia, para los contenedores de baterías es 1 metro.
- r2: Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación.

Despejando r2, la fórmula queda así:

$$r2 = 10^{(\frac{\Delta SPL}{20})}$$

Siendo:

- ΔSPL: Diferencia de nivel de presión acústico.
- r2: Distancia a la cual se produce la diferencia de nivel de presión acústico.

Para el caso de las baterías, usando la fórmula primera, se obtiene el nivel de presión sonora a 1 metro, el valor obtenido es 88 dB.

El equipo emisor del ruido en este caso irá ubicado en el interior de los contenedores de baterías, por tanto, el nivel de presión sonora que aparece en las especificaciones técnicas no es el que habrá a 1 metro del contenedor.

Se estima que un contenedor estándar puede ofrecer una reducción de sonido de alrededor de 20 a 30 decibelios (dB), dependiendo de la frecuencia y la intensidad del ruido. Por tanto, el nivel de presión acústica a 1 metro del contenedor en el caso más desfavorable será de 68 dB.

En la siguiente tabla (Tabla A en el Anexo II del RD 1367/2007) se pueden ver los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes, del Anexo II del RD 1367/2007:

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65

Tabla 2.- Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Donde Ld, Le y Ln son definidos por la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año:

- Ld: es el nivel de ruido equivalente diurno.
- Le: es el nivel de ruido equivalente vespertino o de tarde.
- Ln: es el nivel de ruido equivalente nocturno.

Como se puede ver en la tabla anterior, no hay ningún límite especificado para el tipo de suelo en el que se ubica la instalación de almacenamiento de energía en baterías, por lo que se considera para el cálculo los siguientes casos:

En el caso de sectores de tipo b:

El sector de territorio con predominio de suelo de uso industrial (caso b) es el más parecido a donde se localiza este proyecto.

El valor límite más bajo para estás áreas es de 65 dB, como el mayor nivel de presión acústico de los equipos es de 68 dB, se necesita una atenuación de 3 dB.

Usando la segunda fórmula se obtiene la distancia a la cual deben estar los contenedores de baterías con respecto al límite catastral para cumplir con el índice de ruido de esta área acústica, que es 1,41 metros, por lo que **CUMPLE** de forma holgada con los 3,41 m entre los equipos y el límite catastral (ver siguiente figura y planos del proyecto).

En el caso de sectores de tipo d:

Si se realiza el cálculo para el caso de sector del territorio con predominio de suelo de uso terciario (caso d), el valor límite más bajo para estás áreas es de 65 dB, como el mayor nivel de presión acústico de los equipos es de 68 dB, se necesita una atenuación de 3 dB.

Usando la segunda fórmula se obtiene la distancia a la cual deben estar los contenedores de baterías con respecto al límite catastral para cumplir con el índice de ruido de esta área acústica, que es 1,41 metros, por lo que **CUMPLE** de forma holgada con los 3,41 m entre los contenedores de baterías y el límite catastral (ver siguiente figura y planos del proyecto).

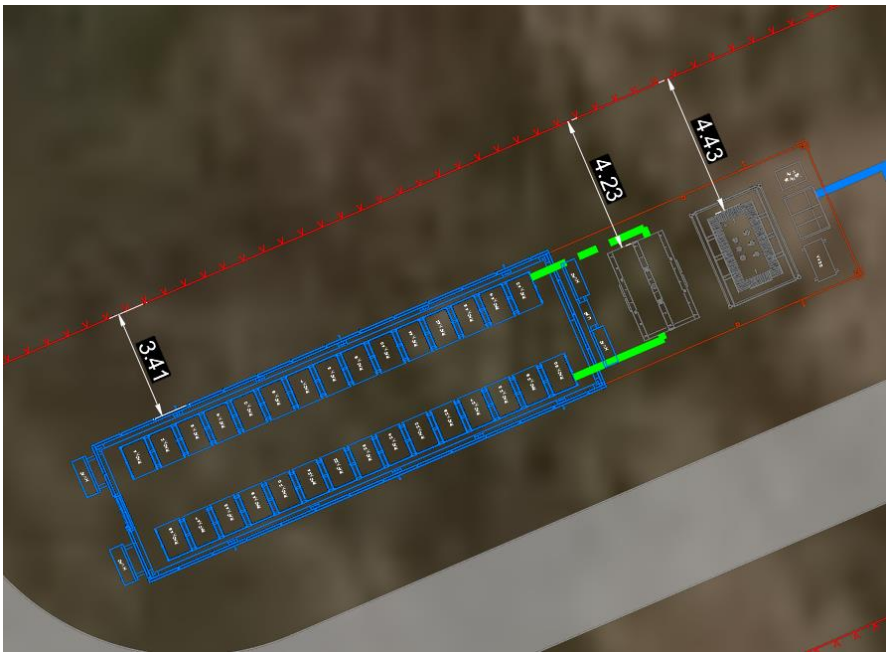


Figura 2.- Distancia de separación entre los contenedores de baterías y el límite catastral.

7.2. CÁLCULO LEGISLATIVO - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se pretende justificar en este apartado el cumplimiento de la normativa en materia de emisiones de ruido por parte del CT BESS del presente proyecto.

A continuación, se calcula la distancia mínima a la que debe estar el centro de transformación para cumplir con la normativa:

Para calcular el nivel de presión acústica que tendría el equipo a 1 metro se utiliza la siguiente fórmula:

$$SPL(dB) = 20 * log\frac{r2}{r1}$$

Siendo:

- r1: Distancia tomada como referencia, para el CT BESS es 1 metro.
- r2: Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación.

Despejando r2, la fórmula queda así:

$$r2 = 10^{(\frac{\Delta SPL}{20})}$$

Siendo:

- ΔSPL: Diferencia de nivel de presión acústico.
- r2: Distancia a la cual se produce la diferencia de nivel de presión acústico.

Teniendo en cuenta la Tabla A en el Anexo II del RD 1367/2007), se considera para el cálculo los siguientes casos:

<u>En el caso de sectores de tipo b:</u>

El sector de territorio con predominio de suelo de uso industrial (caso b) es el más parecido a donde se localiza este proyecto.

El valor límite más bajo para estás áreas es de 65 dB, como el mayor nivel de presión acústico de los equipos es de 75 dB, se necesita una atenuación de 10 dB.

Usando la segunda fórmula se obtiene la distancia a la cual deben estar los contenedores de baterías con respecto al límite catastral para cumplir con el índice de ruido de esta área acústica, que es 3,16 metros, por lo que **CUMPLE** de forma holgada con los 4,43 m entre los equipos y el límite catastral (ver siguiente figura y planos del proyecto).

En el caso de sectores de tipo d:

Si se realiza el cálculo para el caso de sector del territorio con predominio de suelo de uso terciario (caso d), el valor límite más bajo para estás áreas es de 65 dB, como el mayor nivel de presión acústico de los equipos es de 75 dB, se necesita una atenuación de 10 dB.

Usando la segunda fórmula se obtiene la distancia a la cual deben estar los contenedores de baterías con respecto al límite catastral para cumplir con el índice de ruido de esta área acústica, que es 3,16 metros, por lo que **CUMPLE** de forma holgada con los 4,43 m entre los contenedores de baterías y el límite catastral (ver siguiente figura y planos del proyecto).

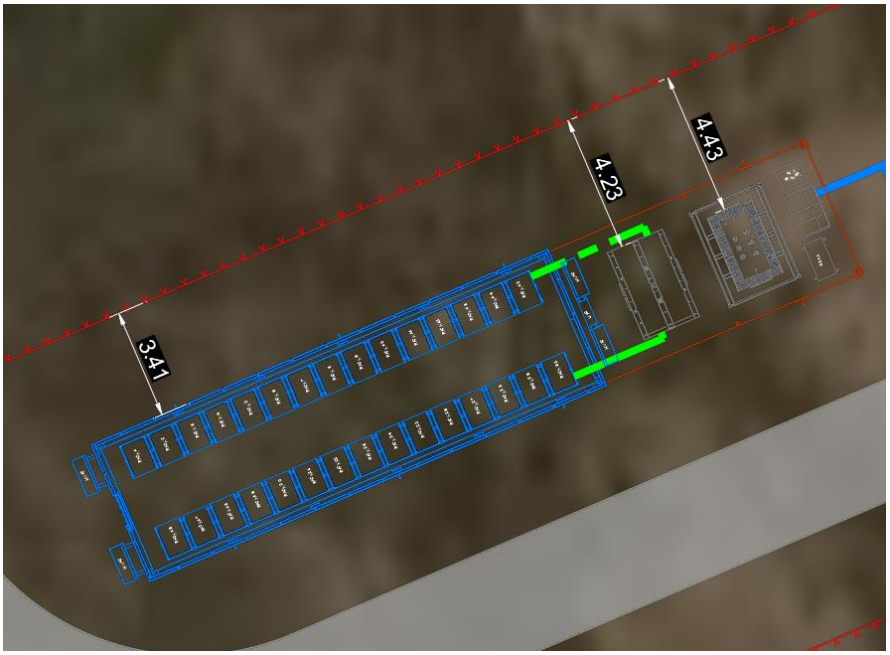


Figura 3.- Distancia de separación entre el Centro de Transformación de las baterías y el límite catastral.

7.3. CÁLCULO LEGISLATIVO – TRANSFORMADOR DE SSAA DEL CPM

Se pretende justificar en este apartado el cumplimiento de la normativa en materia de emisiones de ruido por parte del Transformador de SSAA del CPM del presente proyecto.

A continuación, se calcula la distancia mínima a la que debe estar el centro de transformación para cumplir con la normativa:

Para calcular el nivel de presión acústica que tendría el equipo a 1 metro se utiliza la siguiente fórmula:

$$SPL(dB) = 20 * log\frac{r2}{r1}$$

Siendo:

- r1: Distancia tomada como referencia, para el Transformador es 1 metro.
- r2: Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación.

Despejando r2, la fórmula queda así:

$$r2 = 10^{(\frac{\Delta SPL}{20})}$$

Siendo:

- ΔSPL: Diferencia de nivel de presión acústico.
- r2: Distancia a la cual se produce la diferencia de nivel de presión acústico.

Teniendo en cuenta la Tabla A en el Anexo II del RD 1367/2007), se considera para el cálculo los siguientes casos:

<u>En el caso de sectores de tipo b:</u>

El sector de territorio con predominio de suelo de uso industrial (caso b) es el más parecido a donde se localiza este proyecto.

El valor límite más bajo para estás áreas es de 65 dB, como el mayor nivel de presión acústico del transformador de SSAA del CPM es de 60 dB, NO se necesita distancia de atenuación ya que **CUMPLE**.

En el caso de sectores de tipo d:

Si se realiza el cálculo para el caso de sector del territorio con predominio de suelo de uso terciario (caso d), el valor límite más bajo para estás áreas es de 65 dB, como el mayor nivel de presión acústico del transformador de SSAA del CPM es de 60 dB, NO se necesita distancia de atenuación ya que **CUMPLE**.

No obstante, se grafía en el plano del presente anejo las líneas isófonas, en las que para reducir 10 dB se necesitan 3,16 metros de distancia. isolíneas

7.4. MODELO PREDICTIVO – OPEN NOISE

Para la elaboración del modelo de cálculo acústico se emplea el plugin "OpeNoise" para QGIS.

Esta herramienta nos permite estimar los niveles de ruido generados por fuentes puntuales o por fuentes de carreteras en puntos receptores fijos y edificios.

Podemos calcular nuestro mapa de ruido teniendo en cuenta múltiples variables como son la pendiente del terreno, la altitud, el volumen del tráfico y la velocidad media de los vehículos y, fundamentalmente, el nivel de presión acústica.

El plugin implementa dos métodos para las emisiones de ruido viales, que son NMPB-Routes-96 y CNOSSOS.

Para poder emplear el plugin debemos de contar con una capa, de carreteras o puntos de emisión, que contenga información sobre la potencia acústica, bien en distintas mediciones (día, tarde y noche) o bien mediante una media de estas mediciones.

7.4.1. **Fuentes de ruido**

En el apartado anterior se han calculado los niveles de presión sonora emitidos por los distintos focos de ruido facilitados, correspondiendo tanto con el periodo diurno como nocturno.

Asimismo, el aislamiento acústico previsto en aquellos edificios que puedan albergar focos sonoros significativos será el necesario para que el ruido emitido al exterior no supere los valores indicados.

Los niveles de emisión proporcionados se han trasladado al modelo informático 3D, presentando un escenario de funcionamiento con la totalidad de los focos funcionando simultáneamente, y asignándoselo tanto al modo diurno como nocturno.

No se han tenido en cuenta los focos sonoros que funcionan menos del 5% de las horas anuales, por lo que no se han tenido en cuenta ni las alarmas, ni los focos móviles.

La norma de cálculo empleada es el método de cálculo europeo CNOSSOS-EU, definido en la Directiva (UE) 2015/996 de la Comisión por la que se establecen métodos comunes de evaluación de ruido, y adoptado como método de cálculo en España mediante la Orden PCI/1319/2018 por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005.

Esta norma describe un método de ingeniería para el cálculo de la atenuación del sonido en el ambiente exterior, con el fin de predecir los niveles de ruido ambiental a cierta distancia generados por varias fuentes sonoras.

El método predice el nivel continuo equivalente ponderado A, bajo ciertas condiciones de propagación de fuentes de las que se conoce su emisión sonora de forma individual.

Para la caracterización de los diferentes focos sonoros, se parte de los datos de fabricante facilitados por el cliente de cada uno de los equipos relativos a potencia sonora, no habiendo sido posible contar con la información relativa a distribución espectral de los mismos, por lo que una vez finalizada la instalación se recomienda la evaluación “in situ”.

7.4.2. **Niveles sonoros previstos**

A continuación, se incluye el mapa sonoro previsto para el funcionamiento de la planta de almacenamiento BESS. Para el cálculo de ese mapa sonoro (isófonas) se ha considerado un funcionamiento simultaneo de todos los focos. Este funcionamiento se dará tanto en el periodo diurno como en el nocturno. Considerando que las exigencias definidas son más restrictivas en el periodo nocturno, se analizan los resultados en base a ese nivel sonoro limite definido en dicho periodo.

Analizando el mapa sonoro se observa que, en los límites de actividad el nivel sonoro recibido es inferior a 60 dB, nivel inferior al límite establecido para el límite en zonas industriales.

A continuación, se muestran los siguientes planos de ruido:

- En el plano 01, se muestra el mapa de ruido actual en el entorno. La zona visible en el mapa con ortofoto (color gris oscuro) corresponde a 45 dB.
- En el plano 02, se muestran las líneas isófonas desde los focos emisores hacia el exterior, cumpliendo por tanto con los límites normativos.
- En el plano 03, se muestran las distancias a establecimientos con población vulnerable en cuanto al ruido y distancia a usos residenciales más próximos.



PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

MAPA DE RUIDO ACTUAL EN EL ENTORNO

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

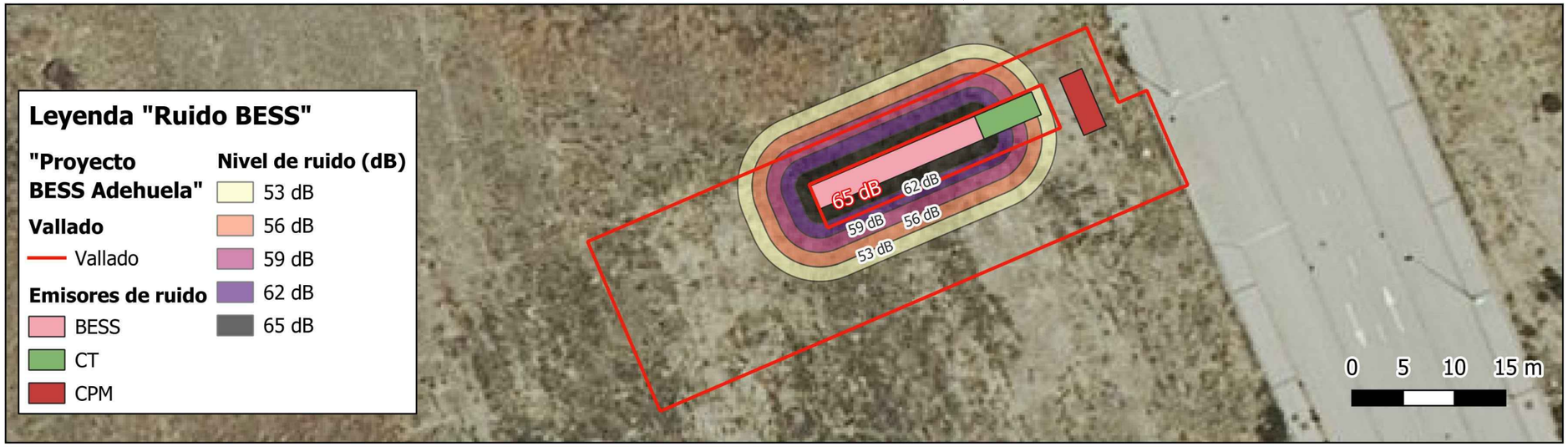
emin.energy

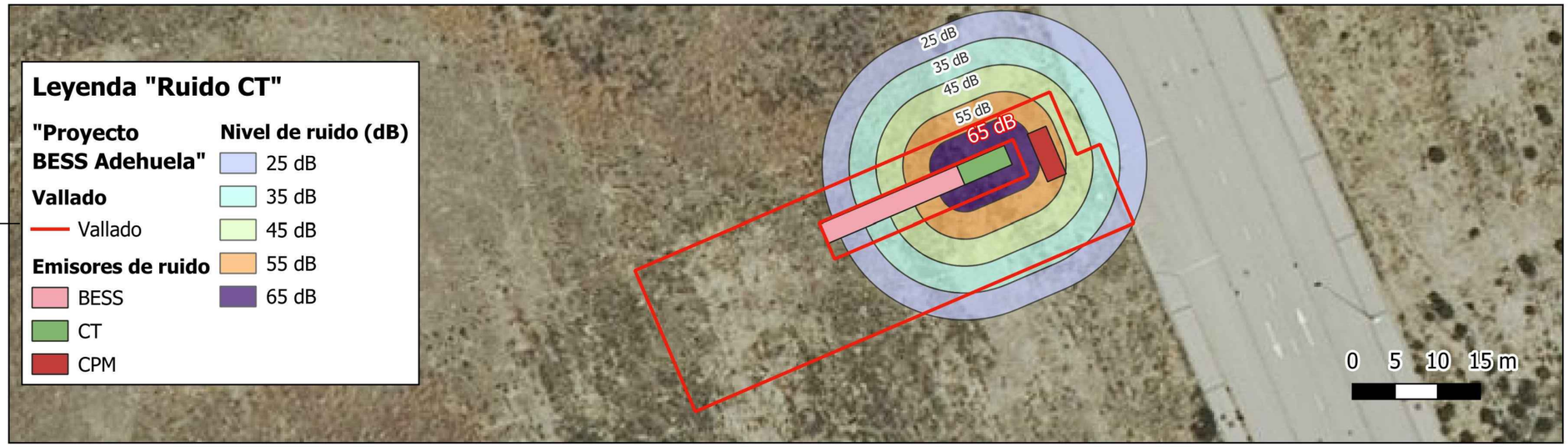
DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	RUIZ ZAHONERO, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

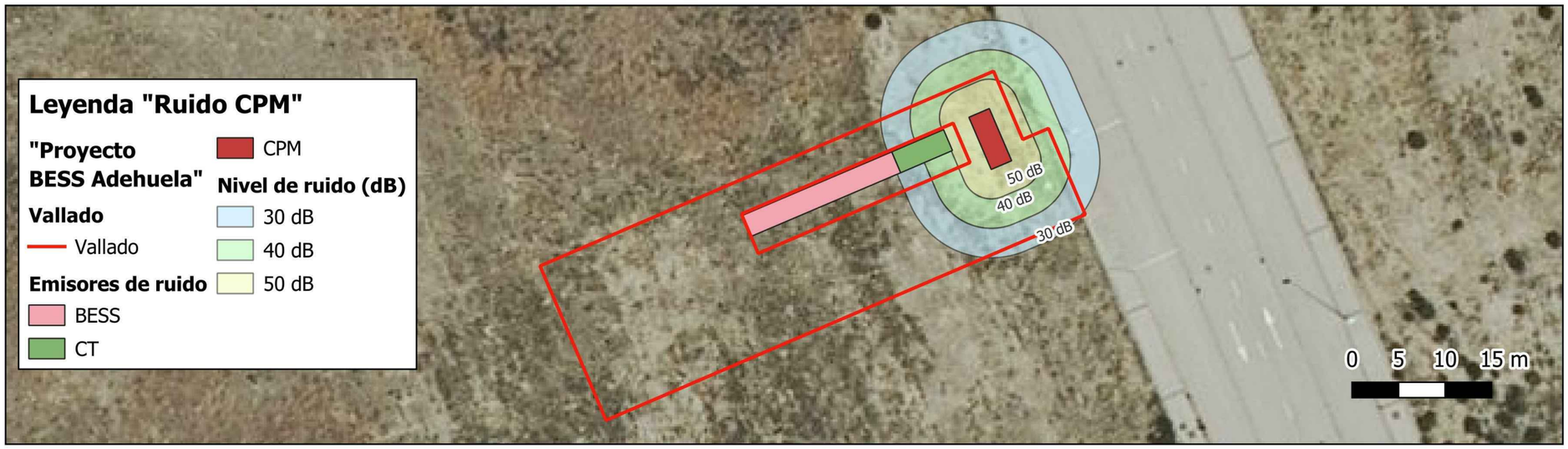
Nº PLANO:	ESCALA:	Indicadas
	FORMATO:	A3
	Nº EDICIÓN:	01
	FECHA:	Junio 2026
	HOJA 1 DE 1	

01

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE







PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

MAPA DE RUIDO DE CURVAS ISÓFONAS

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

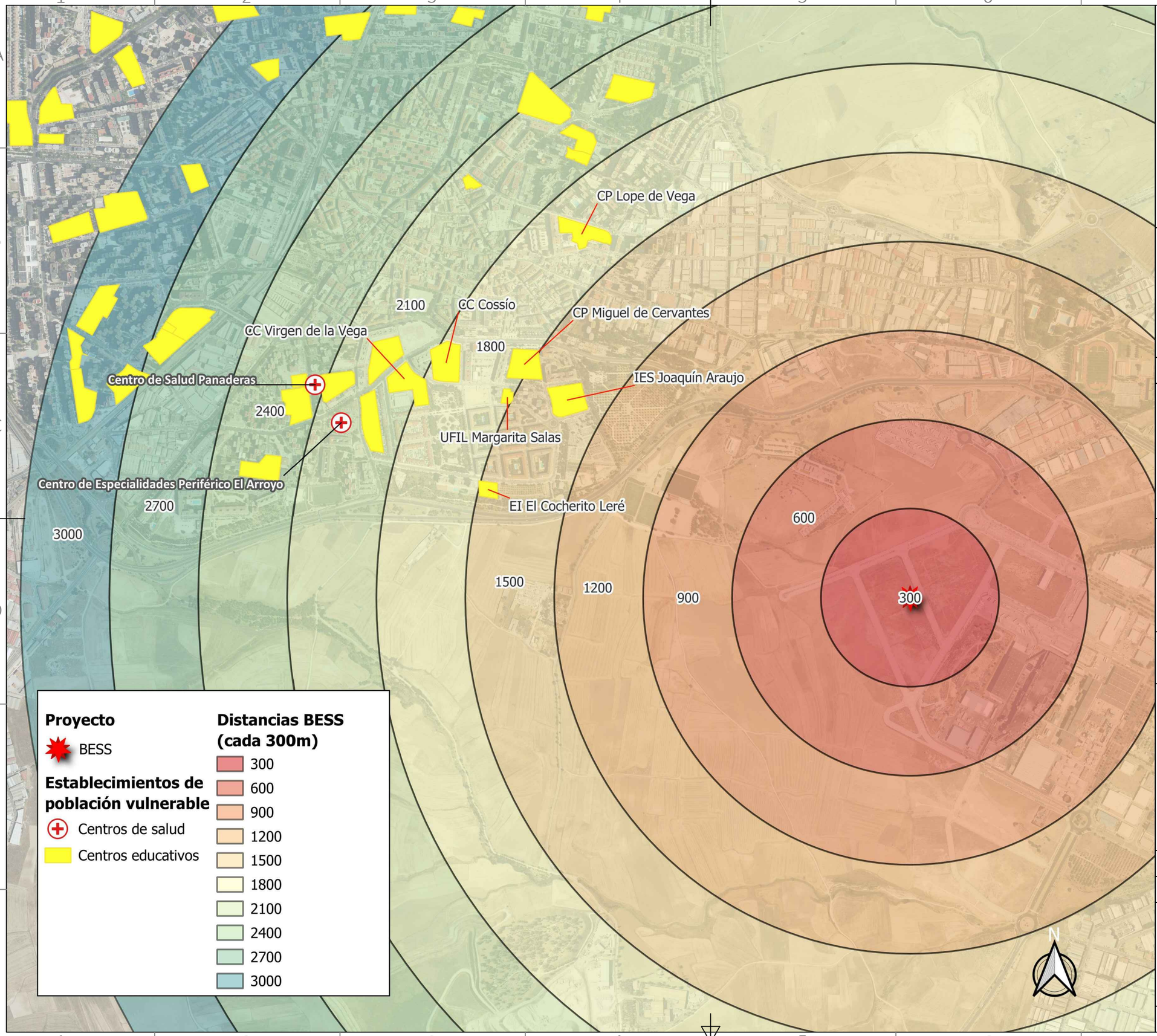
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	RUIZ ZAHONERO, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 02	ESCALA:	Indicadas
	FORMATO:	A3
	Nº EDICIÓN:	01
	FECHA:	Junio 2026
	HOJA	1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LOCALIZACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE POBLACIÓN VULNERABLE FRENTE AL RUIDO

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	RUIZ ZAHONERO, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

Nº PLANO: 03

ESCALA:	Indicadas
FORMATO:	A3
Nº EDICIÓN:	01
FECHA:	Junio 2026
HOJA	1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

8. CONCLUSIONES

Los técnicos firmantes del presente anejo de estudio y evaluación acústica consideran que la documentación aportada resulta suficiente para justificar, desde el punto de vista técnico, que no se genera ningún nivel de ruido que exceda los límites establecidos por la normativa vigente.

En Valencia, a junio de 2026, los ingenieros:

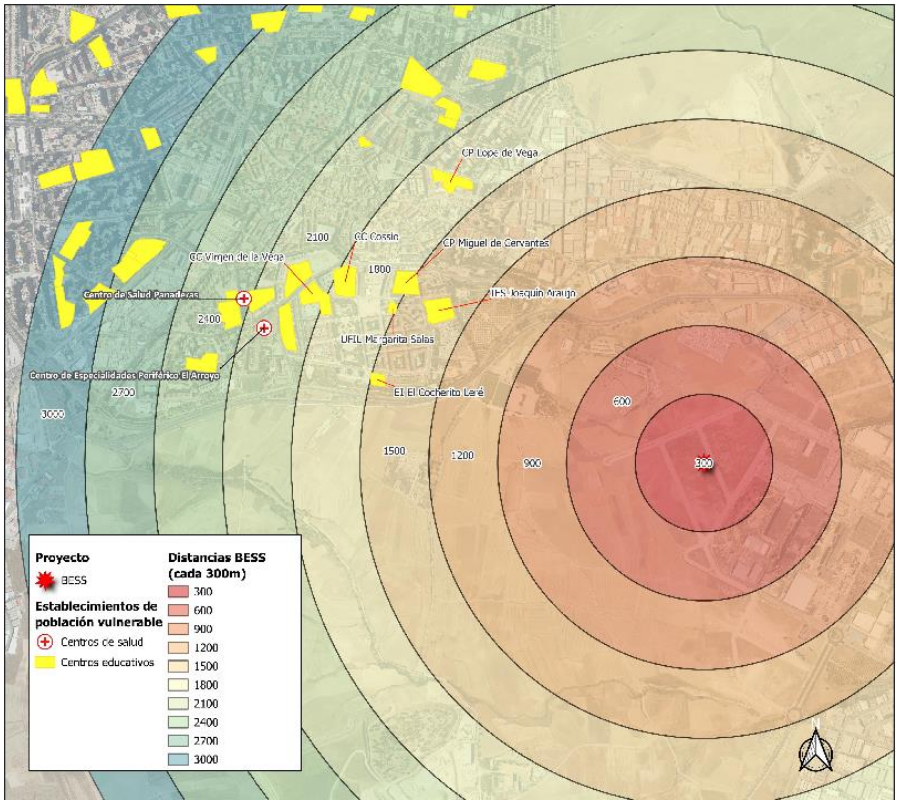
Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el día 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 12:31:36 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº: 31899

9. ANEXO 1. INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS CON POBLACIÓN VULNERABLE Y DISTANCIA A USOS RESIDENCIALES MÁS PRÓXIMOS

A continuación, se numeran los establecimientos con población vulnerable en cuanto al ruido y las distancias aproximadas a usos residenciales más próximos de la zona de estudio:

Tipo de centro	Establecimiento	Distancia aproximada desde las coordenadas de la zona de estudio
Hospital	Hospital Universitario de Fuenlabrada	> 3 km
Centros educativos	Escuela infantil "El Cocherito Leré"	> 1,4 km
	Instituto Joaquín Araujo	> 1,3 km
	UFIL Margarita Salas	> 1,5 km
	CP Miguel de Cervantes	> 1,5 km
	CP Lope de Vega	> 1,6 km
	Colegio Bilingüe M.B. Cossío	> 1,7 km
	Colegio Virgen de la Vega	> 1,8 km
Centros de salud	Centro de Especialidades Periférico El Arroyo	> 2 km
	Centro de Salud Panaderas	> 2,1 km

Tabla 3.- Inventario de establecimientos con población vulnerable y distancia a usos residenciales más próximos a la zona de estudio correspondiente a la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST.



TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	**I. Memoria**
ANEJO	**07.- Protección contra incendios**



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ANEJO 07

JUSTIFICACIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI)

ÍNDICE

ÍNDICE 2
1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETO Y ALCANCE 4
3. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO 4
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA 5
4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS PREVISTOS 6
4.1. SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS 6
4.2. SISTEMA DE ACTIVACIÓN MANUAL 11
4.3. SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE GAS INERTE 15
4.4. MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN 18
4.5. INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN 19
5. ESQUEMA RESUMEN 22
5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS 22
5.1.1. SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA 22
5.1.2. ACTIVACIÓN MANUAL 22
5.1.3. SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA POR GAS INERTE 23
5.1.4. MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN 23
5.2. INTEGRACIÓN CON EL SISTEMA DE GESTIÓN (EMS) 24
5.2.1. SEÑALES CABLEADAS DE SEGURIDAD 24
5.2.2. SECUENCIA DE ACTUACIÓN AUTOMÁTICA ANTE INCENDIO 24
6. JUSTIFICACIONES CONTRA INCENDIOS 25
6.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 25
6.1.1 Propagación del incendio a otras partes de la instalación 25
6.1.2 Propagación del incendio al exterior de la instalación 26
6.1.3 Presencia o ausencia de personal de servicio permanente 26
6.1.4 Naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y sus cubiertas 27
6.1.5 Disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios 27
6.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 28
6.2.1 Emplazamiento y separación 28
6.2.2. Emplazamiento exterior – exención de EI-120 28
6.2.3 Protecciones eléctricas 28
6.2.4 Ventilación y disipación térmica 29
6.2.5 Medios de protección contra incendios 29
6.2.6 Tabla de conformidad 30

6.3. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA 31

6.3.1 Clasificación del local y nivel de riesgo 31

6.3.2 Resistencia al fuego de la envolvente 31

6.3.3 Ventilación natural 31

6.3.4. Protecciones eléctricas 31

6.3.5 Medios de protección contra incendios 32

6.3.6 Alumbrado y señalización 33

6.3.7 Tabla de conformidad 33

7. CONCLUSIONES 34

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria justifica y describe los sistemas de protección contra incendios previstos en la instalación de almacenamiento BESS y del Centro de Transformación BESS del Proyecto "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5 MW Y 10 MWh EN FUENLABRADA (MADRID).

2. OBJETO Y ALCANCE

Específicamente, este documento aborda los aspectos relacionados con la protección contra incendios solicitados en diferentes apartados del requerimiento de información complementaria solicitados por la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular de la Comunidad de Madrid.

El alcance de este documento comprende por tanto la descripción detallada de todos los sistemas de protección contra incendios instalados en el proyecto BESS, el análisis técnico de los riesgos asociados a incendios en instalaciones de baterías de ion-litio, la evaluación de los impactos potenciales sobre el medio ambiente y la salud pública en caso de accidente, y la descripción de las medidas preventivas, correctoras y de emergencia implementadas para minimizar dichos riesgos. La elaboración de este documento se ha basado en la documentación técnica del proyecto proporcionada, específicamente el Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de la E-House y sistema BESS, referencia 1521_XXXXXX BESS en su revisión 03 de fecha 03 de junio de 2024, así como en la normativa española y europea aplicable en materia de protección contra incendios, prevención de accidentes graves y protección del medio ambiente.

3. LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

El sistema de almacenamiento de energía se ubica en uno de los recintos vallados perimetralmente que conforman la instalación "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5 MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid).

Concretamente, los contenedores que albergan las baterías y todos los equipos para su transformación en 15kV para su conexión con el CSI se ubicarán en la siguiente parcela.

Municipio	Dirección	Referencia catastral	Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30		Superficie catastral	Superficie vallada	Superficie ocupada elementos
			X	Y			
Fuenlabrada (Madrid)	C/P.P. BAÑUELO 21(3) Suelo	4283305VK3548S0001ZU	434.143	4.458.245	1.008 m^2	984 m^2	124,33 m^2

Tabla 1.- Relación de superficies ocupadas por los elementos de la instalación BESS ALDEHUELA 1_ST.

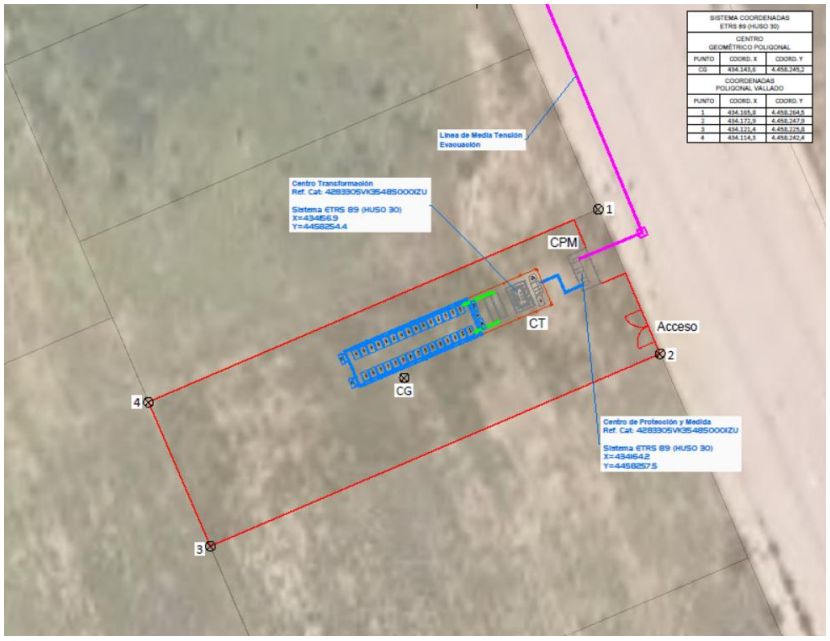


Figura 1: Parcela catastral objeto del proyecto BESS ALDEHUELA 1_ST.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

La parcela tiene una superficie de 1.008 m2. En la parcela objeto no hay registrada ninguna construcción, así como en las parcelas colindantes. La clase de recinto es urbano, y el uso principal es suelo sin edificar.

Según catastro, la superficie de la parcela es íntegramente zona urbana.

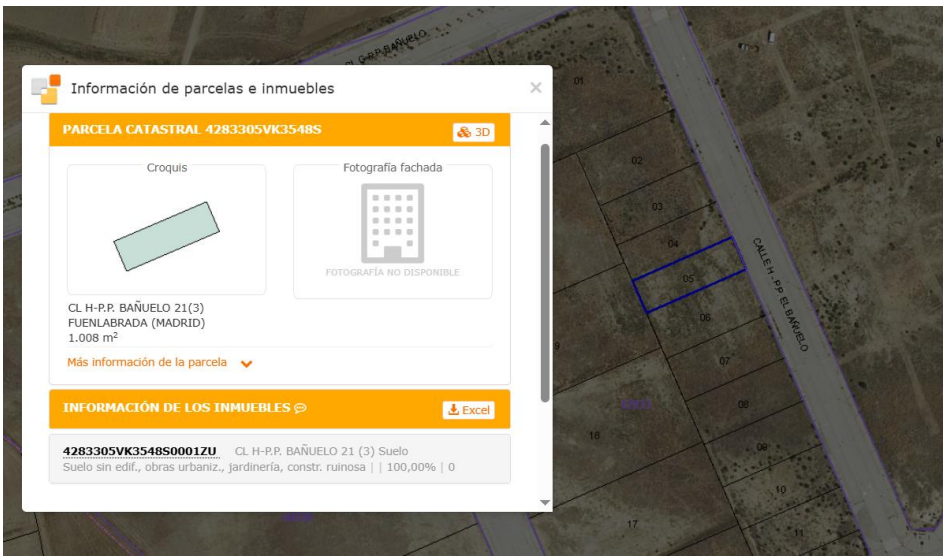




Figura 2: Descripción de la parcela objeto del proyecto BESS ALDEHUELA 1_ST.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS PREVISTOS

La instalación BESS dispone de un sistema completo e integrado de protección contra incendios diseñado específicamente para hacer frente a los riesgos particulares asociados al almacenamiento de energía mediante baterías LFP de gran capacidad. Este sistema combina múltiples capas de protección que operan de forma coordinada, incluyendo detección temprana mediante sensores de última generación, extinción automática mediante agente gaseoso inerte, medios manuales de extinción para intervención humana, y una completa integración con el sistema de gestión de la instalación para garantizar la actuación coordinada de todos los equipos eléctricos en caso de emergencia, minimizando así tanto los daños a la instalación como los riesgos para las personas y el medio ambiente.

4.1. SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS

El sistema de detección automática constituye la primera y más crítica línea de defensa contra incendios en la instalación. Su función es identificar de forma temprana cualquier principio de incendio o situación anómala que pueda derivar en un incendio mediante la detección de sus productos característicos, fundamentalmente humo y calor, activando las alarmas correspondientes y desencadenando la secuencia automática de actuación del sistema de extinción. La detección temprana es particularmente crítica en instalaciones de baterías, donde los fenómenos de fuga térmica pueden evolucionar muy rápidamente desde una situación de sobrecalentamiento localizado hasta un incendio declarado en cuestión de minutos si no se interviene de forma inmediata.

Para garantizar una detección fiable que minimice tanto los falsos negativos, situaciones en las que existe un incendio, pero el sistema no lo detecta, como las falsas alarmas, situaciones en las que el sistema detecta erróneamente un incendio cuando no existe, se ha optado por instalar detectores de tecnología dual óptico-térmica. Estos detectores combinan dos principios físicos de detección complementarios en un único dispositivo, aumentando significativamente la fiabilidad del sistema.

La utilización de esta tecnología dual óptico-térmica aumenta significativamente la sensibilidad de detección en las fases iniciales del incendio. Los incendios de baterías presentan características particulares en su desarrollo. En las fases iniciales, cuando una celda comienza a entrar en fuga térmica, se produce un sobrecalentamiento localizado que puede no generar todavía humo visible pero sí una elevación de temperatura detectada por el sensor térmico. Posteriormente, cuando la celda alcanza temperaturas más elevadas, comienza a ventilar gases que incluyen vapores de electrolito y productos de descomposición de los materiales internos, generando humo que es detectado por el sensor óptico. Finalmente, si el proceso no se detiene, se produce la ignición de estos gases con llama visible y generación abundante de humo y calor. La tecnología dual permite detectar el incendio en cualquiera de estas fases, maximizando la probabilidad de detección temprana.

En la E-House se han instalado dos detectores óptico-térmicos ubicados estratégicamente en el techo del recinto. La separación entre detectores y su ubicación específica se ha determinado siguiendo las prescripciones de la norma UNE-EN 54 parte 7 para detectores ópticos de humo y parte 5 para detectores térmicos. Según estas normas, cada detector puede cubrir un área de entre 60 y 120 metros cuadrados dependiendo de la altura del techo, las condiciones de ventilación del recinto, y el tipo de riesgo a proteger. En el caso de esta instalación, con una superficie útil interior de la E-House de aproximadamente 35 metros cuadrados y una altura de techo de 2,8 metros, la instalación de dos detectores proporciona un grado de redundancia muy superior al estrictamente necesario desde el punto de vista normativo. Esta redundancia es intencionada y responde a criterios de fiabilidad del sistema, garantizando que incluso en el caso de fallo de uno de los detectores, el segundo detector seguirá proporcionando capacidad de detección sobre la totalidad del recinto.

La lógica de actuación del sistema de detección se ha programado cuidadosamente para proporcionar una respuesta escalonada y proporcional ante diferentes situaciones, equilibrando los requisitos de detección temprana con la necesidad de evitar activaciones innecesarias del sistema de extinción. El sistema distingue tres niveles de alarma con diferentes acciones asociadas a cada nivel. El primer nivel se activa cuando uno solo de los dos detectores entra en estado de alarma, es decir, cuando detecta simultáneamente humo y calor por encima de los umbrales programados. En esta situación, que se denomina pre-alarma, el sistema activa únicamente las sirenas interiores de alerta para advertir al personal que pueda encontrarse en el interior de la E-House de que existe una situación anómala que requiere verificación, y simultáneamente envía una señal digital denominada "Fire Alarm" al sistema de gestión energética EMS para registro y notificación remota al centro de control de la planta. Sin embargo, en este nivel de pre-

alarma no se activa todavía el sistema de extinción automático, no se para el funcionamiento de los equipos eléctricos, y no se activan las sirenas exteriores.

Esta pre-alarma con un solo detector tiene una función muy importante desde el punto de vista operativo. Permite que el personal de operación o mantenimiento que pueda encontrarse en la instalación o en sus proximidades sea alertado de que existe una situación anómala y pueda realizar una inspección visual inmediata para determinar la causa. En muchas ocasiones, esta inspección visual permite identificar que no existe un incendio real sino una situación que ha provocado una falsa detección, como por ejemplo la presencia de polvo en suspensión durante trabajos de limpieza o mantenimiento, pequeñas fugas de líquido refrigerante que generan neblina al evaporarse, condensación de humedad en condiciones de alta humedad ambiental, o incluso insectos que han entrado en la cámara óptica del detector. En estos casos, el personal puede tomar las medidas correctoras apropiadas, como ventilar el recinto, limpiar el detector, o corregir la pequeña fuga, evitando así la evolución hacia una alarma completa que activaría innecesariamente el sistema de extinción con las consecuencias operativas y económicas que ello conlleva.

El segundo nivel de alarma se activa cuando ambos detectores entran en estado de alarma de forma simultánea, es decir, cuando ambos detectan simultáneamente humo y calor por encima de los umbrales programados. La probabilidad de que ambos detectores fallen simultáneamente generando una falsa alarma es estadísticamente muy baja, de forma que cuando ambos detectores están en alarma existe una certeza muy elevada de que realmente existe una situación de incendio que requiere intervención mediante el sistema de extinción automático. En este momento, el sistema interpreta que existe una situación real de emergencia por incendio y activa la secuencia completa de extinción automática. Las acciones que se ejecutan simultáneamente en este nivel son múltiples y coordinadas. En primer lugar, se activan tanto las sirenas interiores como las sirenas exteriores, para garantizar que cualquier persona que pueda encontrarse en el interior del recinto o en sus proximidades inmediatas sea alertada de la situación de emergencia. Simultáneamente se activa el letrero óptico-acústico instalado en el exterior, que combina una sirena de alta potencia con una luz estroboscópica de alta intensidad que es visible incluso en condiciones de luz solar directa.

En segundo lugar, se envía la señal de alarma "Fire Alarm" al sistema de gestión energética EMS, que al recibir esta señal ejecuta inmediatamente una secuencia de parada de emergencia de todos los equipos eléctricos de potencia de la instalación. El EMS activa dos relés de seguridad denominados K3 y K4 que están cableados hasta el sistema de gestión de baterías y hasta el sistema de conversión de potencia respectivamente. Estos relés son de tipo normalmente cerrado, de forma que en condiciones normales de operación mantienen sus contactos cerrados y únicamente los abren cuando se energiza su bobina. Esta configuración de seguridad intrínseca garantiza que cualquier fallo en el sistema de control, como un corte del cable de señal o un fallo de alimentación del EMS, provoca automáticamente la apertura de los contactos y por tanto la parada de los equipos eléctricos, evitando situaciones peligrosas en las que un fallo del sistema de control permitiría que los equipos continuaran operando durante una emergencia.

Cuando el relé K3 abre su contacto, el sistema de gestión de baterías BAU recibe esta señal e inmediatamente ordena a todas las unidades de control de rack BCU que abran los contactores principales de sus respectivos racks. Esta operación se ejecuta de forma secuencial muy rápida, abriendo los veinticuatro racks en un tiempo total inferior a cinco segundos. La apertura de los contactores desconecta eléctricamente todos los racks de baterías del bus de corriente continua común, eliminando así cualquier posibilidad de que continúe circulando corriente eléctrica a través de las baterías que podría estar contribuyendo al calentamiento en caso de que el incendio se hubiera iniciado por un fallo eléctrico interno en alguna de las baterías. Simultáneamente, cuando el relé K4 abre su contacto, el sistema de conversión de potencia PCS recibe la señal de parada rápida externa y ejecuta inmediatamente su secuencia de parada de emergencia. El PCS abre tanto su interruptor de corriente continua como su seccionador de corriente alterna en menos de dos segundos, desconectándose completamente tanto del sistema de baterías como de la red eléctrica y entrando en un estado seguro denominado "Error" que requiere confirmación manual para poder volver a arrancar.

En tercer lugar, y simultáneamente con todas las acciones anteriores, se inicia una temporización de treinta segundos antes del disparo efectivo del sistema de extinción mediante la descarga del agente extintor gaseoso. Este retardo de treinta segundos es un requisito fundamental desde múltiples puntos de vista. Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, es imprescindible proporcionar un tiempo suficiente para que cualquier persona que pudiera encontrarse en el interior de la E-House en el momento de activación de la alarma disponga de tiempo más que suficiente para evacuar el recinto de forma segura antes de que se produzca la descarga del gas. Hay que tener en cuenta que el nitrógeno es un gas que actúa desplazando el oxígeno del aire, de forma que tras su descarga la atmósfera interior del recinto contiene una concentración de oxígeno muy reducida, del orden del doce al trece por ciento, que es insuficiente para la respiración humana y provocaría la pérdida de conocimiento y asfixia de cualquier persona que se encontrara en el interior. Los treinta segundos de retardo, junto con la señalización acústica y visual de alta intensidad, garantizan que incluso una persona que pudiera encontrarse en el fondo del recinto o realizando alguna tarea que requiera concentración tiene tiempo más que suficiente para percatarse de la alarma, dejar lo que está haciendo, desplazarse hasta la puerta de salida y abandonar el edificio de forma segura.

Desde el punto de vista operativo, el retardo de treinta segundos también proporciona una última oportunidad para que personal cualificado que haya acudido al lugar al escuchar las alarmas pueda realizar una evaluación visual rápida de la situación desde el exterior, observando si realmente sale humo del edificio o si hay otros indicios visibles de incendio. Si tras esta inspección visual el personal determina que no existe un incendio real, dispone de la posibilidad de abortar manualmente el disparo del sistema de extinción pulsando el botón azul de aborto instalado en el interior del recinto o, si ya no es seguro acceder al interior, esperando a que transcurran los treinta segundos tras lo cual el sistema quedará en estado de alarma pero sin haber descargado el gas, permitiendo posteriormente realizar una investigación más detallada de la causa de la alarma. Sin embargo, es importante destacar que esta posibilidad de aborto manual debe utilizarse únicamente cuando existe una certeza absoluta de que no hay incendio, ya que un uso inadecuado de esta función podría permitir que un incendio real evolucione sin ser extinguido.

Durante los treinta segundos de retardo, el letrero óptico-acústico exterior permanece activado continuamente, proporcionando una doble función de seguridad. Por un lado, alerta a cualquier persona que pudiera encontrarse en las proximidades de la E-House para que se aleje del edificio y no intente acceder al interior. Por otro lado, advierte específicamente al personal de operación y mantenimiento de la planta que está a punto de producirse la descarga de un agente extintor gaseoso en el interior del edificio, de forma que nadie debe acceder bajo ningún concepto durante los siguientes minutos hasta que se complete la extinción y se ventile el recinto. La señalización exterior incluye tanto la sirena de alta potencia que es audible a distancias superiores a cien metros en condiciones normales de ruido ambiental, como la luz estroboscópica que emite destellos de alta intensidad a una frecuencia de aproximadamente uno a dos hercios, que es la frecuencia óptima para captar la atención de las personas incluso en su visión periférica.

Transcurridos los treinta segundos de retardo, si no se ha producido un aborto manual del disparo mediante el pulsador interior, el sistema activa el solenoide electromecánico instalado en la cabeza del cilindro principal de agente extintor. El solenoide es un actuador electromagnético que cuando se energiza mueve un vástago metálico que a su vez acciona el mecanismo de apertura de la válvula del cilindro. Este mecanismo es de tipo pirotécnico, lo que significa que la apertura de la válvula se realiza mediante una pequeña carga explosiva que rompe un disco de ruptura o libera un resorte mecánico pretensado, garantizando una apertura instantánea y completa de la válvula incluso en condiciones adversas como temperaturas extremas o fallo parcial del suministro eléctrico. La apertura de la válvula del cilindro principal provoca la liberación instantánea del nitrógeno almacenado a presión en su interior, que se expande rápidamente a través de la red de tuberías de distribución hasta las boquillas de descarga estratégicamente ubicadas en el techo y paredes del recinto.

Adicionalmente a los dos detectores automáticos óptico-térmicos, el sistema incorpora un presostato instalado directamente en el cilindro principal de agente extintor. Un presostato es un interruptor accionado por presión, que en este caso está configurado para detectar la caída brusca de presión que se produce cuando se abre la válvula y comienza la descarga del gas desde el cilindro. En condiciones normales, con el cilindro cargado, la presión interior es del orden de 200 a 300 bar dependiendo de la temperatura ambiente, y el contacto del presostato permanece abierto. Cuando se abre la válvula y el gas comienza a descargarse, la presión cae rápidamente por debajo del umbral del presostato, típicamente ajustado a unos 50 bar, provocando que el contacto del presostato se cierre. Este cierre del contacto activa inmediatamente una señal denominada "Extinguishing System Active" que se envía simultáneamente al panel de control del sistema contra incendios y al sistema de gestión energética EMS. Esta señal confirma de forma inequívoca que efectivamente se ha producido la descarga del agente extintor, permitiendo distinguir entre tres situaciones posibles: una situación normal sin alarma en la que ni los detectores ni el presostato están activados, una situación de alarma sin descarga en la que los detectores están activados pero el presostato no lo está lo que indicaría un fallo en el sistema de extinción que ha impedido la descarga, y una situación de emergencia con extinción en curso en la que tanto los detectores como el presostato están activados confirmando que el sistema ha funcionado correctamente.

Todos los componentes del sistema de detección, incluyendo los dos detectores óptico-térmicos, el presostato, las sirenas interiores y exteriores, el letrero óptico-acústico, y el panel de control del sistema, se alimentan eléctricamente desde el cuadro de distribución de corriente alterna de la E-House a través de circuitos dedicados protegidos con sus correspondientes interruptores automáticos. Sin embargo, el sistema incorpora una característica de seguridad fundamental que es la alimentación de respaldo mediante baterías. El panel de control del sistema contra incendios incorpora en su interior baterías de plomo-ácido selladas de tipo AGM con capacidad suficiente para alimentar la totalidad del sistema durante un mínimo de veinticuatro horas en caso de fallo del suministro eléctrico principal. Esta alimentación de respaldo es crítica porque muchos incendios en instalaciones eléctricas se inician precisamente con fallos eléctricos como cortocircuitos o sobrecargas que provocan la apertura de interruptores de protección o incluso la destrucción de partes del cableado de alimentación. En estas circunstancias, es imprescindible que el sistema de detección y alarma continúe operativo para detectar el incendio y activar la extinción, y esto solo es posible si dispone de su propia fuente de alimentación independiente que no se ve afectada por los fallos del sistema eléctrico principal. Las baterías de respaldo se mantienen permanentemente cargadas mediante un cargador automático incorporado en el panel de control, y el propio sistema monitoriza continuamente el estado de carga y el estado de salud de estas baterías, activando alarmas de aviso si detecta que la tensión de las baterías es baja o que su capacidad se ha degradado por envejecimiento.

4.2. SISTEMA DE ACTIVACIÓN MANUAL

Además del sistema de detección y activación automática descrito en el apartado anterior, la instalación dispone de medios manuales que permiten la intervención de una persona ante situaciones específicas que no pueden ser gestionadas adecuadamente mediante sistemas automáticos. Estos medios manuales proporcionan tanto la capacidad de forzar la activación del sistema de extinción cuando el sistema automático no ha funcionado como debería, como la capacidad de abortar una activación automática cuando se determina que no existe un incendio real. La existencia de estos medios manuales es fundamental para equilibrar los requisitos contrapuestos de máxima protección automática frente a incendios reales con la necesidad de evitar activaciones innecesarias que tendrían importantes consecuencias operativas y económicas.

El primer elemento de activación manual es un pulsador de parada de emergencia de color azul instalado en el interior de la E-House, específicamente junto a la puerta de salida en una posición fácilmente accesible y visible. Este pulsador tiene una función específica de aborto o cancelación del disparo del sistema de extinción durante el período de retardo de treinta segundos. Para comprender la utilidad de este pulsador es necesario considerar la secuencia temporal completa de eventos desde que se activa la alarma hasta que se produce la descarga del gas. Cuando los dos detectores automáticos entran en alarma simultáneamente, se activan inmediatamente las sirenas interiores y exteriores y se inicia la cuenta atrás de treinta segundos, pero el gas no se descarga hasta transcurrido este tiempo. Si durante estos treinta segundos una persona que se encuentra en el interior del recinto, bien porque estaba allí cuando se activó la alarma o

bien porque ha acudido al escuchar las alarmas, realiza una inspección visual rápida y determina que no existe realmente un incendio sino que se trata de una falsa alarma, puede pulsar este botón azul para cancelar la secuencia de disparo, evitando así la descarga innecesaria del agente extintor.

Las situaciones en las que puede ser apropiado utilizar este pulsador de aborto son diversas. Por ejemplo, si se estaban realizando trabajos de mantenimiento en el interior de la E-House que han generado polvo o humo temporal, como trabajos de soldadura o corte de metales con radial que generan chispas y humo, y estos productos han activado los detectores pero el trabajador puede verificar que no hay ningún fuego real y que los materiales calientes ya se han enfriado o extinguido. Otro ejemplo sería si se ha producido una pequeña fuga del líquido refrigerante de glicol de alguno de los circuitos de las enfriadoras, y este líquido al evaporarse ha generado una neblina o vapor que los detectores han interpretado como humo, pero una inspección visual permite determinar que no hay combustión y que la fuga ya se ha detenido o es muy pequeña. Un tercer ejemplo sería si se ha producido un conato de incendio muy localizado, por ejemplo el sobrecalentamiento de una conexión eléctrica que ha generado humo pero sin llama, y un trabajador que se encontraba presente ha actuado inmediatamente con un extintor manual extinguiendo completamente el conato, de forma que ya no existe riesgo de reignición y no es necesaria la activación del sistema de extinción automático.

Sin embargo, es fundamental destacar que el uso de este pulsador de aborto requiere un juicio técnico muy cuidadoso por parte de la persona que lo utiliza. Si existe cualquier duda sobre si el incendio está completamente extinguido o sobre si existe riesgo de reignición, es siempre más seguro permitir que el sistema de extinción automático complete su ciclo de descarga. El uso inadecuado del pulsador de aborto, cancelando el disparo cuando realmente sí existe un incendio activo o cuando existe un riesgo real de que se reignite, podría tener consecuencias catastróficas permitiendo que el incendio evolucione sin control. Por esta razón, el procedimiento operativo de la instalación debe establecer claramente que solo personal específicamente formado y autorizado puede utilizar este pulsador, y que su uso debe estar siempre respaldado por una inspección visual directa que confirme inequívocamente la ausencia de fuego o de riesgo de fuego. Además, cada vez que se utiliza el pulsador de aborto debe generarse un informe de incidente que documente las circunstancias que provocaron la alarma, las razones por las que se decidió abortar el disparo, y las medidas correctoras adoptadas para evitar que se repita la situación.

Desde el punto de vista operativo, hay que tener en cuenta que el aborto de un disparo del sistema de extinción evita una serie de consecuencias significativas. En primer lugar, evita que el interior del recinto quede con una atmósfera no respirable durante varias horas. Tras la descarga del nitrógeno, la concentración de oxígeno en el interior se reduce hasta aproximadamente el doce al trece por ciento, que es insuficiente para la respiración humana. Esta atmósfera empobrecida en oxígeno tarda varias horas en normalizarse mediante ventilación natural a través de las rejillas de ventilación del edificio, o requiere ventilación forzada mediante ventiladores portátiles para acelerar el proceso. Durante este tiempo, es imposible acceder al interior del recinto sin equipos de respiración autónoma, lo que impide realizar cualquier operación de inspección, diagnóstico o reparación. En segundo lugar, evita que sea necesario recargar

o sustituir las botellas de nitrógeno. Las tres botellas instaladas contienen un total de 720 litros de nitrógeno a presión, y tras una descarga completa quedan vacías y deben ser recargadas por una empresa especializada o sustituidas por botellas nuevas. Este proceso tiene un coste económico significativo y además requiere un tiempo de varios días durante los cuales la instalación queda sin protección mediante extinción automática, debiendo establecerse medidas compensatorias como vigilancia continua o instalación de equipos de extinción temporal.

El segundo elemento de activación manual es un pulsador de color amarillo instalado en el exterior de la E-House, específicamente en la fachada de acceso principal en una posición claramente visible. Este pulsador está protegido por una caja con tapa de vidrio fácilmente rompible, similar a las cajas que contienen los pulsadores de alarma de incendio en edificios públicos. La tapa de vidrio tiene una doble función: por un lado, protege el pulsador de activaciones accidentales por golpes o rozaduras, y por otro lado proporciona una evidencia visual inmediata de que el pulsador ha sido utilizado ya que el vidrio roto es claramente visible. Este pulsador tiene una función opuesta al anterior: mientras que el pulsador interior azul cancela o aborta un disparo automático, el pulsador exterior amarillo fuerza manualmente el disparo del sistema de extinción, aunque el sistema automático no se haya activado.

La utilidad de este pulsador de disparo manual se comprende considerando diferentes escenarios de fallo del sistema automático. El primer escenario sería un fallo de los detectores automáticos. Aunque los detectores son equipos de alta fiabilidad diseñados y certificados específicamente para aplicaciones de seguridad contra incendios, no son inmunes a fallos. Un detector podría fallar por múltiples razones: envejecimiento de sus componentes electrónicos, acumulación de suciedad en su cámara óptica que impide el correcto funcionamiento, daños mecánicos por golpes o vibraciones, o simplemente un defecto de fabricación no detectado. Si ambos detectores fallaran simultáneamente, aunque la probabilidad de este evento es muy baja, un incendio podría desarrollarse sin que el sistema automático lo detectara. En este escenario, si una persona observa desde el exterior humo saliendo de las rejillas de ventilación de la E-House o ve otras evidencias visuales de que hay un incendio en el interior, puede activar manualmente el sistema de extinción pulsando este botón amarillo.

El segundo escenario sería un incendio cuya ubicación específica impide que sea detectado adecuadamente por los detectores instalados. Los detectores están ubicados en el techo del recinto y detectan el humo y el calor que ascienden por convección natural desde el foco del incendio. Sin embargo, si por alguna razón el humo y el calor no están alcanzando los detectores, bien porque existen obstáculos que bloquean su ascenso, bien porque existe una corriente de aire que los arrastra en otra dirección, o bien porque el incendio está en una fase muy inicial en la que la cantidad de humo generado es todavía muy pequeña, los detectores podrían no activarse a pesar de existir un incendio real. En este caso, una persona que observa visualmente el incendio desde el exterior puede forzar el disparo manual del sistema.

El tercer escenario sería un fallo en la cadena de actuación del sistema automático que impide que se produzca el disparo a pesar de que los detectores han funcionado correctamente. Por ejemplo, podría producirse un fallo del panel

de control del sistema contra incendios, un fallo del solenoide de activación, un fallo del mecanismo pirotécnico de apertura de válvula, o una avería en el cableado de alimentación o control. En cualquiera de estos casos, los detectores activarían la alarma y se activarían las sirenas, pero no se produciría la descarga del gas. Una persona que escucha las alarmas y observa que transcurren los treinta segundos de retardo, pero no se produce ninguna descarga de gas, a pesar de observar evidencias visuales de que hay un incendio, podría utilizar el pulsador manual exterior para intentar forzar la activación mediante un circuito alternativo.

Es importante destacar que la activación de este pulsador manual exterior no produce un disparo inmediato instantáneo del sistema de extinción, sino que inicia la misma secuencia temporizada que el sistema automático. Es decir, al pulsar el botón amarillo se activan las sirenas interiores y exteriores, se activa el letrero óptico-acústico, se envían las señales al sistema EMS para parada de equipos eléctricos, y se inicia la cuenta atrás de treinta segundos antes del disparo real. Este retardo de treinta segundos se mantiene también en la activación manual por las mismas razones de seguridad para las personas comentadas anteriormente: es necesario garantizar que si hay alguna persona en el interior del recinto disponga de tiempo suficiente para evacuar antes de la descarga del gas. La única diferencia respecto a la activación automática es que el retardo se inicia por la acción voluntaria de una persona que pulsa el botón, en lugar de iniciarse por la activación automática de los detectores, pero una vez iniciado el retardo la secuencia es idéntica.

El tercer y último medio de activación manual es una palanca de accionamiento mecánico directo instalada físicamente en la cabeza del cilindro principal de agente extintor. Este sistema es completamente independiente de cualquier componente eléctrico o electrónico, proporcionando un medio de activación de último recurso que funciona incluso en situaciones en las que toda la instalación eléctrica haya fallado completamente. La palanca está conectada mecánicamente mediante un cable de acero o una varilla rígida al mecanismo de apertura de la válvula del cilindro, de forma que al tirar de la palanca hacia abajo se acciona directamente este mecanismo provocando la apertura instantánea de la válvula y la consiguiente descarga del gas. Para evitar activaciones accidentales, la palanca está protegida por un pasador de seguridad, similar a las anillas de seguridad que llevan los extintores portátiles, que debe retirarse antes de poder accionar la palanca. El pasador atraviesa un orificio en la palanca y está sujeto con un pequeño precinto o brida de plástico que se rompe al tirar del pasador, proporcionando evidencia de que el pasador ha sido retirado.

Este sistema de activación manual mecánico directo está previsto para utilizarse únicamente en situaciones extremas de emergencia en las que todos los sistemas eléctricos han fallado, pero existe un incendio evidente que requiere extinción inmediata. Un ejemplo de este tipo de situación sería un incendio que se ha iniciado con un cortocircuito eléctrico severo que ha destruido parte del cableado de la instalación incluyendo los cables de alimentación del sistema contra incendios, de forma que ni los detectores ni los pulsadores eléctricos están operativos, pero una persona puede observar visualmente el incendio y acceder físicamente hasta el cilindro de nitrógeno. Otro ejemplo sería un incendio que se ha desarrollado durante un período en el que la instalación estaba sin alimentación eléctrica por mantenimiento de la red, de forma que todo el sistema contra incendios estaba inoperativo a pesar de sus baterías de respaldo que

podrían haberse descargado. Es importante destacar que a diferencia de los medios de activación eléctricos que incorporan el retardo de treinta segundos, la activación mediante esta palanca mecánica produce el disparo instantáneo sin ningún retardo, lo que implica que solo debe utilizarse cuando existe certeza absoluta de que no hay ninguna persona en el interior del recinto.

La palanca de accionamiento manual mecánico incorpora además un mecanismo de bloqueo para su utilización durante trabajos de mantenimiento. La palanca puede bloquearse mecánicamente mediante un candado que se introduce a través de unos orificios previstos específicamente para este fin. Cuando la palanca está bloqueada con el candado, es físicamente imposible accionarla incluso retirando el pasador de seguridad. Este bloqueo está previsto para utilizarse durante trabajos de mantenimiento en los que es necesario desactivar temporalmente el sistema de extinción para evitar activaciones no deseadas. Por ejemplo, durante trabajos de limpieza profunda de las enfriadoras que pueden generar vapores del líquido refrigerante, durante trabajos de soldadura o corte de metales que generan chispas y humo, o durante trabajos de mantenimiento del propio sistema contra incendios como limpieza de detectores o revisión de tuberías. Durante estos trabajos, el personal de mantenimiento instala el candado en la palanca de bloqueo y simultáneamente deshabilita el sistema automático de detección desde el panel de control, garantizando así que no se producirá ninguna descarga accidental del sistema de extinción que podría poner en peligro al personal que está trabajando en el interior.

El mecanismo de bloqueo incorpora una característica de seguridad visual muy importante. Incluye una ventana indicadora de estado que muestra color verde cuando el sistema está desbloqueado y operativo, y cambia a color rojo cuando el sistema está bloqueado. Esta indicación visual es claramente visible desde una distancia de varios metros y proporciona al personal una confirmación inmediata del estado del sistema. El procedimiento operativo de la instalación establece que al finalizar cualquier trabajo de mantenimiento que haya requerido el bloqueo del sistema, es obligatorio realizar una verificación visual de que el indicador muestra color verde antes de abandonar la instalación, garantizando así que el sistema ha sido desbloqueado y está de nuevo operativo para proteger la instalación.

4.3. SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE GAS INERTE

El elemento central y más crítico del sistema de protección contra incendios es el sistema de extinción automática mediante agente gaseoso. La selección del tipo de agente extintor es una de las decisiones más importantes en el diseño de un sistema de protección contra incendios, particularmente en instalaciones con equipos eléctricos de alta tensión y equipos electrónicos sensibles como es el caso de un sistema BESS.

El nitrógeno (N2), es un gas completamente inerte desde el punto de vista químico, lo que significa que no reacciona químicamente con prácticamente ninguna otra sustancia en condiciones normales de presión y temperatura. Esta inercia química es fundamental porque garantiza que el nitrógeno no va a reaccionar ni con los materiales que están

ardiendo, ni con los materiales de construcción del edificio, ni con los equipos eléctricos y electrónicos, ni con cualquier otro material que pueda estar presente en el recinto. Como agente extintor, el nitrógeno pertenece a la categoría de agentes extintores por gases inertes, y específicamente se denomina IG-100 cuando el agente extintor es nitrógeno puro al cien por cien sin mezcla con otros gases.

El mecanismo por el cual el nitrógeno extingue un incendio es el de reducción de la concentración de oxígeno en el aire ambiente por efecto de desplazamiento o dilución, reduciendo la concentración de oxígeno en el aire por debajo del límite necesario para mantener la combustión, del orden del 12-13% al trece por ciento en volumen, y mantener esta concentración reducida durante un tiempo mínimo de diez minutos. Esta concentración de oxígeno garantiza la extinción completa de prácticamente cualquier incendio, incluyendo incendios de materiales de difícil extinción, y proporciona tiempo suficiente para que los materiales se enfríen evitando reigniciones.

Cuando el nitrógeno se descarga en el interior de un recinto cerrado, al ser un gas más pesado que el aire a bajas temperaturas pero que se calienta rápidamente al mezclarse por convección, se distribuye por todo el volumen del recinto desplazando el aire normal y sustituyéndolo por una mezcla de aire empobrecido en oxígeno. La cantidad de nitrógeno necesaria para conseguir esta reducción de concentración de oxígeno depende del volumen del recinto a proteger y del grado de estanqueidad del mismo.

En el caso concreto de esta instalación, la E-House tiene un volumen interior aproximado de cien metros cúbicos. Para reducir la concentración de oxígeno desde el 21% normal hasta el 13% objetivo, es necesario introducir una cantidad de nitrógeno que represente aproximadamente el cuarenta por ciento del volumen del recinto, es decir unos 40 m3 de nitrógeno medidos en condiciones normales de presión y temperatura. Adicionalmente es necesario considerar las fugas inevitables a través de las juntas de puertas, ventanas y otras penetraciones en el cerramiento del edificio, que aunque la E-House está diseñada para tener un grado razonable de estanqueidad, no es hermética. Por estas razones, el sistema instalado dispone de tres botellas de 240 litros cada una de capacidad nominal. Estas botellas se cargan con nitrógeno a una presión de aproximadamente 200 bar. Esto equivale aproximadamente a 144 m3 de nitrógeno a presión atmosférica normal, cantidad más que suficiente para inundar el volumen del recinto considerando las fugas.

Las botellas de nitrógeno son cilindros de acero de alta resistencia específicamente diseñados y certificados para el almacenamiento de gases comprimidos a alta presión. Las botellas están pintadas con colores específicos según normativa internacional: negro para nitrógeno, con una franja de identificación del contenido. Cada botella incorpora en su parte superior una válvula de alta presión con dos funciones: por un lado, permite la carga inicial de la botella por parte del proveedor de gases, y por otro lado incorpora el mecanismo de disparo que permite la descarga rápida cuando se activa el sistema. La válvula es de tipo todo-nada, es decir cuando está cerrada no permite ningún paso de gas manteniendo el nitrógeno almacenado indefinidamente, y cuando se abre mediante el mecanismo de disparo se abre completamente permitiendo la descarga rápida de todo el contenido de la botella.

El mecanismo de disparo es de tipo pirotécnico o de cartucho de gas. Este tipo de mecanismo de disparo proporciona varias ventajas importantes. En primer lugar, garantiza una apertura instantánea y completa de la válvula incluso en condiciones adversas como temperaturas extremadamente bajas que podrían dificultar el funcionamiento de mecanismos puramente mecánicos. En segundo lugar, es un mecanismo extremadamente fiable con tasas de fallo del orden de una en un millón de activaciones. En tercer lugar, proporciona una confirmación visual y acústica de que el disparo se ha producido, ya que la activación de la carga pirotécnica genera un chasquido audible y una pequeña emisión de humo visible. La desventaja de este tipo de mecanismo es que es de un solo uso, es decir una vez que se ha activado es necesario sustituir la cápsula pirotécnica por una nueva, pero este es un inconveniente menor considerando que los disparos del sistema son eventos muy infrecuentes.

Las tres botellas están conectadas mediante una red de tuberías metálicas de acero inoxidable o cobre según los tramos. La botella principal, que es aquella que incorpora el mecanismo de disparo activado eléctricamente, se conecta mediante tubería a un colector o distribuidor. Las otras dos botellas, denominadas botellas esclavas, se conectan al mismo colector mediante tubería de igual diámetro. Estas botellas esclavas no tienen activación eléctrica individual, sino que se abren automáticamente por efecto de la onda de presión generada cuando se descarga la botella principal. Este sistema de activación en cascada simplifica significativamente la instalación al requerir solo una conexión eléctrica a la botella principal, garantizando al mismo tiempo que todas las botellas se descargan prácticamente de forma simultánea.

Desde el colector principal parte una red de distribución de tuberías que recorre el pasillo central de la E-House. Todos los elementos de la red de tuberías están diseñados para soportar las elevadas presiones que se generan durante la descarga,

La red de distribución alimenta un total de dos boquillas de descarga estratégicamente ubicadas en el techo del recinto. Las boquillas son elementos mecánicos de precisión diseñados específicamente para sistemas de extinción por gas. Su función es transformar el flujo de gas a alta presión procedente de las tuberías en un chorro de gas a alta velocidad que se dispersa rápidamente mezclándose con el aire ambiente. El diseño de las boquillas garantiza que el nitrógeno se distribuye uniformemente por todo el volumen del recinto en un tiempo muy breve, típicamente inferior a sesenta segundos desde el inicio de la descarga.

La dinámica del proceso de descarga y extinción es la siguiente. Cuando se activa el disparo del sistema, el mecanismo pirotécnico abre la válvula de la botella principal en cuestión de milisegundos. El nitrógeno almacenado a 200 bar comienza a descargarse hacia el colector y la red de tuberías. En los primeros dos o tres segundos, las tres botellas están descargando simultáneamente. El nitrógeno sale de las boquillas a temperaturas muy bajas, del orden de -40 a -60 ºC, debido al efecto de expansión adiabática del gas desde la presión de las botellas hasta la presión atmosférica.

A medida que el nitrógeno se descarga en el recinto, comienza a desplazar el aire normal generando corrientes de convección. El nitrógeno frío tiende inicialmente a descender hacia el suelo del recinto por ser más denso que el aire

caliente, pero la velocidad muy elevada con la que sale de las boquillas genera una fuerte turbulencia que mezcla rápidamente el nitrógeno con el aire ambiente. Simultáneamente, si existe un incendio en curso, el calor generado por este incendio crea corrientes de convección ascendentes que contribuyen a la mezcla. El resultado es que en pocos segundos, típicamente 30-60 segundos, se establece una distribución relativamente uniforme de la concentración de nitrógeno en todo el volumen del recinto. Durante este tiempo, la concentración de oxígeno va descendiendo progresivamente. Cuando se alcanza aproximadamente el 15% de oxígeno, las llamas del incendio comienzan a debilitarse visiblemente, reduciéndose su tamaño e intensidad. Cuando se alcanza el 13% de oxígeno, las llamas se extinguen completamente, pudiendo persistir únicamente combustión incandescente sin llama en algunos materiales particulares. Si se mantiene la concentración de oxígeno en este nivel durante algunos minutos adicionales, incluso esta combustión incandescente se extingue completamente y los materiales comienzan a enfriarse.

La descarga completa de las tres botellas dura aproximadamente entre 60-90 segundos. Durante el primer minuto se descarga aproximadamente el 80% del contenido total de las botellas a un caudal muy elevado que permite alcanzar rápidamente la concentración objetivo. En un recinto con estanqueidad normal como es el caso de la E-House, existen pequeñas infiltraciones de aire exterior a través de las juntas de puertas, ventanas y otras penetraciones, de forma que la concentración de oxígeno va aumentando lentamente a medida que el aire exterior se infiltra y el nitrógeno se diluye. El tiempo que tarda la concentración en volver a valores respirables por encima del 19% depende de múltiples factores pero típicamente es del orden de 2-4 horas con ventilación natural, o puede reducirse a 30-60 minutos si se fuerza la ventilación mediante ventiladores portátiles.

4.4. MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN

Además del sistema de extinción automática mediante agente gaseoso descrito en los apartados anteriores, la instalación dispone de medios manuales de extinción que permiten la intervención humana directa ante conatos de incendio en sus fases iniciales o como complemento a la actuación del sistema automático. Estos medios manuales son fundamentales porque proporcionan una capacidad de respuesta inmediata ante situaciones de emergencia incipientes que pueden ser controladas mediante intervención humana antes de que evolucionen hasta requerir la activación del sistema automático, evitando así las consecuencias operativas y económicas asociadas a la descarga del sistema de extinción principal.

El medio manual de extinción principal está constituido por extintores portátiles estratégicamente ubicados en el interior y exterior de la E-House. Según las prescripciones de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-52 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que establece las condiciones específicas para instalaciones con fines especiales incluyendo específicamente las instalaciones de baterías de acumuladores. En instalaciones que contienen equipos electrónicos de elevado valor como sistemas de control y gestión, se prefieren los extintores de CO_2 que no dejan ningún residuo tras su utilización.

La ubicación específica de los extintores se ha determinado considerando criterios de accesibilidad y visibilidad. Se prevé la instalación de un extintor en las cercanías del PCS, que se encuentra en el exterior del contendor y separado de este.

No se prevé la instalación de medios manuales de extinción en el interior del contenedor debido a la peligrosidad de las actuaciones en caso de incendio en las baterías, para eso existe el sistema de extinción automático.

Se instalaran dos extintores tipo ABC 21A-113B de 6kg cada uno, en las cercanías al transformador de potencia, para actuación en caso de pequeños conatos de incendio del aceite del transformador.

Todos los extintores están debidamente señalizados mediante placas fotoluminiscentes conformes a la norma UNE 23033-1 sobre señalización de seguridad. Estas placas, de dimensiones mínimas de veintiún por veintiún centímetros, muestran el pictograma normalizado de un extintor en color blanco sobre fondo rojo, con la palabra "EXTINTOR" claramente visible. Las placas están fabricadas en material fotoluminiscente que absorbe la luz durante los períodos de iluminación normal y la reemite durante un tiempo prolongado en caso de fallo de la iluminación, garantizando que los extintores sean localizables incluso en condiciones de oscuridad total. Esta característica es particularmente importante en situaciones de emergencia donde un incendio podría haber provocado el fallo del sistema eléctrico de iluminación.

El mantenimiento de los extintores se realiza conforme a las prescripciones del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios RIPCI aprobado mediante Real Decreto 513/2017. Este reglamento establece dos niveles de mantenimiento: el mantenimiento por el usuario o titular de la instalación, que debe realizarse con periodicidad trimestral, y el mantenimiento por empresa mantenedora autorizada, que debe realizarse con periodicidad anual. El mantenimiento trimestral por el usuario consiste en una inspección visual que verifica que el extintor está en su ubicación asignada, que es fácilmente visible y accesible, que no presenta daños físicos aparentes como abolladuras o corrosión, que el precinto de seguridad está intacto indicando que no ha sido utilizado, que la presión del manómetro se encuentra en la zona verde indicando que el extintor está correctamente presurizado, y que la etiqueta de identificación es legible y contiene toda la información preceptiva. El mantenimiento anual por empresa autorizada incluye verificaciones más exhaustivas como la comprobación del peso del extintor para verificar que no ha habido pérdidas de agente extintor, la inspección del estado de las mangueras y boquillas, el desmontaje y limpieza de la válvula de descarga, y la recarga o sustitución del extintor si se detecta cualquier anomalía.

4.5. INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una característica fundamental del diseño del sistema de protección contra incendios de esta instalación es su completa integración con los sistemas de gestión y control de todos los equipos eléctricos de potencia. Esta integración garantiza que ante una situación de emergencia por incendio, todos los equipos eléctricos se paran de forma coordinada y en la secuencia adecuada para minimizar tanto los riesgos para las personas como los daños a los equipos. La integración se realiza tanto mediante señales cableadas de tipo contacto seco como mediante protocolos de comunicación industrial

tipo Modbus, proporcionando múltiples capas de redundancia que garantizan la actuación incluso en caso de fallos parciales del sistema de comunicaciones.

El sistema de gestión energética EMS, que es el cerebro de la instalación desde el punto de vista del control y supervisión, recibe cuatro señales digitales cableadas procedentes del panel de control del sistema contra incendios.

La primera señal, conectada a la entrada digital identificada como DI1.1, se activa cuando el sistema de detección entra en estado de alarma de incendio, bien por la activación simultánea de los dos detectores automáticos o bien por la activación del pulsador manual de disparo exterior. Esta señal se mantiene activa mientras persista la condición de alarma, proporcionando al sistema EMS información en tiempo real del estado del sistema contra incendios.

La segunda señal, conectada a la entrada digital DI1.3, se activa cuando se detecta un fallo o avería en algún componente del sistema contra incendios. Los tipos de fallos que activan esta señal incluyen la desconexión o avería de uno de los detectores, el fallo de las baterías de respaldo del panel de control, la apertura de alguno de los circuitos de supervisión de las tuberías de distribución que indicaría una rotura o desconexión, o cualquier otro fallo interno del panel de control. La activación de esta señal de fallo no provoca el paro de los equipos eléctricos, ya que no indica una situación de incendio real sino simplemente una degradación de la capacidad del sistema contra incendios, pero genera una alarma en el sistema de supervisión para que el personal de mantenimiento pueda intervenir reparando el fallo lo antes posible.

La tercera señal, conectada a la entrada digital DI1.4, se activa cuando el presostato instalado en el cilindro principal de agente extintor detecta que se ha producido la descarga del gas. Esta señal confirma que el sistema de extinción ha actuado efectivamente, permitiendo distinguir entre una situación de alarma sin extinción y una situación de emergencia con extinción en curso.

La cuarta señal, aunque está prevista en el diseño, no está implementada operativamente en esta instalación específica. Correspondería a una señal que activaría o desactivaría el sistema HVAC de climatización en función del estado del sistema contra incendios. Algunos diseños de sistemas de extinción por gas prevén la parada automática del sistema de ventilación para evitar que las corrientes de aire generadas por los ventiladores diluyan rápidamente el agente extintor reduciendo su efectividad. Sin embargo, en el caso específico de las instalaciones de baterías de ion-litio, los fabricantes de sistemas contra incendios recomiendan mantener el sistema de ventilación operativo incluso durante y después de la descarga del agente extintor. La razón es que los incendios de baterías de litio generan gases tóxicos como el ácido fluorhídrico que es conveniente evacuar del recinto lo más rápidamente posible, y además la circulación de aire contribuye a distribuir más uniformemente el agente extintor por todo el volumen del recinto. Por tanto, en esta instalación el sistema HVAC permanece operativo en todas las condiciones.

Cuando el sistema EMS recibe la señal de alarma de incendio en su entrada digital DI1.1, ejecuta inmediatamente una secuencia programada de acciones de emergencia. La primera acción es activar dos relés de salida denominados K3 y K4 que se encuentran en el armario del sistema EMS. Estos relés son componentes electromecánicos de seguridad

específicamente diseñados para aplicaciones críticas, con doble redundancia de contactos y supervisión continua de su estado para detectar posibles fallos como soldadura de contactos. Los relés son de tipo normalmente cerrado, configuración también conocida como de seguridad positiva o fail-safe. En condiciones normales de operación, cuando el sistema EMS está funcionando correctamente y no hay alarma de incendio, las bobinas de los relés no están energizadas y por tanto los contactos permanecen cerrados. Cuando el EMS detecta una alarma de incendio, energiza las bobinas de ambos relés provocando la apertura de sus contactos. Esta configuración garantiza que cualquier fallo del sistema EMS, como un fallo de alimentación eléctrica, un fallo del software de control, o un corte del cableado, provoca automáticamente la apertura de los contactos y por tanto la parada de los equipos eléctricos, estableciendo un estado seguro por defecto.

El relé K3 tiene su contacto cableado mediante un cable de señal que parte desde el armario del EMS, recorre aproximadamente diez a quince metros hasta el cuadro de distribución de corriente alterna AC Panel donde se encuentra el sistema de gestión de baterías BAU, y se conecta a las bornas identificadas como 41-42 de este cuadro. El sistema de gestión de baterías supervisa continuamente el estado de este contacto. Mientras el contacto está cerrado, el sistema interpreta que las condiciones son normales y permite la operación de las baterías. Cuando el contacto se abre, el sistema de gestión de baterías BAU interpreta esta señal como una orden de parada de emergencia y ejecuta inmediatamente la siguiente secuencia: envía simultáneamente comandos mediante el bus de comunicaciones CAN a las veinticuatro unidades de control de rack BCU ordenándoles que abran los contactores principales de sus respectivos racks. Cada BCU, al recibir este comando, energiza las bobinas de los tres contactores de su unidad de protección de baterías BPU: el contactor de polo positivo, el contactor de polo negativo y el contactor de precarga. La apertura de estos contactores interrumpe el circuito eléctrico entre las baterías del rack y el bus de corriente continua común, desconectando eléctricamente el rack. La secuencia de apertura de los veinticuatro racks se realiza de forma prácticamente simultánea, completándose en menos de dos segundos desde que el sistema BAU recibe la señal de parada hasta que el último rack ha abierto sus contactores. Una vez abiertos todos los contactores, no circula ninguna corriente eléctrica a través de las baterías, eliminando así cualquier aporte de energía eléctrica que pudiera estar contribuyendo al incendio.

El relé K4 tiene su contacto cableado mediante un cable de señal que parte igualmente desde el armario del EMS, pero en este caso recorre una distancia mayor de aproximadamente cincuenta a setenta metros hasta el Skid donde se encuentra instalado el sistema de conversión de potencia PCS, y se conecta específicamente al terminal identificado como X441 pines 1 y 3 del PCS. El sistema de conversión de potencia PCS supervisa continuamente el estado de este contacto como parte de su sistema de monitorización de seguridad. El PCS incorpora múltiples entradas de parada de emergencia que pueden activarse mediante diferentes medios: el interruptor de llave del panel frontal, el pulsador de parada rápida del panel frontal, y esta entrada externa cableada desde el sistema EMS. Todas estas entradas están configuradas con la misma lógica de seguridad positiva: mientras el contacto está cerrado el sistema interpreta condiciones normales, y cuando el contacto se abre el sistema interpreta orden de parada de emergencia. Cuando el contacto del relé K4 se abre, el PCS ejecuta inmediatamente su secuencia de parada rápida denominada Fast Stop

External. Esta secuencia está diseñada para llevar el PCS a un estado seguro en el mínimo tiempo posible minimizando las tensiones eléctricas y térmicas sobre los componentes de potencia.

5. ESQUEMA RESUMEN

5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

5.1.1. SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA

El sistema BESS dispone de detección automática de incendios mediante:

- 2 detectores óptico-térmicos instalados en el interior de la E-House
- Tecnología dual: Detección por partículas de humo + temperatura
- Lógica de disparo: Requiere activación simultánea de ambos detectores para activar el sistema de extinción automático
- Pre-alarma: Un solo detector activado genera alarma de aviso sin disparo de extinción
- Presostato en botellas: Confirma la descarga efectiva del agente extintor

SEÑALIZACIÓN Y ALARMAS:

- Bocina interior con pre-alarma (1 detector) y alarma de evacuación (2 detectores)
- Letrero óptico-acústico exterior que se activa 30 segundos antes del disparo
- Retardo de 30 segundos desde alarma hasta descarga, permitiendo evacuación y/o aborto manual

5.1.2. ACTIVACIÓN MANUAL

El sistema permite activación manual mediante:

- Pulsador manual interior (color azul): Aborta el disparo automático durante los 30 segundos de retardo
- Pulsador manual exterior (color amarillo): Fuerza el disparo del agente extintor con retardo de 30 segundos
- Palanca de disparo mecánico en cilindro principal: Accionamiento directo manual (requiere retirada de pasador de seguridad)

5.1.3. SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA POR GAS INERTE

Agente extintor: NITRÓGENO (IG-100)

Características técnicas:

- Tipo: Gas inerte, no tóxico, limpio (sin residuos)
- Mecanismo de extinción: Reducción de oxígeno por desplazamiento (sofocación)
- Concentración de diseño: Aproximadamente 40% (reduce O_2 de 21% a ~12,5%)
- Capacidad instalada: 3 cilindros de 240 litros c/u = 720 litros totales
- Presión de almacenamiento: 200-300 bar
- Normativa aplicable: UNE-EN 15004 (Sistemas de extinción por agentes gaseosos)

Ventajas del nitrógeno:

- No conductor eléctrico (seguro para equipos energizados)
- No corrosivo, no deja residuos
- No requiere limpieza posterior
- Ambientalmente neutro (ODP=0, GWP=0)
- Adecuado para riesgos eléctricos clase C

INSTALACIÓN DEL SISTEMA:

- Actuación automática: Solenoide activado tras confirmación de 2 detectores + 30 seg retardo
- Descarga total: Los 3 cilindros descargan completamente (sistema de un solo uso, posteriormente recargable)
- Difusión: Boquillas de descarga estratégicamente ubicadas para inundación total del recinto
- Interacción con HVAC: El sistema de climatización permanece operativo durante y después del disparo para facilitar la dispersión homogénea del agente

5.1.4. MEDIOS MANUALES DE EXTINCIÓN

Según ITC-BT-52 y normativa de instalaciones de almacenamiento de energía:

- Extintores portátiles: Mínimo 2 extintores de CO_2 o polvo ABC de 6 kg (recomendado CO_2 para equipos electrónicos)
- Ubicación: Próximos a la puerta de acceso, señalizados según UNE 23033-1

- Mantenimiento: Revisiones trimestrales (usuario) y anuales (mantenedor autorizado) según RIPCI

Bloqueos y Seguridades

- Palanca de bloqueo mecánico en cilindro principal: Evita disparo accidental durante mantenimiento (visual: verde=operativo, rojo=bloqueado)
- Pasador de seguridad en palanca manual: Impide accionamiento involuntario
- Señalización luminosa exterior: Aviso de descarga inminente

5.2. INTEGRACIÓN CON EL SISTEMA DE GESTIÓN (EMS)

5.2.1. SEÑALES CABLEADAS DE SEGURIDAD

El sistema PCI está integrado eléctricamente con el EMS mediante contactos secos (NC - Normalmente Cerrados):

Señal	Origen	Destino	Acción
Fire Alarm (DI1.1)	PCI	EMS	Detección de incendio en zona → Paro inmediato PCS y BMS
Fault (DI1.3)	PCI	EMS	Fallo en componentes del sistema PCI → Paro PCS y BMS
Extinguishing System Active (DI1.4)	PCI	EMS	Agente extintor descargado → Paro PCS y BMS
K3 (Relé EMS)	EMS	BMS	Contacto NC que abre con alarma PCI → Apertura inmediata contactores BCU
K4 (Relé EMS)	EMS	PCS	Contacto NC que abre con alarma PCI → Fast Stop externo PCS

5.2.2. SECUENCIA DE ACTUACIÓN AUTOMÁTICA ANTE INCENDIO

1. Detección (t=0 seg): Activación de 2 detectores simultáneos
2. Pre-alarma: Sirena interior + señal "Fire Alarm" al EMS
3. Señalización exterior: Bocina y luz estroboscópica (t=0 a t=30 seg)
4. Paro de equipos (t<5 seg):
    - EMS activa relés K3 y K4
    - BMS abre contactores de los 24 racks de baterías
    - PCS entra en "Fast Stop" (error 9026) y abre interruptores AC/DC

- Enfriadoras reciben orden de paro (aunque pueden seguir operativos para dispersión del gas)

5. Disparo extinción (t=30 seg): Solenoide activa apertura de cilindros
6. Inundación total: Descarga de nitrógeno (duración ~60-120 seg según volumen del recinto)
7. HVAC operativo: Facilita homogeneización del agente extintor

6. JUSTIFICACIONES CONTRA INCENDIOS

6.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

La determinación de las medidas de protección contra incendios adoptadas en la presente instalación eléctrica de alta tensión se ha realizado considerando los cinco criterios establecidos en el apartado 5.1 de la ITC-RAT-14, tal como se justifica a continuación.

6.1.1 Propagación del incendio a otras partes de la instalación

La instalación BESS se compone de dos módulos constructivos independientes: la E-House, contenedor prefabricado de estructura metálica con cerramiento de panel sándwich de lana de roca de 100 mm de espesor, y el Skid, plataforma sobre la que se alojan el transformador elevador y el sistema de conversión de potencia (PCS). Ambos módulos están separados físicamente y se ubican en una parcela vallada con superficie total de 984 m² y ocupación de elementos de 124,33 m².

El riesgo de propagación interna se limita por los siguientes factores:

La E-House constituye un recinto con cerramiento continuo de panel sándwich con núcleo de lana de roca, material no combustible (Euroclase A1/A2 según UNE-EN 13501-1). El sistema de detección óptico-térmica actúa en las fases más tempranas de una eventual fuga térmica, antes de que se produzca la ignición. Ante alarma confirmada por ambos detectores, el sistema de gestión energético (EMS) ordena la parada de emergencia de todos los equipos de potencia —apertura de los 30 contactores de rack y parada del PCS— en menos de 5 segundos, eliminando el aporte energético que podría realimentar el foco. La extinción automática mediante IG-100 (N_2 puro) reduce la concentración de oxígeno hasta el 12-13 % en todo el volumen interior en menos de 90 segundos desde el disparo, garantizando la extinción completa antes de que el incendio pueda alcanzar el cerramiento o los elementos de conexión exteriores.

El transformador ubicado en el Skid dispone de cubeto de retención de aceite dimensionado para el volumen total del dieléctrico mineral, conforme a lo requerido en el apartado 5.1.a) del propio reglamento, lo que impide la extensión de un eventual derrame inflamado a otras partes de la instalación.

6.1.2 Propagación del incendio al exterior de la instalación

La parcela objeto de la instalación, en Fuenlabrada (Madrid), tiene clase de suelo urbano sin edificar. Según catastro, ni la propia parcela ni las colindantes albergan construcciones con cierre perimetral completo mediante valla que delimita el recinto de acceso restringido.

La E-House es un módulo metálico prefabricado sin aberturas significativas en sus cerramientos, excepto rejillas de ventilación y puerta de acceso. El sistema de extinción mediante nitrógeno gaseoso (IG-100) es un agente inerte que no genera residuos sólidos ni líquidos que puedan propagarse al exterior. No se emplean agentes espumógenos ni agentes halogenados. El cubeto del transformador garantiza la retención del dieléctrico en caso de fuga o rotura, sin evacuación hacia el exterior de la parcela.

La separación entre los contenedores de baterías y el límite catastral, así como entre el centro de transformación y dicho límite, es la reflejada en las figuras de distancias del presente informe de PCI, que confirman márgenes suficientes para prevenir la afectación a propiedades colindantes en caso de incidente.

6.1.3 Presencia o ausencia de personal de servicio permanente

La instalación opera en régimen de telegestión y telecontrol remoto a través del sistema de gestión energética (EMS) y del sistema de control supervisor de la planta fotovoltaica asociada. No existe personal de servicio permanente en la instalación. El mantenimiento se realiza mediante visitas periódicas de personal itinerante cualificado.

Esta circunstancia ha condicionado de forma determinante el diseño del sistema de protección contra incendios, concebido para operar con plena autonomía sin intervención humana. La secuencia de actuación es completamente automática: detección, parada de equipos, temporización de evacuación (30 segundos) y disparo del sistema de extinción se producen sin ninguna acción manual. La señalización acústico-visual exterior está dimensionada para ser perceptible a más de 100 m, a fin de alertar a personal que pudiera encontrarse en las proximidades en el momento de una emergencia.

El panel de control del sistema contra incendios dispone de alimentación de respaldo mediante baterías de plomo-ácido AGM con autonomía mínima de 24 horas, garantizando la operatividad del sistema ante fallos del suministro eléctrico principal. La instalación dispone igualmente de pulsadores de disparo manual exterior y de activación mecánica directa sobre el cilindro para uso del personal itinerante de mantenimiento como recursos de intervención de emergencia.

6.1.4 Naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y sus cubiertas

La E-House está construida sobre una estructura de perfiles metálicos galvanizados tipo IPN y UPN. El cerramiento de fachada y cubierta se resuelve con panel sándwich de 100 mm de espesor compuesto por dos chapas de acero prelacado y núcleo aislante de lana de roca, material clasificado como no combustible (Euroclase A1/A2) conforme a la norma UNE-EN 13501-1. La cubierta tiene pendiente del 2 % con evacuación de aguas pluviales. La solera es de hormigón armado de 15 cm de espesor.

La envolvente metálica con relleno mineral no combustible limita la transmisión de calor al exterior en caso de incendio interior y no contribuye a la propagación de la llama. Dada la naturaleza de la instalación —módulo prefabricado de uso exclusivo para almacenamiento de energía, sin uso concurrente por terceros—, la envolvente cumple los requisitos de resistencia al fuego adecuados al riesgo presente, sin perjuicio de lo establecido en el RPCIEI para la clasificación del establecimiento industrial.

El transformador del Skid es de tipo llenado integral con refrigeración natural por aceite mineral no clorado, con potencia nominal de 5.000 kVA. Al estar ubicado en una plataforma metálica exterior con cubeto de retención, no se requiere estructura de edificación de resistencia al fuego específica para este componente más allá de la ya prevista.

6.1.5 Disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios

La instalación se sitúa en el término municipal de Fuenlabrada (Madrid), municipio con servicio de extinción de incendios propio integrado en el Consorcio Regional de Bomberos de la Comunidad de Madrid. La dirección de acceso a la parcela —C/ P.P. Bañuelo, 21(3)— es de titularidad pública con acceso rodado para vehículos de intervención.

No obstante, dado que la instalación opera sin personal permanente y que un incendio en sistemas de baterías LFP con fuga térmica puede evolucionar con rapidez, el diseño se ha concebido para que la extinción sea completamente autónoma mediante el sistema de gas inerte instalado, sin depender de la llegada de medios externos para la primera intervención. Los medios públicos de extinción tienen en este proyecto un papel complementario de apoyo y control perimetral una vez descargado el sistema automático.

Se han dispuesto extintores portátiles de eficacia mínima 89B en el exterior de la E-House, accesibles sin necesidad de acceder al interior, conforme al apartado b.1) del mismo artículo 5.1 de la ITC-RAT-14. El vallado perimetral de la parcela permite delimitar claramente el área de intervención para los servicios de emergencia externos y mantener la distancia de seguridad respecto a terceros.

6.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el cumplimiento del RD 337/2014 – ITC RAT-14 se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

6.2.1 Emplazamiento y separación

Requisito (ITC-RAT 14.3.2): distancia mínima de 1 m al límite de parcela y de 2 m a edificios con ocupación.

- **Distancia a límite de parcela:** 3,4 m (requisito: ≥ 1 m)
- **Distancia a contenedores BESS más próximos: >**3 m (requisito: ≥ 2 m)
- **Distancia a otras edificaciones próximas:** >=3,4 m (requisito: ≥ 2 m)

6.2.2. Emplazamiento exterior – exención de EI-120

El CT Twin Skid Power Electronics está diseñado y certificado para instalación en EXTERIOR. Su configuración skid con envolvente IP54 y rango de temperatura operativo -10 °C a +50 °C confirman esta condición. Al no estar alojado en el interior de un edificio con ocupación, no resulta de aplicación el requisito de resistencia al fuego EI-120 de la envolvente establecido en el apartado 5.1 de la ITC-RAT 14.

Emplazamiento exterior confirmado (formato Twin Skid / IP54)

- Rango operativo -10 °C a +50 °C (condiciones exteriores cubiertas; derating si T > 50 °C)
- Requisito EI-120 no aplicable (emplazamiento exterior)
- Refrigeración ONAN con ventilación natural al aire libre

6.2.3 Protecciones eléctricas

De conformidad con el apartado 5.4 de la ITC-RAT 14, el CT Twin Skid Power Electronics dispone de las siguientes protecciones eléctricas para prevenir incendios por fallo interno del transformador o de la aparamenta de MT:

Tipo de protección	Descripción	Especificación	Cumplimiento
Relé de presión	Detecta sobrepresión interna por fallo	Integrado	Incorporado
Relé de temperatura	Detección sobrecalentamiento (2 niveles)	PT100 integrado	Incorporado
Relé de gases	Detecta gases disueltos por descarga interna	Integrado	Incorporado

Control nivel aceite	Supervisión del nivel dieléctrico	PT100 integrado	Incorporado
Enclavamiento mecánico	Previene maniobras incorrectas	Sist. enclavamiento mec.	Incorporado
Protección celda MT	Interruptor automático de vacío (V)	16 kA / 1 s – IAC AFL	Incorporado
Tanque aceite	Acero galvanizado con válvula y filtro integrados	IP54	Incorporado
Relé de presión	Detecta sobrepresión interna por fallo	Integrado	Incorporado

Tabla 2.- Protecciones eléctricas CT BESS ALDEHUELA 1_ST.

El sistema de relés de presión, temperatura (dos niveles) y gases proporciona una protección multicapa que actúa mucho antes de que cualquier fallo interno pueda derivar en un incendio. El enclavamiento mecánico impide maniobras incorrectas que pudieran provocar arcos eléctricos.

6.2.4 Ventilación y disipación térmica

El sistema de refrigeración ONAN (Oil Natural-Air Natural) garantiza la disipación térmica del transformador mediante circulación natural del aceite y convección natural del aire. El rango de operación garantizado cubre hasta +50 °C de temperatura ambiente (con derating por encima de este valor), cubriendo las condiciones climáticas de Fuenlabrada (Madrid).

6.2.5 Medios de protección contra incendios

De conformidad con el artículo 5.6 de la ITC-RAT 14, el CT dispone de los siguientes medios de extinción.

Tipo	Capacidad	Eficacia	Cantidad	Ubicación	Distancia
Polvo ABC	6 kg	21A-113B	2 uds.	Exterior CT / Twin Skid	5-10 m
CO_2	5 kg	89B	1 ud.	Próximo cuadros eléctricos	< 5 m

Tabla 3.- Medios PCI CT BESS ALDEHUELA 1_ST.

Justificación de la eficacia 21A-113B:

- Clase B (113B): En un incendio incipiente del transformador, el volumen de aceite en combustión activa se limita a 10-20 litros gracias al confinamiento del tanque integrado. La eficacia 113B (equivalente a 113 litros de fuego estándar) supera ampliamente este volumen.
- Clase A (21A): Cubre posibles materiales sólidos combustibles en el entorno (cables, estructuras auxiliares del skid).

- Mecanismo de acción: El polvo ABC actúa por inhibición química de la reacción en cadena; mayor eficacia por kilogramo que el agua en fuegos de aceite.
- Estrategia de extinción: Para conatos incipientes el técnico utiliza el extintor. Para incendios declarados, el personal evacúa y llama al 112.

Justificación de ausencia de sistema fijo de extinción:

- Emplazamiento exterior: el riesgo de propagación es menor que en interior.
- Tanque de aceite integrado: confina el aceite dieléctrico, impidiendo que el volumen total se incendie simultáneamente.
- La ITC-RAT 14 no exige sistema automático fijo para transformadores en emplazamiento exterior.
- La intervención de los servicios de bomberos permite una respuesta eficaz ante incendios declarados.

6.2.6 Tabla de conformidad

Requisito ITC-RAT 14	Prescripción	Cumplimiento	Evidencia / Acción
Emplazamiento	Separación ≥1m parcela / ≥2m edificios	OK	Distancias indicadas en punto 2.1
Resistencia al fuego	EI-120 (solo si interior)	N/A	Emplazamiento exterior (Twin Skid)
Ventilación	Disipación térmica adecuada	OK	Sistema ONAN + IP54
Relé de presión/gases	Detección fallos internos	OK	Relé presión + temperatura (2 niv.) + gases
Control temperatura	Supervisión sobrecalentamiento	OK	PT100 integrado
Enclavamientos	Seguridad de maniobra	OK	Sistema enclavamiento mecánico
Cubeto / tanque aceite	≥110% volumen aceite	OK	Tanque acero galvanizado integrado con válvula y filtro
Extintores portátiles	≥21A-113B, ≤5m distancia	OK	2×6kg ABC a 5-10m
Protección celda MT	Interruptor automático 16kA/1s IAC AFL	OK	Celda de línea y protección integrada
Campos magnéticos	<100 µT público / <500 µT trabajadores	OK	RD 1066/2001

Tabla 4.- Conformidades CT BESS ALDEHUELA 1_ST.

6.3. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Para el cumplimiento del RD 337/2014 – ITC RAT-14 se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

6.3.1 Clasificación del local y nivel de riesgo

El CPM se clasifica como local de RIESGO BAJO de incendio según la ITC-RAT 14: no contiene transformador de potencia, la carga de fuego es reducida y las celdas cgmcosmos utilizan gas SF_6 como medio aislante y de extinción de arco. Esta clasificación permite aplicar las prescripciones simplificadas de protección contra incendios.

6.3.2 Resistencia al fuego de la envolvente

Requisito (ITC-RAT 14.5.1): resistencia al fuego mínima EI-120 para locales interiores.

La caseta prefabricada Ormazabal pfu.4/20 está construida en hormigón armado vibrado monobloque con resistencia característica de 300 kg/cm². Este material presenta una resistencia al fuego equivalente o superior a EI-120 de forma inherente, sin tratamientos adicionales. El edificio está acreditado con certificado de calidad ISO 9001. Las puertas son de acero con cierre de seguridad ORMAZABAL (anclaje en 2 puntos: superior e inferior)

6.3.3 Ventilación natural

Requisito (ITC-RAT 14.5.3): ventilación adecuada para disipación de calor y evacuación de gases.

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida que crean un laberinto anti-lluvia, con malla mosquitera interior. Están situadas en la pared frontal y garantizan circulación de aire sin obstrucciones.

6.3.4. Protecciones eléctricas

El CPM dispone de aparamenta de MT con aislamiento integral en gas SF_6 (celdas cgmcosmos de Ormazabal), conforme a UNE-EN 62271-200, que previenen arcos eléctricos y el riesgo de incendio por fallo de aislamiento:

Tipo de protección	Descripción	Especificación	Cumplimiento
Tensión asignada	24 kV	24 kV	24 kV
Nº de unidades	2	2	2
Intensidad nominal	630 A	400 A embarrado / 200 A deriv.	—

Fusibles	—	3×20 A	—
Corta duración (1 s) eficaz	16 kA	16 kA	—
Cresta (1 s)	40 kA	40 kA	—
Capacidad de cierre (cresta)	40 kA	40 kA	—
Aislamiento frec. ind. (tierra/fases)	50 kV	50 kV	—
Impulso tipo rayo (tierra/fases)	125 kV	125 kV	—
Relé de protección	ekor.rci	ekor.rpt-2001B	—
Mando interruptor	Motorizado tipo BM	Manual tipo AVBR	—
Clasificación IAC	AFL	AFL	—
Grado protección celda	IP 2XD (EN 60529)	IP 2XD (EN 60529)	IP 2XD (EN 60529)
Grado protección cuba	IP X7 (EN 60529)	IP X7 (EN 60529)	IP X7 (EN 60529)
Inundabilidad	3 m agua / 24 h	3 m agua / 24 h	3 m agua / 24 h
Transf. de medida	—	—	3 TT + 3 TI (aislam. seco)
Relación TT	—	—	16500/√3–110/√3 V
Relación TI	—	—	5-10/5 A

Tabla 5.- Protecciones eléctricas CPM BESS ALDEHUELA 1_ST.

Enclavamientos de seguridad anti-incendio y anti-electrocución implementados:

- No es posible cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado, y viceversa.
- No es posible retirar la tapa frontal si el seccionador de tierra está abierto.
- No es posible acceder al compartimento de cables sin haber conectado la puesta a tierra.
- Grado de inundabilidad IP X7 en cuba: mantiene servicio soportando 3 m de columna de agua durante 24 h.

6.3.5 Medios de protección contra incendios

El proyecto del CPM contempla la dotación de extintores portátiles conforme a la ITC-RAT 14.5.6. Dado que la instalación contará con personal itinerante de mantenimiento con misión de vigilancia y control, se aplica el criterio del propio edificio pfu de Ormazabal: dicho personal deberá llevar como mínimo en sus vehículos dos extintores de eficacia 89B. No obstante, se recomienda instalar adicionalmente los siguientes medios físicos:

Tipo	Capacidad	Eficacia	Cantidad	Ubicación	Distancia
Polvo ABC	6 kg	21A-113B	2 uds.	Exterior CT / Twin Skid	5-10 m
CO_2	5 kg	89B	1 ud.	Próximo cuadros eléctricos	< 5 m

Tabla 6.- Medios PCI CPM BESS ALDEHUELA 1_ST.

Justificación de la eficacia 21A-113B para el CPM:

- La carga de fuego del CPM es baja: aparamenta eléctrica, cablead.
- Las celdas cgmcosmos utilizan gas SF_6 como medio aislante, reduciendo drásticamente el riesgo de incendio por fallo de la aparamenta MT.
- El polvo ABC actúa por inhibición química: máxima eficacia con mínimo volumen de agente extintor.
- La eficacia 21A-113B supera ampliamente el requisito mínimo de 89B indicado en el documento de instalaciones secundarias del edificio pfu de Ormazabal.

6.3.6 Alumbrado y señalización

- Alumbrado general: equipo gobernado desde cuadro de BT con interruptor junto a la puerta
- Alumbrado de emergencia autónomo con señalización de salida
- Señalización fotoluminiscente de extintores (UNE 23034)
- Pictograma de riesgo eléctrico en puerta de acceso
- Armario de primeros auxilios incluido en el edificio pfu.4/20

6.3.7 Tabla de conformidad

Requisito ITC-RAT 14	Prescripción	Cumplimiento	Evidencia / Acción
Envolvente	EI-120 equiv. (hormigón monobloque)	**OK**	Ormazabal pfu.4/20 – ISO 9001
Ventilación natural	≥ 0,5% superficie en planta	**OK**	Rejillas laberinto anti-lluvia + malla mosquitera

Protecciones MT (celdas)	Selectividad, diferencial, enclavamientos	**OK**	cgmcosmos – UNE-EN 62271-200
Protecciones BT (cuadro)	Diferencial 30 mA / fusibles coordinados	**OK**	CBT 25 A / 30 mA
Enclavamientos de seguridad	No acceso a tensión sin puesta a tierra	**OK**	Sistema cgmcosmos integrado
Extintores portátiles	≥ 21A-113B (eficacia) a ≤ 15 m	**OK**	1-2 × 6 kg ABC
Alumbrado de emergencia	Autónomo, señalización salida	**OK**	Incluido en edificio pfu.4/20
Señalización PCI	Fotoluminiscente (UNE 23034)	**OK**	Señalización extintor y salida
Puesta a tierra (protección)	Todas masas conectadas a colector tierra	**OK**	Latiguillos cobre, superficie equipotencial
Puesta a tierra (servicio)	Neutro BT independiente del sistema MT	**OK**	Cable Cu aislado – tierra separada
Campos magnéticos	< 100 µT público / < 500 µT trabajadores	**OK**	Ensayo IEC/TR 62271-208 – RD 1066/2001

Tabla 7.- Conformidades CPM BESS ALDEHUELA 1_ST.

7. CONCLUSIONES

Los técnicos firmantes del presente anejo de protección contra incendios consideran que la documentación aportada resulta suficiente para justificar, desde el punto de vista técnico, los sistemas de PCI establecidos por la normativa vigente.

En Valencia, a 2 de junio de 2026, los ingenieros:

Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el día 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 12:32:16 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº: 31899

TRABAJO:	**PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)**

DOCUMENTO:	I. Memoria
ANEJO	08.- Normas UNE y Especificaciones Empresas de Producción, Transporte y Distribución



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ANEJO 08

NORMAS UNE Y ESPECIFICACIONES EMPRESAS DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

1. NORMAS UNE

GENERALES:

- UNE-HD 60364. Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-41. Protección contra choques eléctricos.
- UNE-HD 60364-5-54. Puestas a tierra y conductores de protección.
- UNE-EN IEC 62485-5:2021. Requisitos de seguridad para baterías e instalaciones de baterías. Parte 5: Funcionamiento seguro de baterías estacionarias de ion-litio.
- UNE-EN IEC 62485-5:2021/AC:2022. Corrección de errores.
- UNE-EN IEC 62619:2022. Acumuladores con electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para acumuladores y elementos de litio para uso en aplicaciones industriales.
- UNE-EN IEC 63056:2020. Acumuladores secundarios y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para baterías secundarias de litio para uso en aplicaciones de almacenamiento de energía eléctrica (EES).
- UNE-EN IEC 62933-1-1. Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EESS). Parte 1-1: Terminología.
- UNE-EN IEC 62933-2-1. Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EESS). Parte 2-1: Parámetros unitarios y métodos de ensayo.
- UNE-EN IEC 62933-5-1. Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EESS). Parte 5-1: Requisitos de seguridad generales.
- UNE-EN 50549-1. Requisitos para instalaciones generadoras conectadas en paralelo con redes de distribución. Parte 1: Conexión a redes de distribución BT.
- UNE-EN 50549-2. Requisitos para instalaciones generadoras conectadas en paralelo con redes de distribución. Parte 2: Conexión a redes de distribución MT.
- UNE-EN 62477-1. Requisitos de seguridad para sistemas electrónicos de potencia y convertidores.
- UNE-EN 62305 (serie). Protección contra el rayo.
- UNE-EN 50160. Características de la tensión suministrada por las redes públicas de distribución.
- UNE-EN 60060-1. Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60060-2. Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60071-1. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

- UNE-EN 60071-2. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60027-1. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60027-4. Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
- UNE-EN 60617 (serie). Símbolos gráficos para esquemas eléctricos.
- UNE 207020:2012 IN. Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y medida de alta tensión.

APARAMENTA:

- UNE-EN 62271-1:2019 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-1/A1:2022 Enmienda Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
- UNE-EN 61439-5:2015 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

SECCIONADORES:

- UNE-EN 62271-102. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:

- UNE-EN 62271-103:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-104:2015 Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
- UNE-EN 62271-100:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE:

- UNE-EN 62271-200:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-201:2015 Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- UNE 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
- UNE 60529:2018/A2:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
- UNE 60529:2018/A1:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
- UNE-EN 62262:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos (Código IK).
- UNE-EN 62262:2002/A1:2022

TRANSFORMADORES DE POTENCIA:

- UNE-EN 60076-1:2013 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2:2013 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
- UNE-EN 60076-3:2014 Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
- UNE-EN 60076-5:2008 Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE-EN 60076-11:2005 Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
- UNE-EN 50588-1:2016 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 21428-1:2017 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte1: Requisitos generales. Seccion 1. Requisitos para transformadores multitension en alta tensión.
- UNE 21428-1-1:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
- UNE 21428-1-2:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
- UNE-EN 50464-2-1:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
- UNE-EN 50464-2-2:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos enaceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36kV. Parte 2-2:

Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

- UNE-EN 50464-2-3:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
- UNE-EN 50464-3:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
- UNE-EN 50541-1:2012 Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 21538-1:2013 Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
- UNE-EN 50541-2:2014 Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS:

- UNE-EN 62271-202:2015 Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE EN 62271-212:2017 Conjuntos compactos de equipos para centros de transformación (CEADS).

FUSIBLES

- UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
- UNE 21103-2/1991: Fusibles de baja tensión. Parte 2-1: Reglas suplementarias para los fusibles destinados a ser utilizados por personas autorizadas. Secciones I y III

TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:

- UNE-EN 61869-1:2010 Transformadores de medida. Parte 1. Requisitos generales

- UNE-EN 61869-2:2013 Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN 61869-3:2012 Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 61869-5:2012 Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE-EN 50482:2009 Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.

CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES:

- UNE 21144-1-1:2012 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
- UNE 21144-1-3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
- UNE 21144-2-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1:1997/2M:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-2:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
- UNE 21144-3-1:2018 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.

- UNE 21144-3-2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- UNE 21144-3-3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
- UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 207015:2013 Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.
- UNE 211003-2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
- UNE 211605:2013 Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
- UNE-EN 60332-1-2:2005 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.
- UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
- UNE 211027:2013 Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE 211028:2013 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE-EN 60228:2005. Conductores de Cables Aislados

APARAMENTA:

- UNE-EN 62271-103:2012 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- UNE-EN 62271-100:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-100:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

- UNE-EN 62271-100/:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 61439-3:2012 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización. Cuadros de distribución.

2. NORMAS PARTICULARES DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA Y MANUALES TÉCNICOS (MT'S)

- MT 2.03.20 edición 11 (mayo 2019) "Normas particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión."
- MT 2.11.01 edición 05 (mayo 2019) "Proyecto Tipo para Centro de Transformación Prefabricado de Superficie."
- MT 2.31.01 edición 8 (mayo 2019) "Proyecto tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV."
- MT 2.51.43 edición 02 (mayo 2019) "Manual Técnico. Red subterránea de Baja Tensión. Acometidas."
- M.T. 3.51.20 “Especificaciones particulares para sistemas de telegestión y automatización de red”. Edición 3 de Mayo de 2.019
- MT 2.11.33 edición 03 (mayo 2019) “Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kV”
- MT 2.00.03 edición 2 (febrero 2014) “Normativa particular para instalaciones de clientes en AT”
- MT 2.13.40 edición 2 (abril 2003) “Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para centros de transformación”
- NI 50.42.11 edición 3 (junio 2003) “Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT”
- NI 72.50.01 edición 3 (abril 2003) “Transformadores de intensidad de medida y protección en alta tensión hasta 72,5 kV”
- NI 72.54.01 edición 5 (abril 2003) “Transformadores de tensión de medida y protección en alta tensión hasta 72,5 kV”

- NI 75.06.11 edición 2 (junio 2003) "Cortacircuitos fusibles de expulsión-seccionadores, con base polimérica, hasta 36 kV"
- NI 75.06.31 edición 3 (julio 2009) "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV)

3. REGLAMENTACIÓN ESPAÑOLA OBLIGATORIA

- Real Decreto 337/2014. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RAT).
- Real Decreto 842/2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
- Real Decreto 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.
- Real Decreto 513/2017. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).
- Real Decreto 1183/2020. Acceso y conexión a redes de transporte y distribución.
- Real Decreto 647/2020. Acceso y conexión de instalaciones de generación.
- Orden TED/749/2020. Normativa técnica de conexión a red.
- Reglamento (UE) 2023/1542. Reglamento europeo relativo a las baterías y sus residuos.

En Valencia, a 1 de junio de 2026, los ingenieros:

Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el día 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 12:33:00 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº: 31899

TRABAJO:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

DOCUMENTO: **II. Planos**

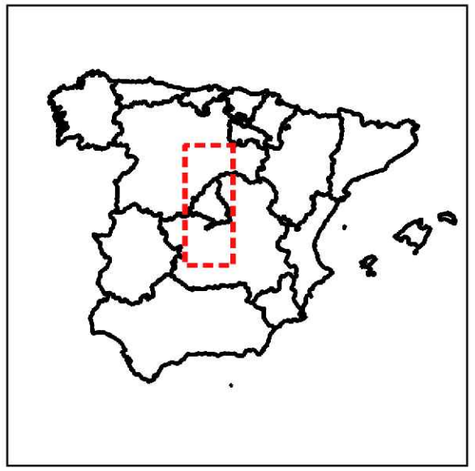


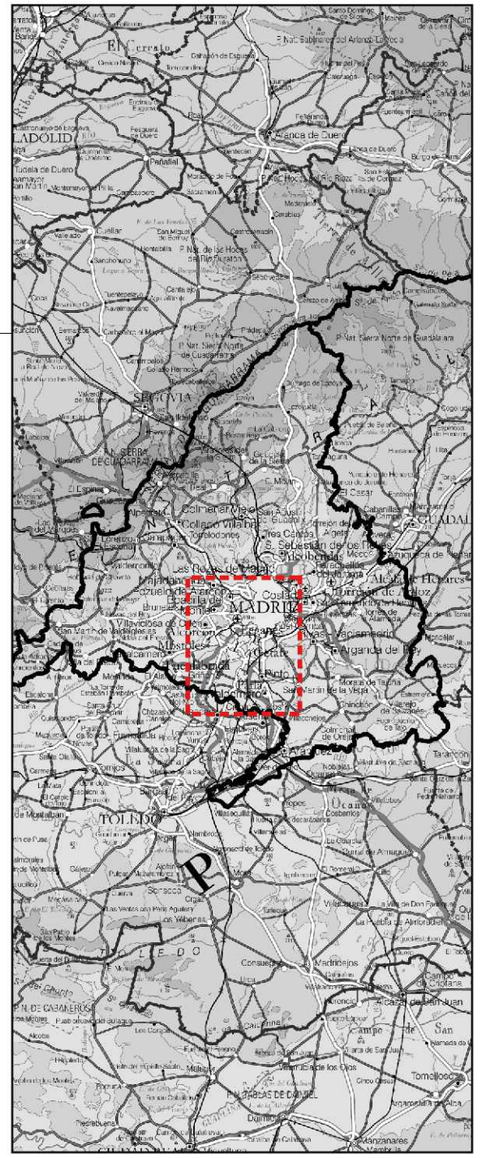
ENERGY FACTORY

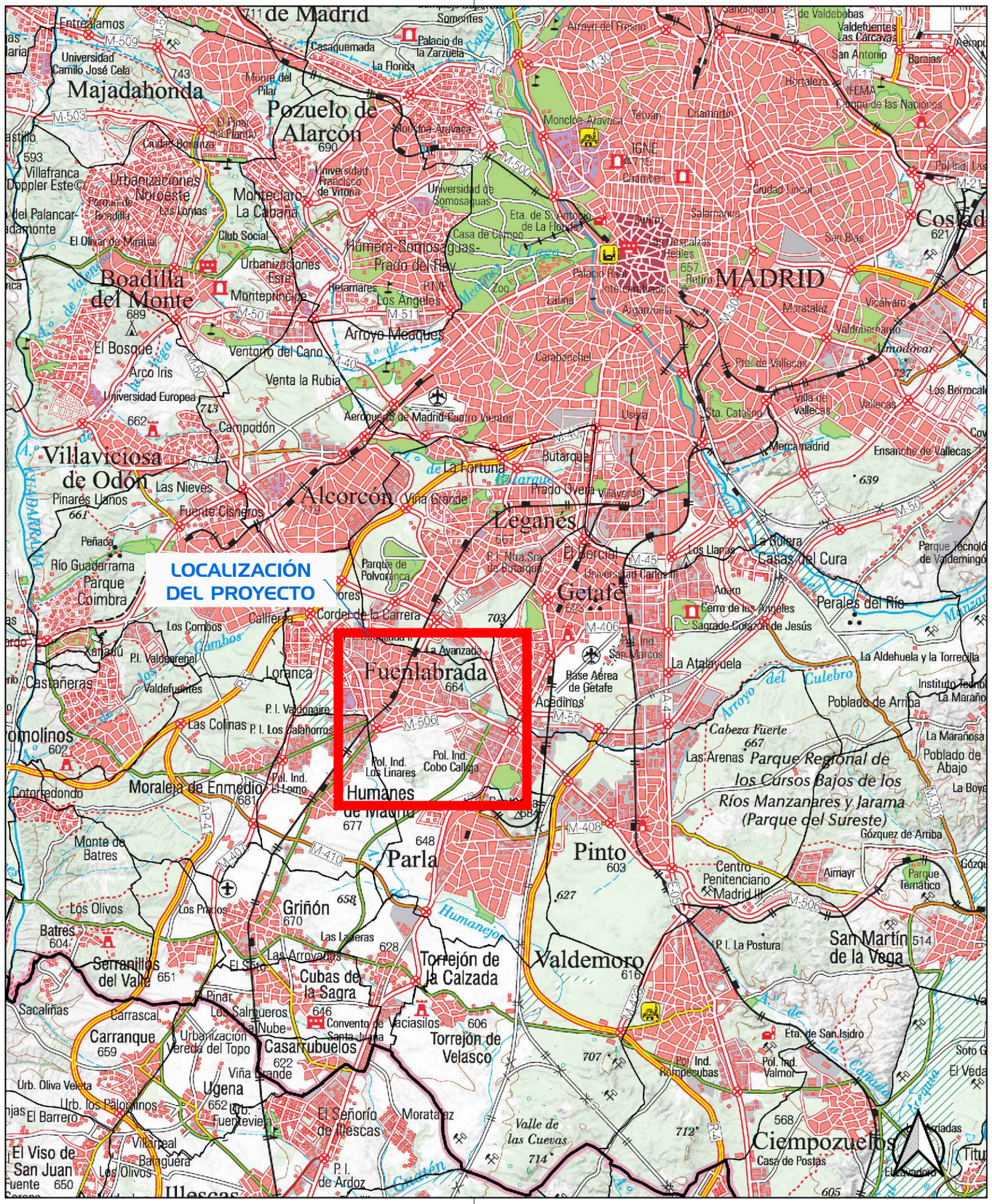
emin.energy

- **DOCUMENTO Nº2.- PLANOS INSTALACIÓN BESS ALDEHUELA 1_ST**

01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
02	LOCALIZACIÓN
03	PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES
04	LAYOUT PLANTA GENERAL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
05	TRAZADO LINEA EVACUACIÓN
06	DETALLES TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y BESS
07	DETALLE CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
08	DETALLE ZANJAS Y ARQUETA TIPO
09	ESQUEMAS UNIFILARES
10	DETALLES PUESTA A TIERRA
11	DETALLES DE VALLADO
12	DETALLE VIAL TIPO







PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

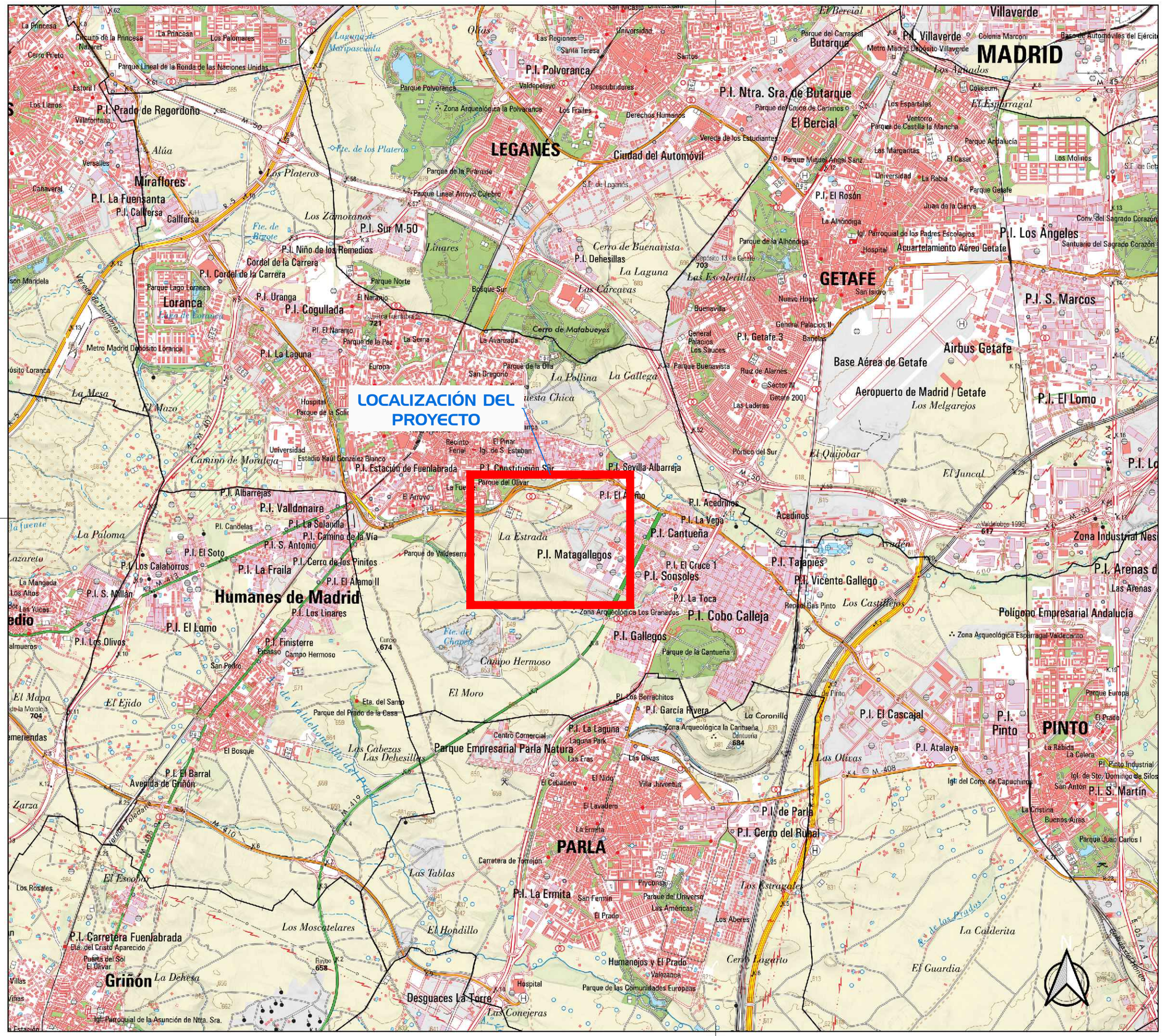
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

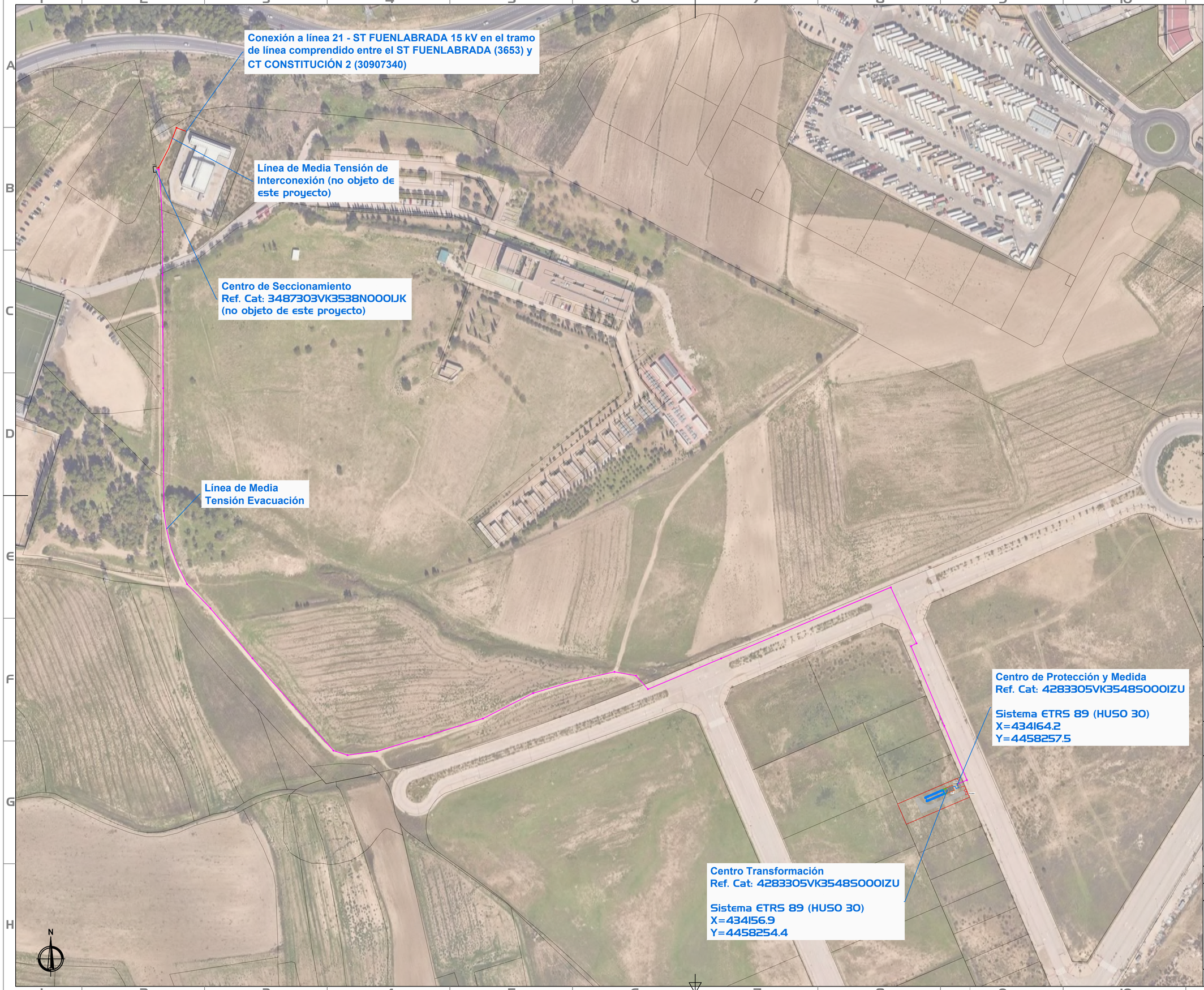
emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO:	ESCALA:	Indicadas
	FORMATO:	A3
01	Nº EDICIÓN:	01
	FECHA:	Junio 2026
	HOJA	1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE


LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
LEGANÉS
GETAFE
MADRID
Villaverde
Humanes de Madrid
PARLA
PINTO
Griñón
Miraflores
Loranca
Butarque
El Bercial
Ciudad del Automóvil
Base Aérea de Getafe
Aeropuerto de Madrid / Getafe
Airbus Getafe
P.I. Polvoranca
P.I. Ntra. Sra. de Butarque
P.I. Villaverde
P.I. Prado de Regordoño
P.I. La Fuensanta
P.I. Sur M-50
P.I. Dehesillas
P.I. Getafe 3
P.I. Los Ángeles
P.I. S. Marcos
P.I. El Lomo
P.I. Estación de Fuenlabrada
P.I. Sevilla-Albarreja
P.I. Matagallegos
P.I. Cobo Calleja
P.I. Gallegos
P.I. Cantueña
P.I. Tapapes
P.I. Vicente Gallego
P.I. Arenas
P.I. Los Olivos
P.I. Finisterre
P.I. Los Linares
P.I. El Lomo
P.I. Carretera Fuenlabrada
P.I. La Ermita
P.I. de Parla
P.I. Cerro del Rubal
P.I. El Cascajal
P.I. Atalaya
P.I. Pinto
P.I. S. Martín
Parque Empresarial Parla Natura
Polígono Empresarial Andalucía
Zona Industrial Nes
Parque Lineal Arroyo Culebro
Parque Polvoranca
Parque Norte
Parque Lago Loranca
Parque de la Pirámide
Parque de la Paz
Parque Europa
Parque Andalucía
Parque Getafe
Parque Juan Carlos I
Parque del Prado de la Casa
Parque de Valdeserra
Parque de las Comunidades Europeas
Cerro de Buenavista
Cerro de Matabueyes
Cerro Logarto
La Laguna
Las Cárcavas
Los Zamoranos
Los Cabezas
Las Dehesillas
Los Olivos
Los Estrayales
Los Melgarejos
El Juncal
El Quijobar
El Guardia
La Calderita
Las Tablas
El Hondillo
Los Moscatelares
El Escobar
La Estrada
La Pollina
La Gallega
Campo Hermoso
El Moro
El Ejido
El Mazo
La Mesa
La Paloma
Las Conejeras
Desguaces La Torre
Camino de Moraleja
Vereda de los Estudiantes
Vereda de Valdehondito del Prado
Cañaveral
Cordel de la Carrera
Callfersa
Bosque Sur
Las Escolecillas
Los Castillejos
Los Astados
El Espirragal
Los Molinos
Las Margaritas
Las Eras
Las Olivas
Villa Juventus
Laguna Park
Nuevo Hogar
Buenavilla
Las Laderas
Ruiz de Alarnes
Sector III
Getafe 2001
Los Sauces
Los Abetos
Los Estrayales
Valdepelayo
Descubridores
Derechos Humanos
Los Frailes
Santa Teresa
Las Regiones
Universidad
Santos
Parque del Carrascal
Colonia Marconi
Metro Madrid Depósito Villaverde
Base de Automóviles del Ejército
Los Espartales
Ventorro
Parque de Castilla la Mancha
Parque del Cruce de Caminos
Coliseum
Las Margaritas
El Casar
Los Molinos
Universidad
La Rabia
Parque Miguel Ángel Sanz
P.I. El Rosón
Juan de la Cierva
La Alhóndiga
Igl. Parroquial de los Padres Escolapios
Hospital
Acuartelamiento Aéreo Getafe
Parque de la Alhóndiga
Conv. del Sagrado Corazón
Santuario del Sagrado Corazón
Pórtico del Sur
Parque Buenavista
General Palacios II
Bañelas
Nuevo Hogar
San Isidro
Buenavilla
Parque de la Olla
San Gregorio
Parque del Olivar
Recinto Ferial
Igl. de S. Esteban
El Pinar
Universidad
Estadio Raúl González Blanco
Parque Lineal de la Ronda de las Naciones Unidas
Circuito de la Princesa
La Princesa
Los Palomares
Nazaret
Cerro Prieto
Estoril I
Los Llanos
Villafontana
Versalles
Cañaveral
Metro Madrid Depósito Loranca
Parque Lago Loranca
Son Mandela
Laguna de Mariposanda
Olías
Alúa
Los Plateros
Fte. de los Plateros
Fte. de Birgote
Fte. de los Pluviómetros
Fte. del Chapete
Fte. de Valdehondito del Prado
Zona Arqueológica la Polvoranca
Zona Arqueológica Los Granados
Zona Arqueológica la Cantueña
Zona Arqueológica Esparragal-Valdecanto
Cuesta Chica
Cuesta Fuenlabrada
Cuesta Toledano
Cuesta Retamoso
Cuesta Retamoso
Cuesta Retamoso



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE EVACUACIÓN
- CSI CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LÍNEA DE CONEXIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 03	ESCALA:	1 / 2.000
	FORMATO:	A2
	Nº EDICIÓN:	01
	FECHA:	Junio 2026
	HOJA 1 DE 1	

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



SISTEMA COORDENADAS ETRS 89 (HUSO 30)		
CENTRO GEOMÉTRICO POLIGONAL		
PUNTO	COORD. X	COORD. Y
CG	434.143,6	4.458.245,2
COORDENADAS POLIGONAL VALLADO		
PUNTO	COORD. X	COORD. Y
1	434.163,0	4.458.263,3
2	434.166,2	4.458.255,9
3	434.168,9	4.458.257,1
4	434.172,9	4.458.247,9
5	434.121,4	4.458.225,8
6	434.114,3	4.458.242,4

LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- LÍNEA DE EVACUACIÓN
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT PLANTA GENERAL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

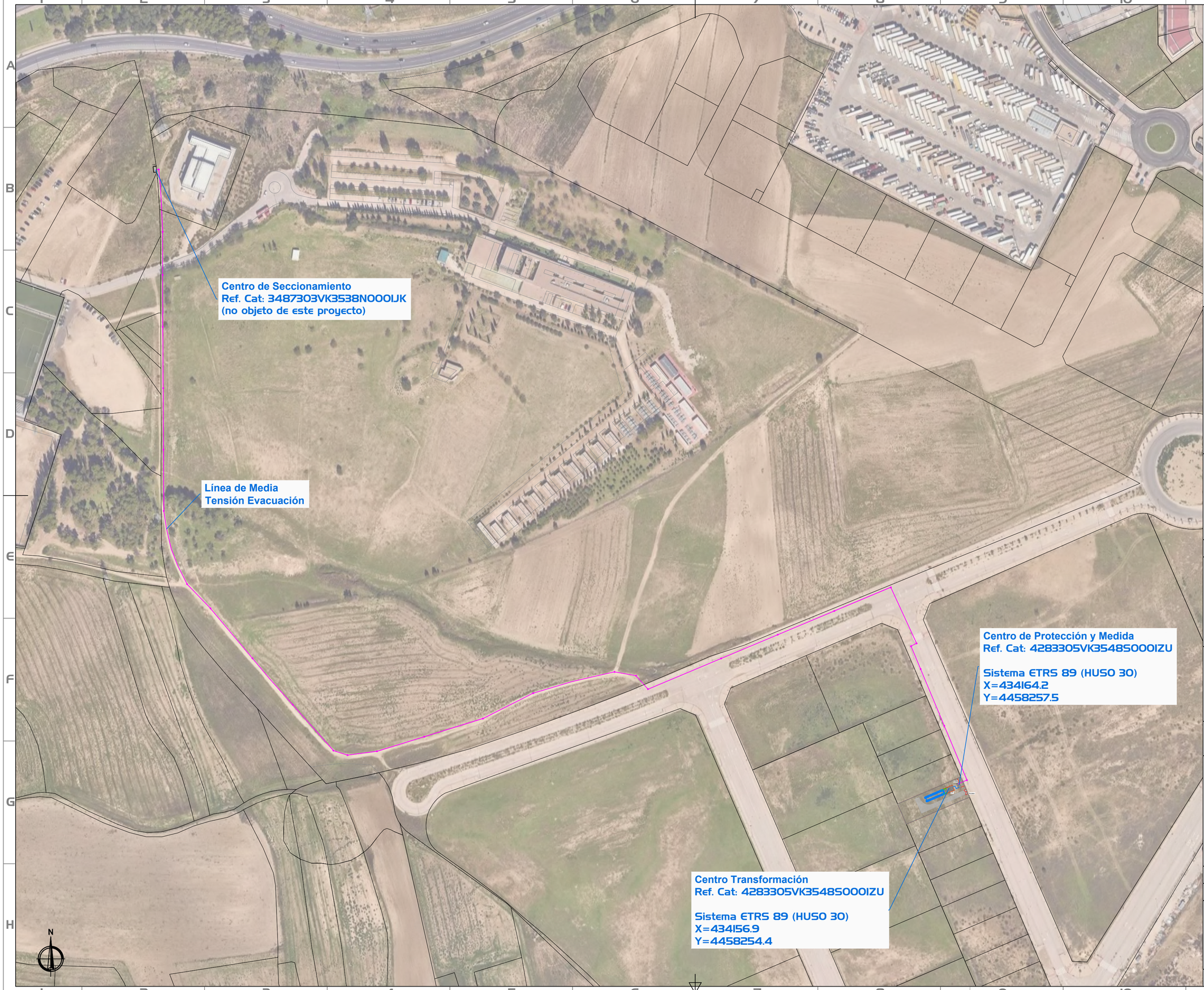
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 04	ESCALA:	1 / 200
	FORMATO:	A2
	Nº EDICIÓN:	01
	FECHA:	Junio 2026
	HOJA 1 DE 1	

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- CSI — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT TRAZADO LSMT EVACUACIÓN

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

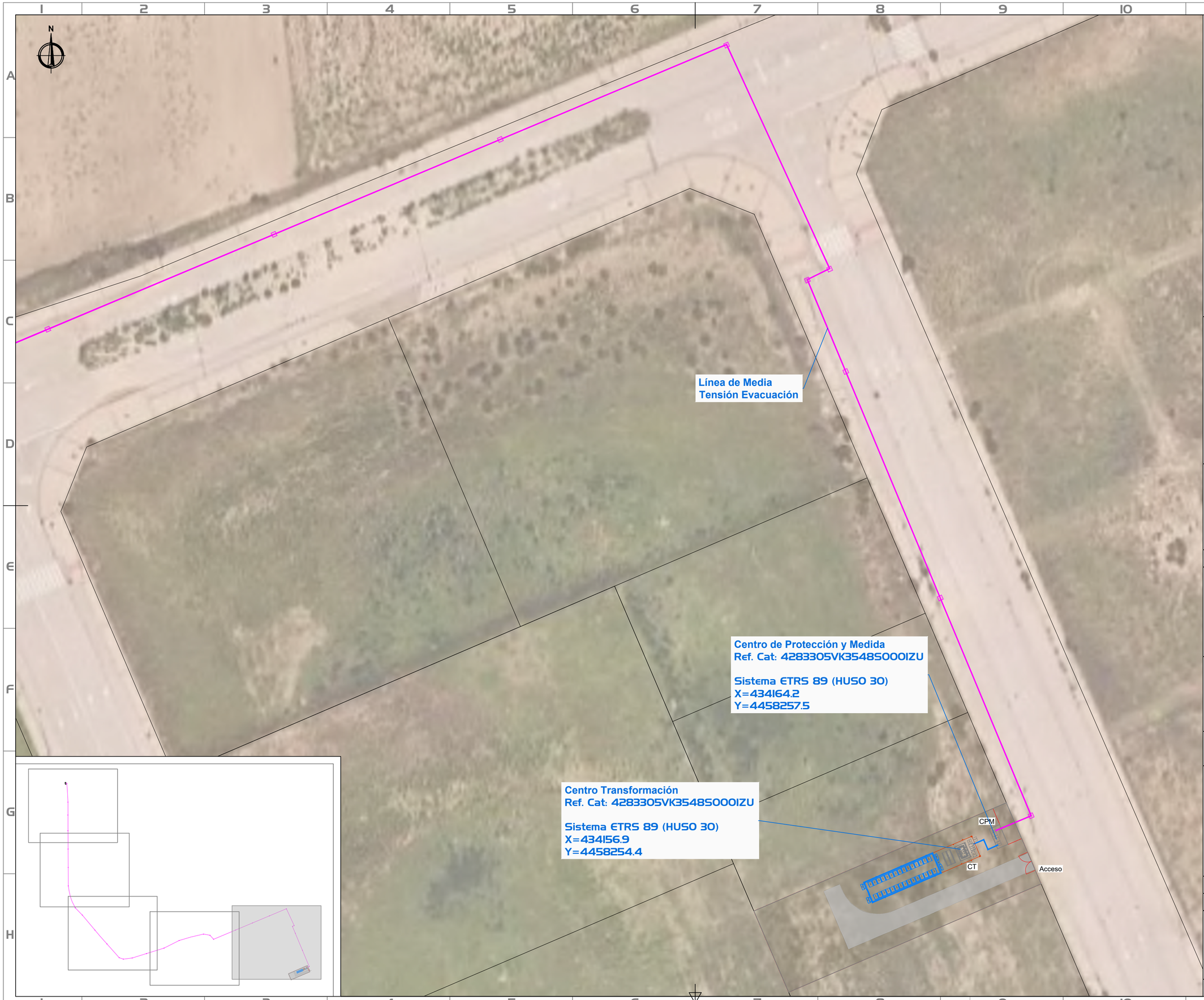
emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: **05**

ESCALA:	1 / 2.000
FORMATO:	A2
Nº EDICIÓN:	01
FECHA:	Junio 2026
HOJA	1 DE 6

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT TRAZADO LSMT EVACUACIÓN. HOJA 1

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 05.1	ESCALA: 1 / 500
	FORMATO: A2
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 2 DE 6

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- CSI — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO
"BESS ALDEHUELA I_ST"
DE 5 MW Y 10 MWH
EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT TRAZADO LSMT EVACUACIÓN. HOJA 2

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

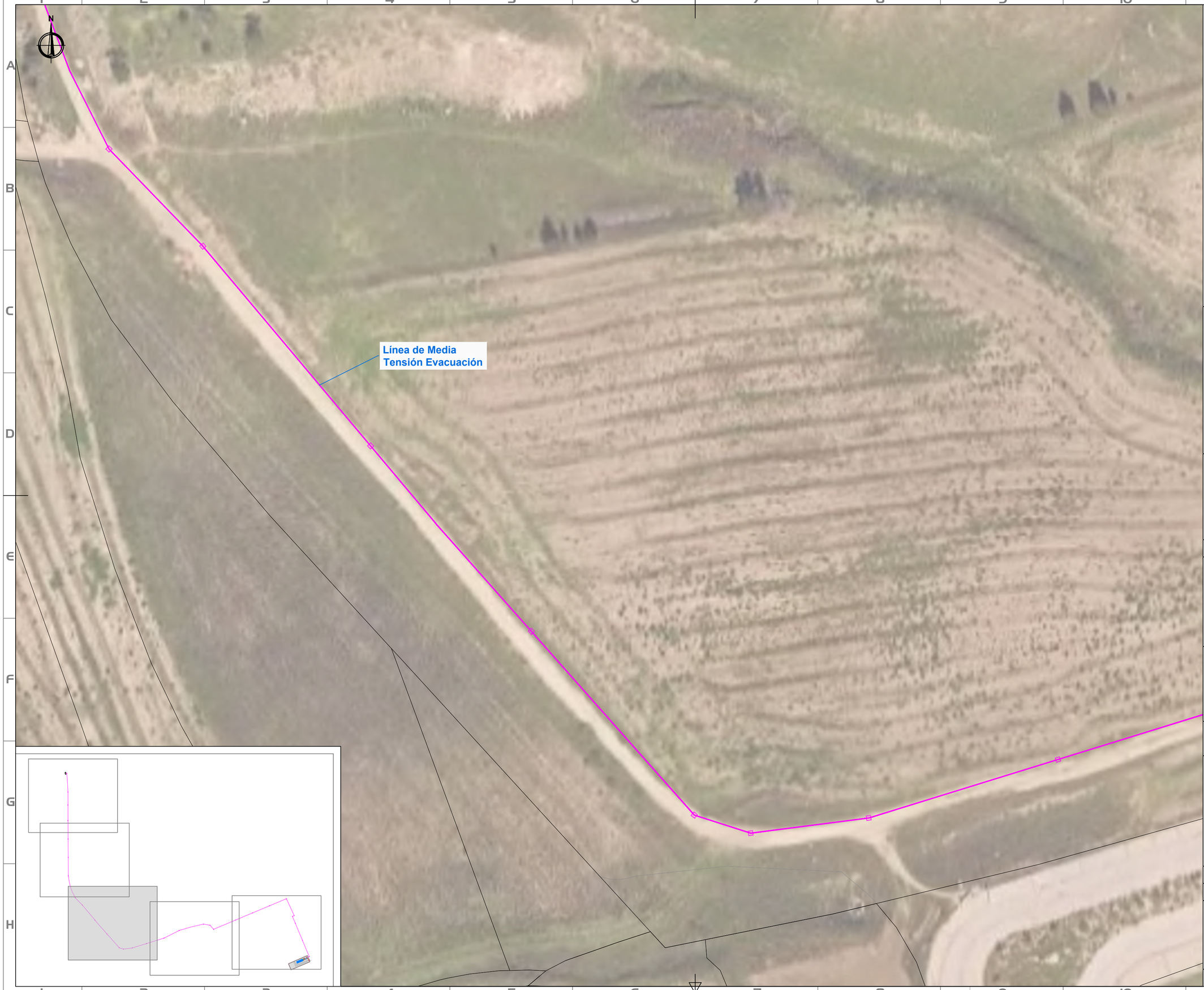
emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: **05.2**

ESCALA:	1 / 500
FORMATO:	A2
Nº EDICIÓN:	01
FECHA:	Junio 2026
HOJA	3 DE 6

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- CSI CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT TRAZADO LSMT EVACUACIÓN. HOJA 3

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

Nº PLANO: **05.3**

ESCALA:	1 / 500
FORMATO:	A2
Nº EDICIÓN:	01
FECHA:	Junio 2026
HOJA	4 DE 6

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- CSI CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT TRAZADO LSMT EVACUACIÓN. HOJA 4

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 05.4	ESCALA:	1 / 500
	FORMATO:	A2
	Nº EDICIÓN:	01
	FECHA:	Junio 2026
	HOJA	5 DE 6

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- ARQUETA DE REGISTRO

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT TRAZADO LSMT EVACUACIÓN. HOJA 5

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

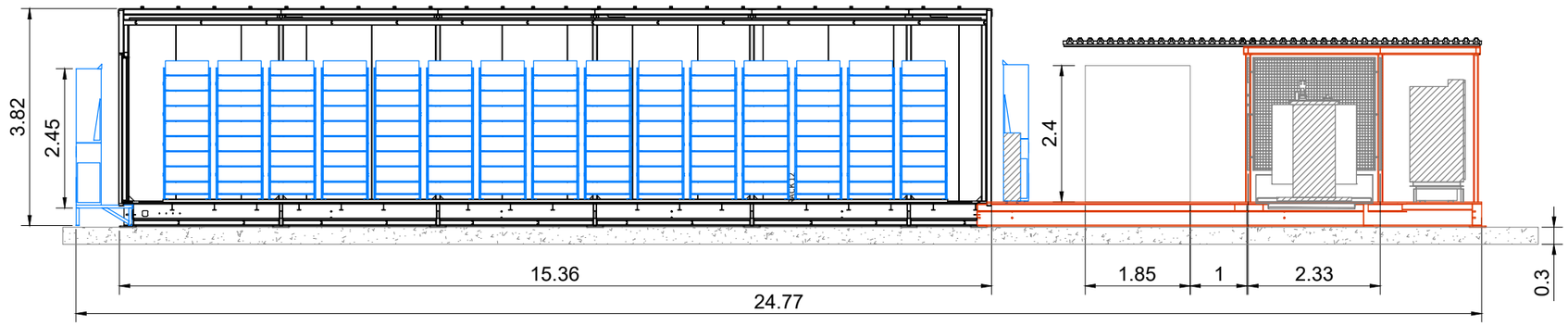
ENERGY FACTORY

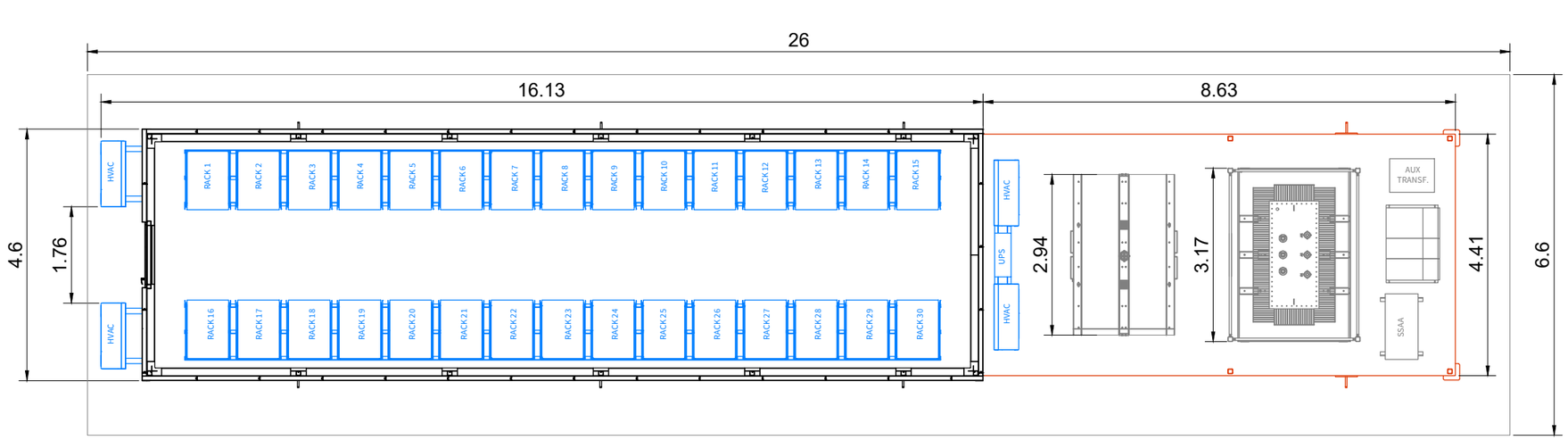
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 05.5	ESCALA: 1 / 500
	FORMATO: A2
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 6 DE 6

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE





PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLES TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y BESS

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

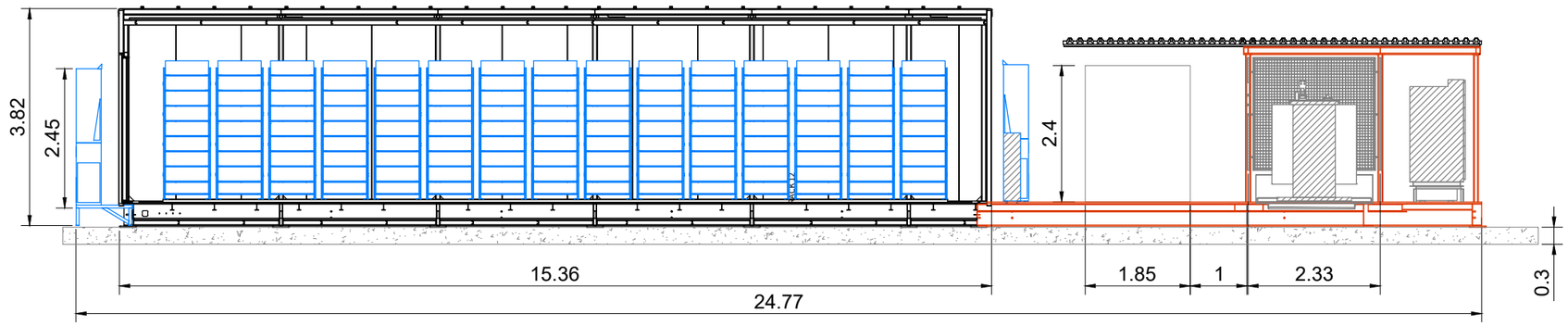
ENERGY FACTORY

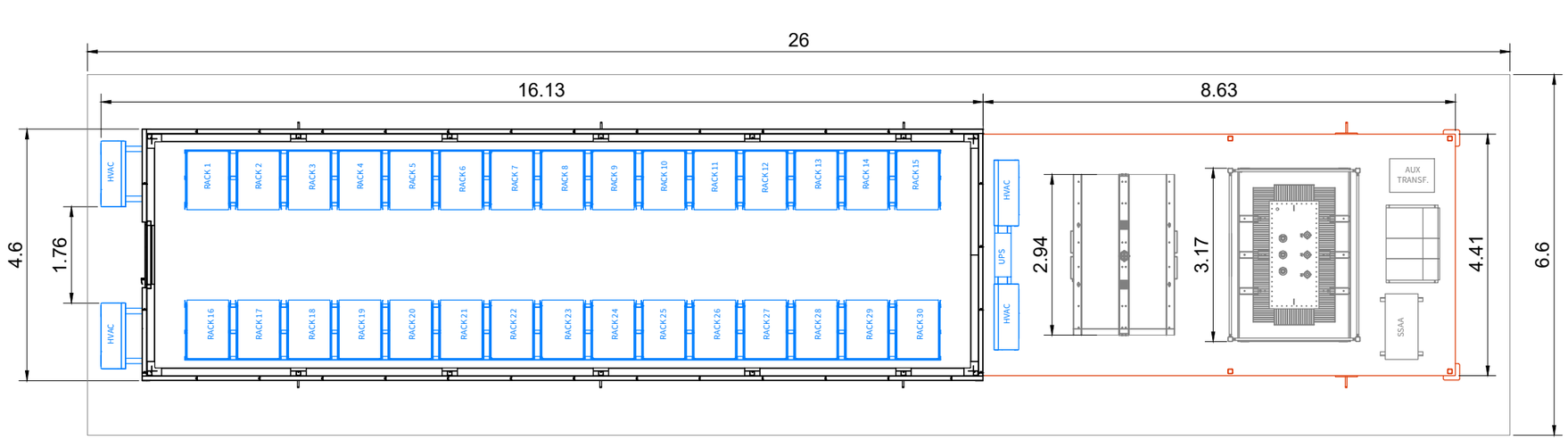
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 06	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 3

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE





PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLES TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y BESS

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

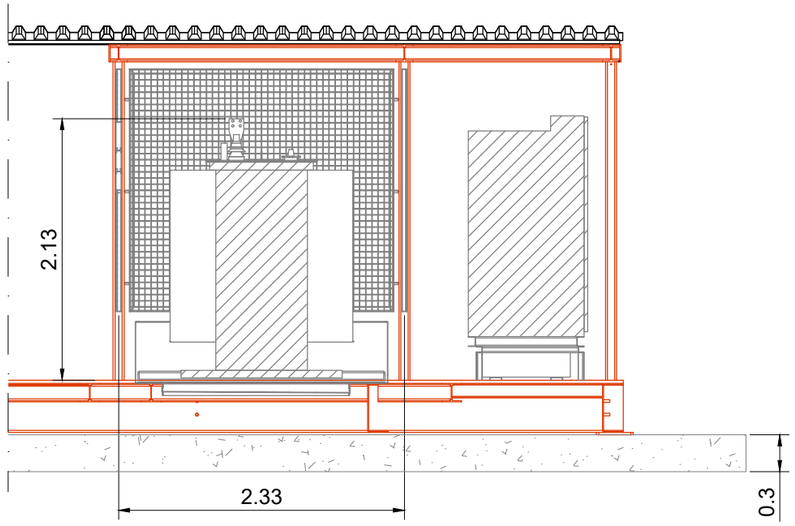
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

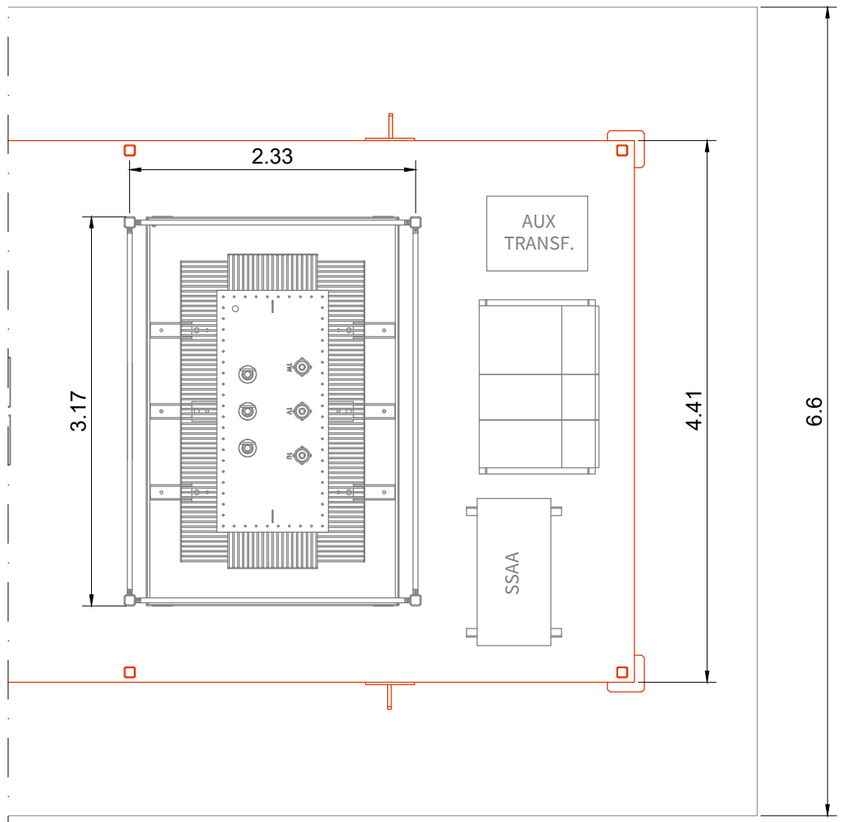
DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 06.1	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 3

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

SECCIÓN



PLANTA



PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLE TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

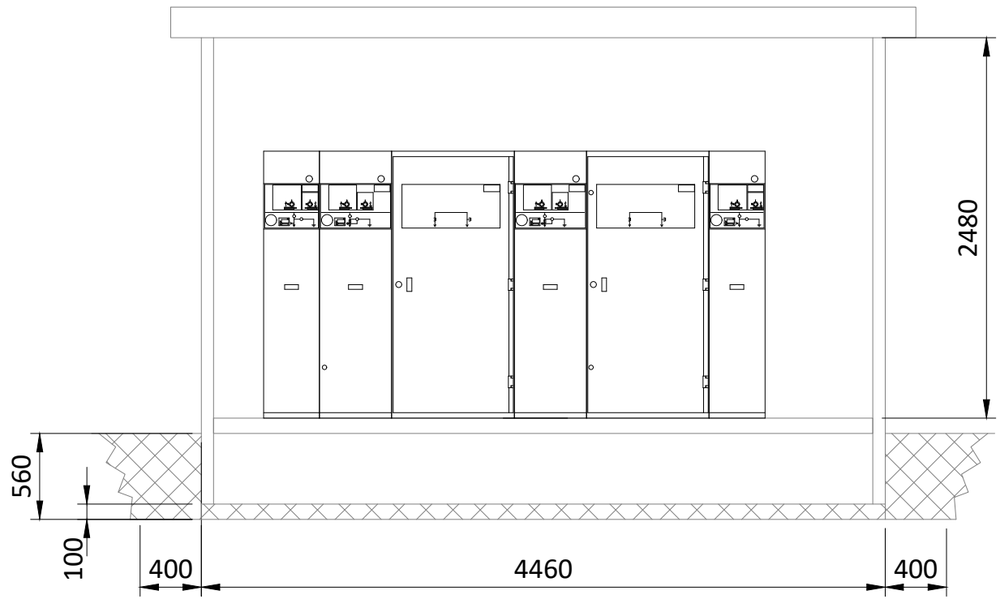
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

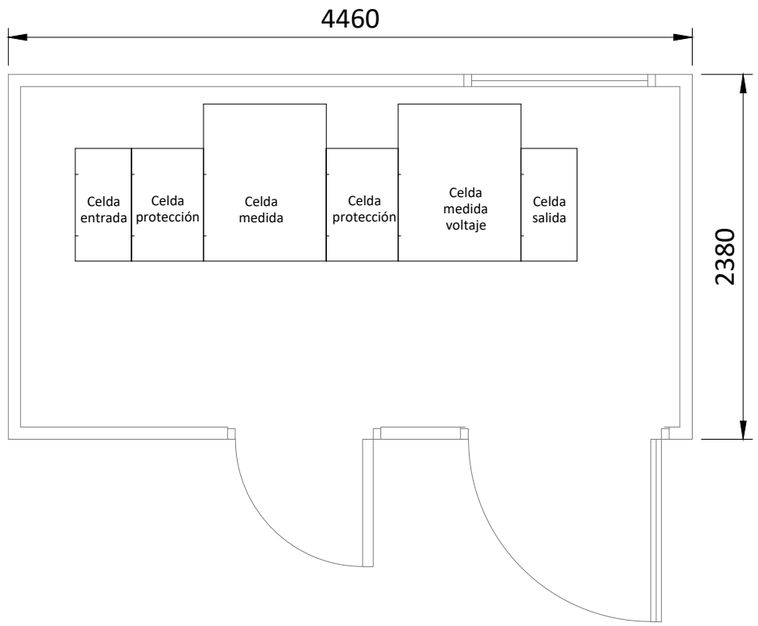
DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 06.2	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 3

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

SECCIÓN TRANSVERSAL



PLANTA



PROYECTO
"BESS HUMANES I_ST"
DE 5 MW Y 10MWH
EN HUMANES DE MADRID
(MADRID)

PLANTA Y SECCIÓN CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Nº EXPEDIENTE: 24_038

PROMOTOR: EFM SOLAR 28, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

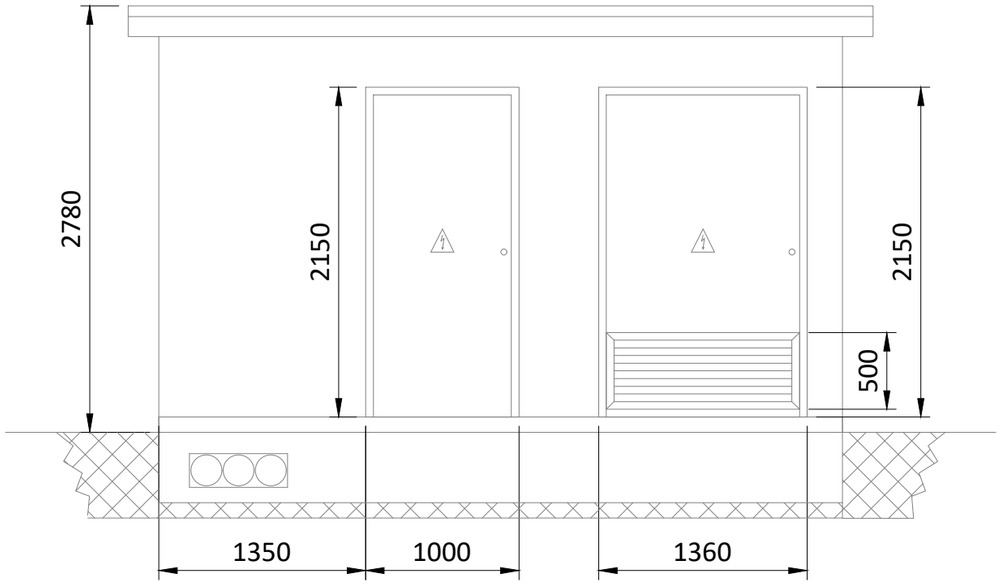
EMIN ENERGY®

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Diciembre 2025
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Diciembre 2025
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 07.1	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Dic. 2025
	HOJA 2 DE 5

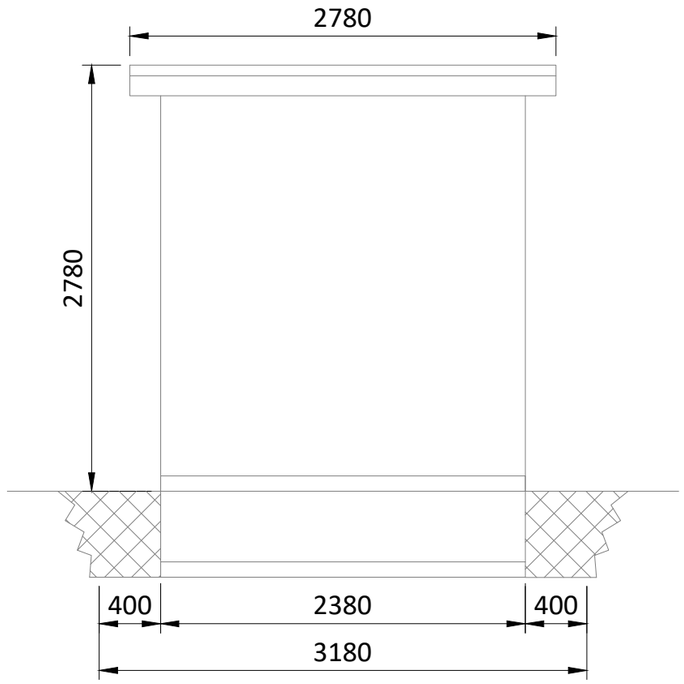
NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

ALZADO FRONTAL



ALZADO POSTERIOR

ALZADO LATERAL IZQUIERDO



DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
5.26 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m profundo

PROYECTO "BESS HUMANES I_ST" DE 5 MW Y 10MWH EN HUMANES DE MADRID (MADRID)

ALZADOS CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Nº EXPEDIENTE: 24_038

PROMOTOR: EFM SOLAR 28, S.L.

ENERGY FACTORY

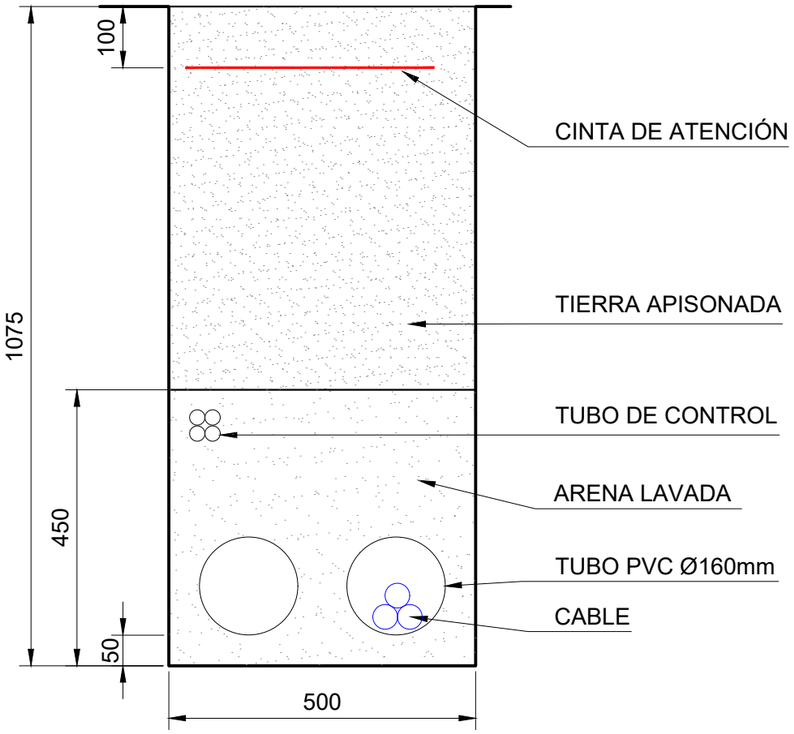
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

EMIN ENERGY®

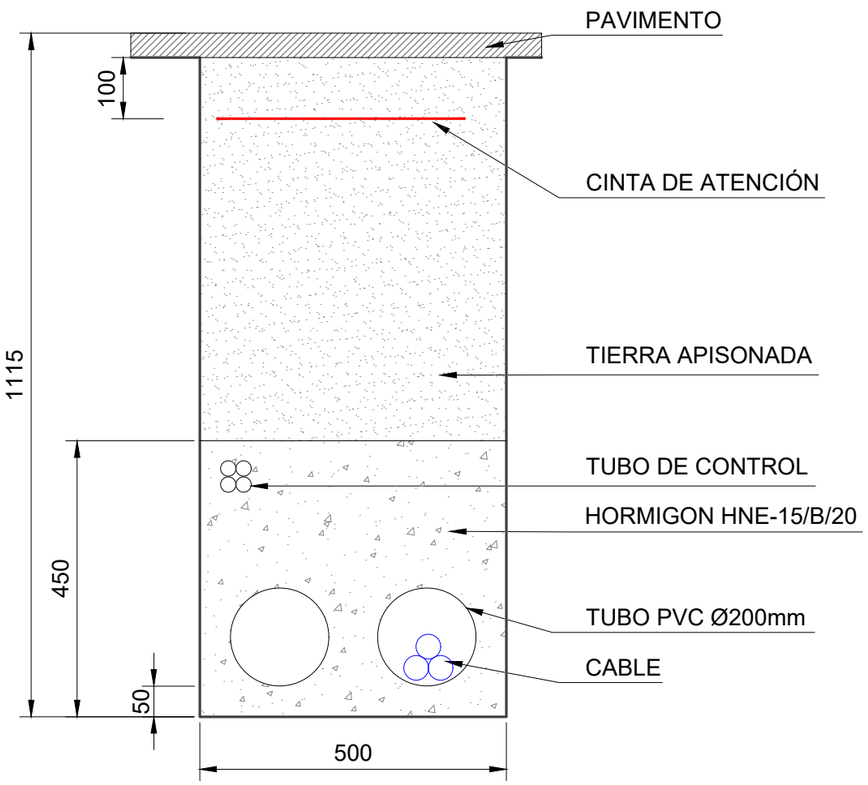
DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Diciembre 2025
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Diciembre 2025
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 07.2	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Dic. 2025
	HOJA 2 DE 5

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



ZANJA TIPO 1 MT:
TENDIDO ENTERRADO BAJO
TUBO UN CIRCUITO BAJO
TERRENO NORMAL



ZANJA TIPO 2 MT:
TENDIDO ENTERRADO BAJO
TUBO UN CIRCUITO BAJO
CALZADA

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLE ZANJAS TIPO

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

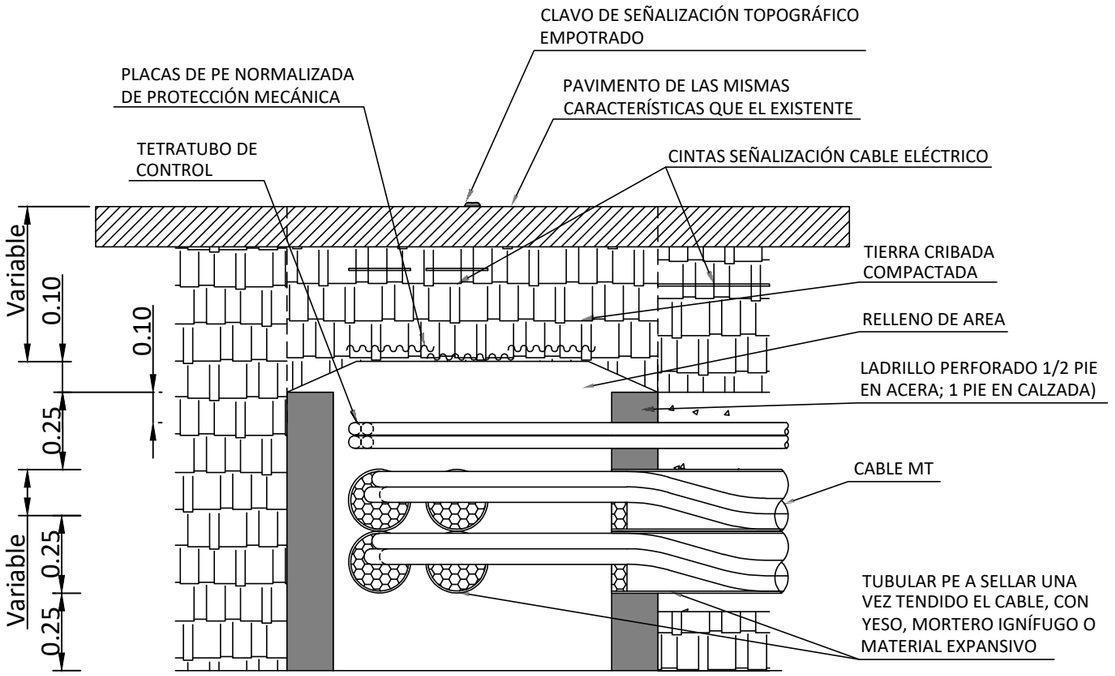
emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

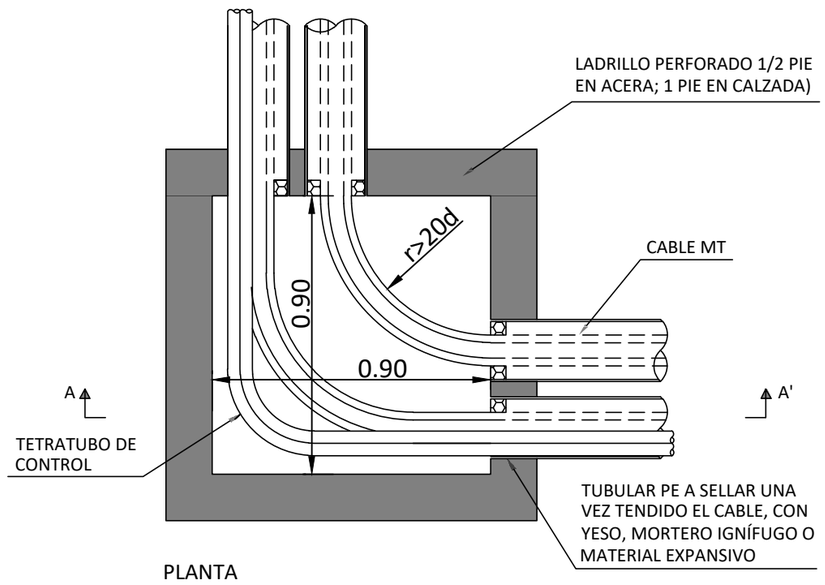
Nº PLANO: 08.1	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

ARQUETA CIEGA CAMBIO DE SENTIDO



SECCIÓN A-A'



PLANTA

NOTA:
CANTIDAD Y DISPOSICIÓN DE LOS TUBOS, VARIABLE EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA OBRA.

PROYECTO
"BESS ALDEHUELA I_ST"
DE 5 MW Y 10 MWH
EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLE TIPO DE ARQUETA CIEGA

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

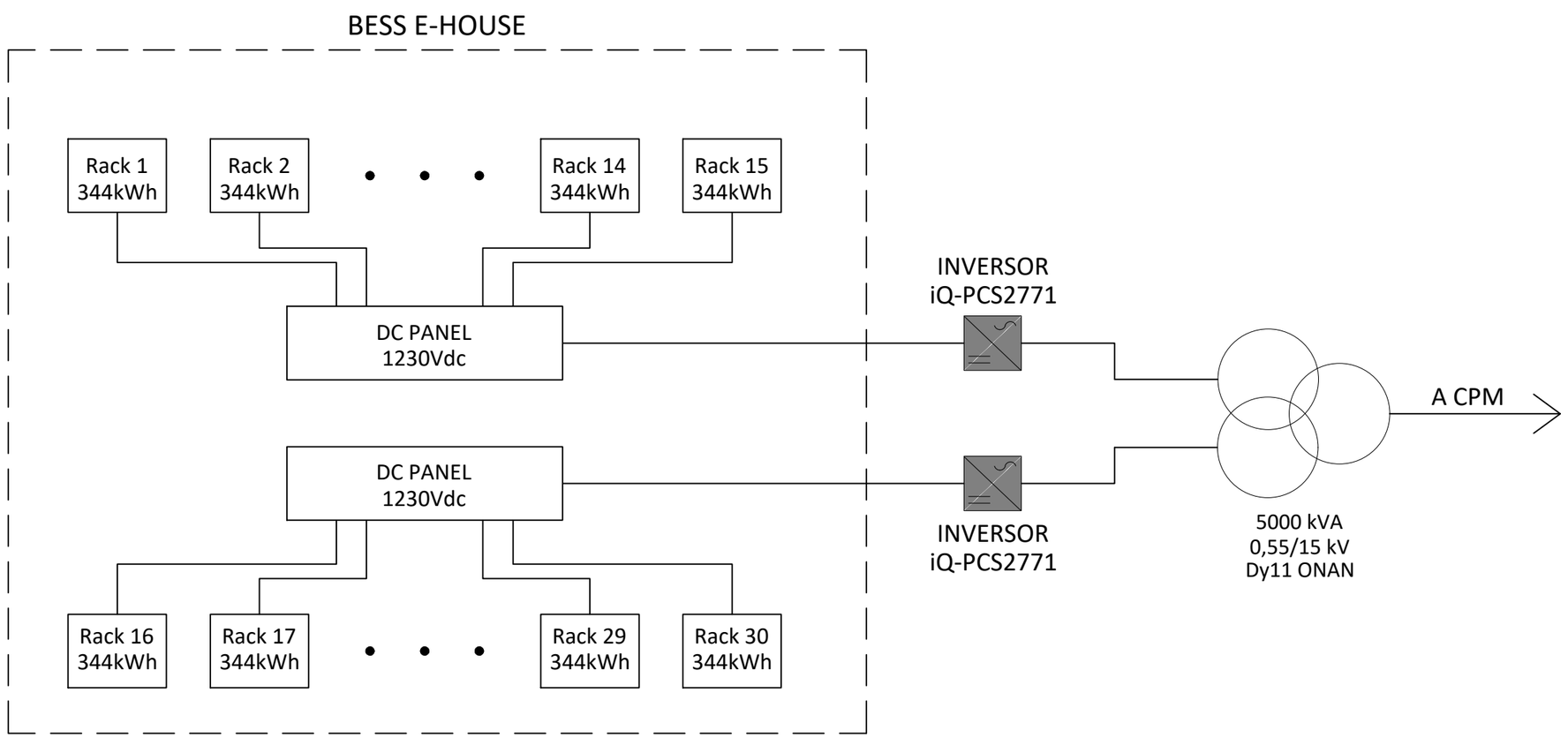
ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 08.2	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



PROYECTO
"BESS ALDEHUELA I_ST"
DE 5 MW Y 10 MWH
EN FUENLABRADA (MADRID)

ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO BESS

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

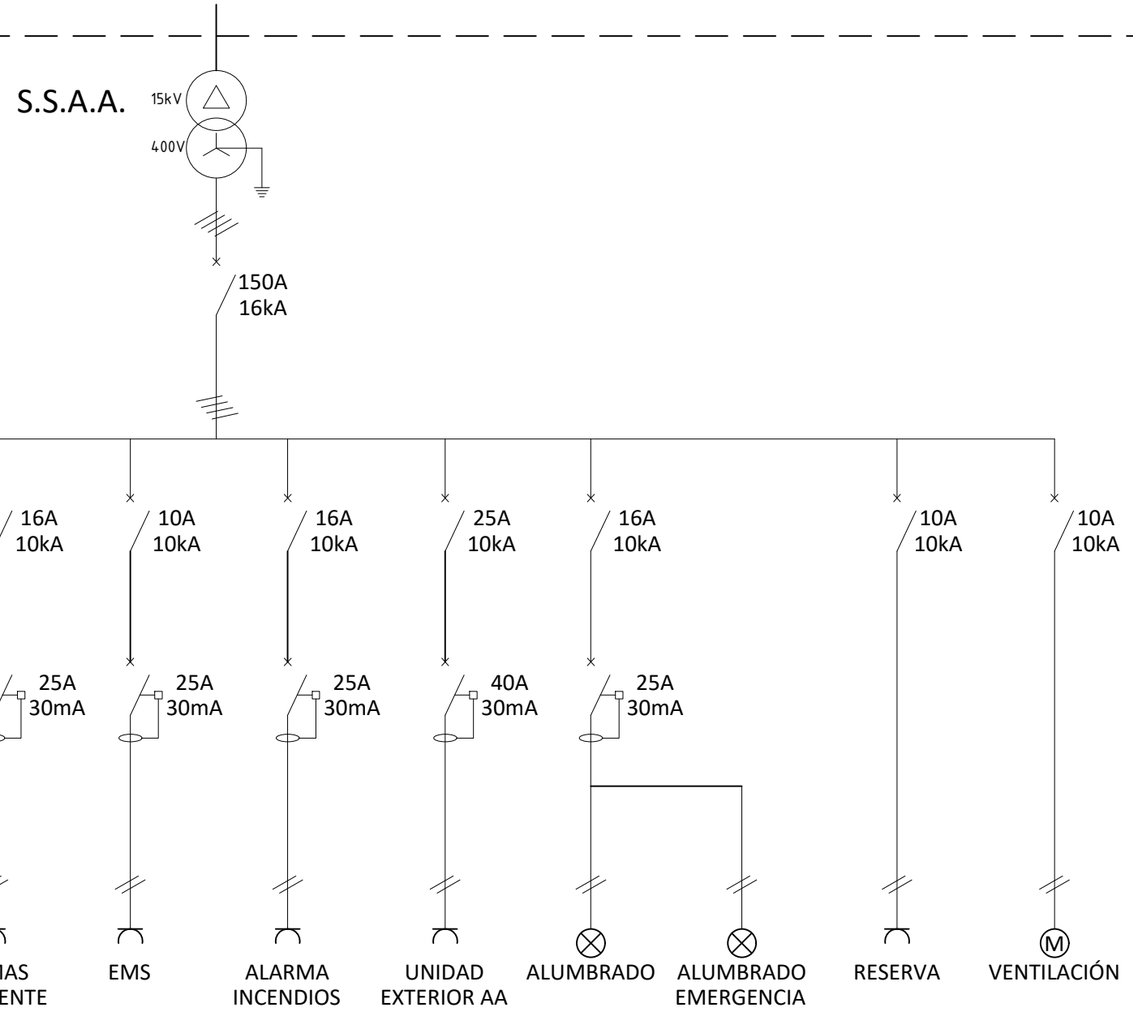
emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 09.1	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

CUADRO SERVICIOS AUXILIARES BESS



PROYECTO
"BESS ALDEHUELA I_ST"
DE 5 MW Y 10 MWH
EN FUENLABRADA (MADRID)

ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO BESS

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

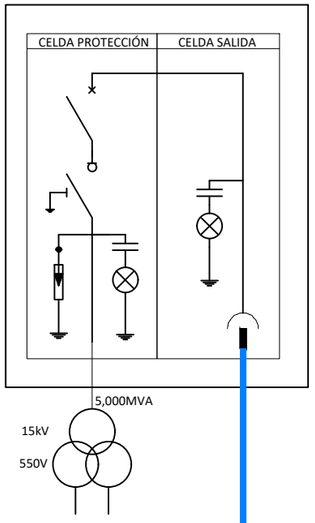
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 09.2	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

TRANSFORMADOR
BESS POWER ELECTRONIC
TWIN SKID 5000 kVA

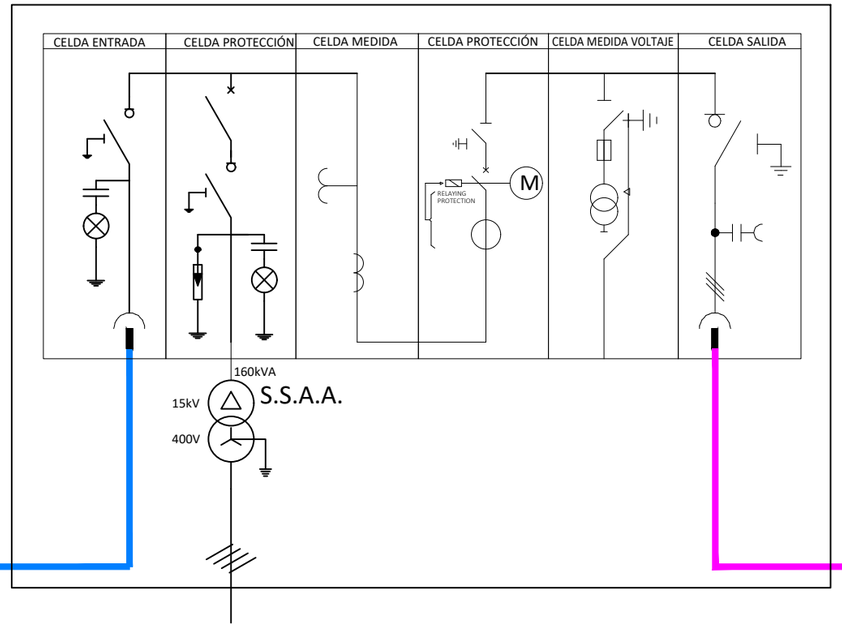


CAMPO BESS

LÍNEA INTERNA CT-CPM
Cable AL HEPRZ1
3x240mm²-12/20KV

L= 5m

CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)
BESS ALDEHUELA 1_ST



Línea evacuación (subterránea)
Cable AL HEPRZ1
3x240mm²-12/20KV

L= 1193,75m

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

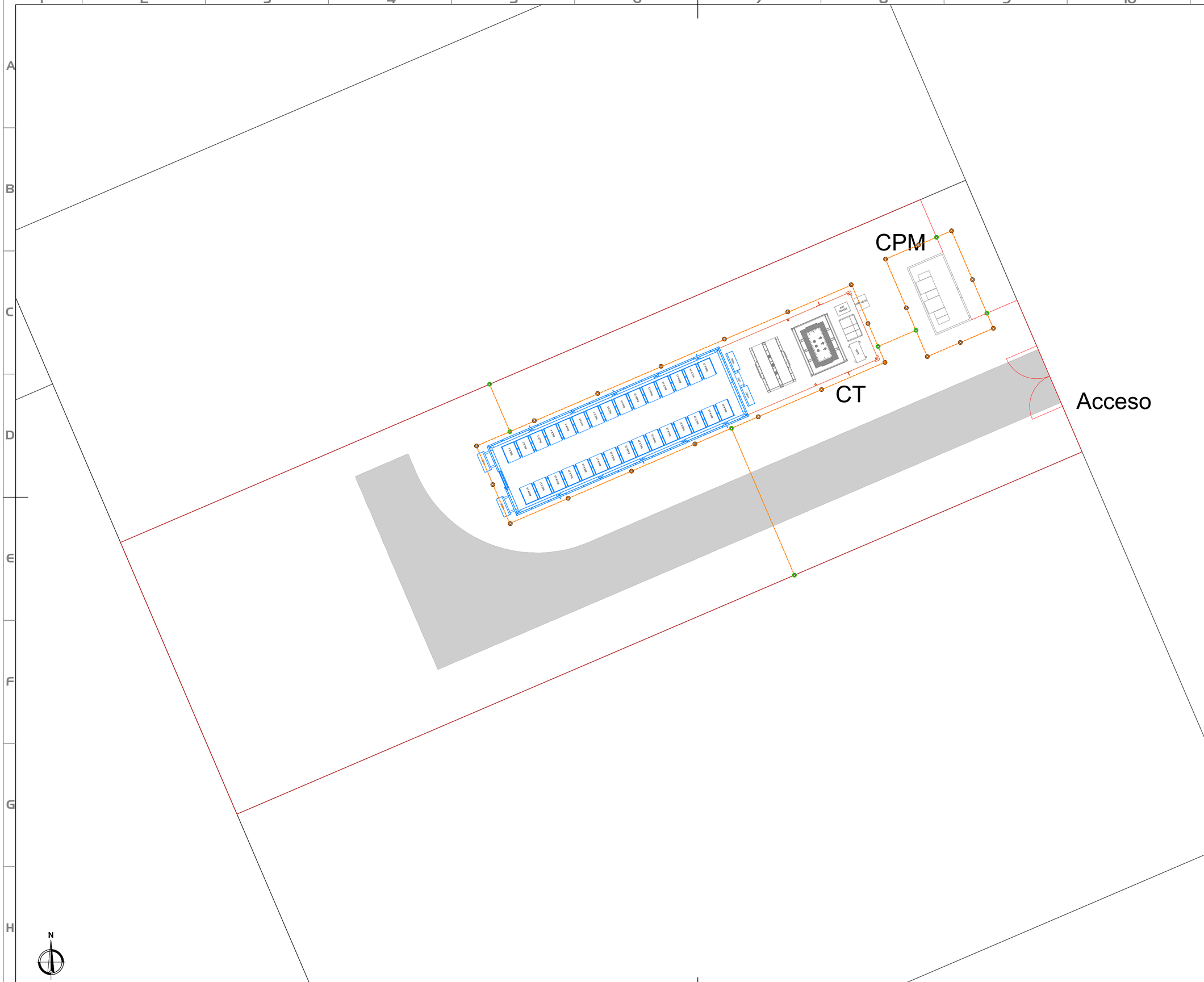
ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 09.3	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



LEYENDA

- VALLADO
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- ALMACENAMIENTO
- Puesta a tierra Cu 50mm²
- Punto de soldadura exotérmica
- Pica de puesta a tierra 2 m y Ø14 mm

PROYECTO
"BESS ALDEHUELA I_ST"
DE 5 MW Y 10 MWH
EN FUENLABRADA (MADRID)

LAYOUT PLANTA GENERAL PUESTA A TIERRA

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

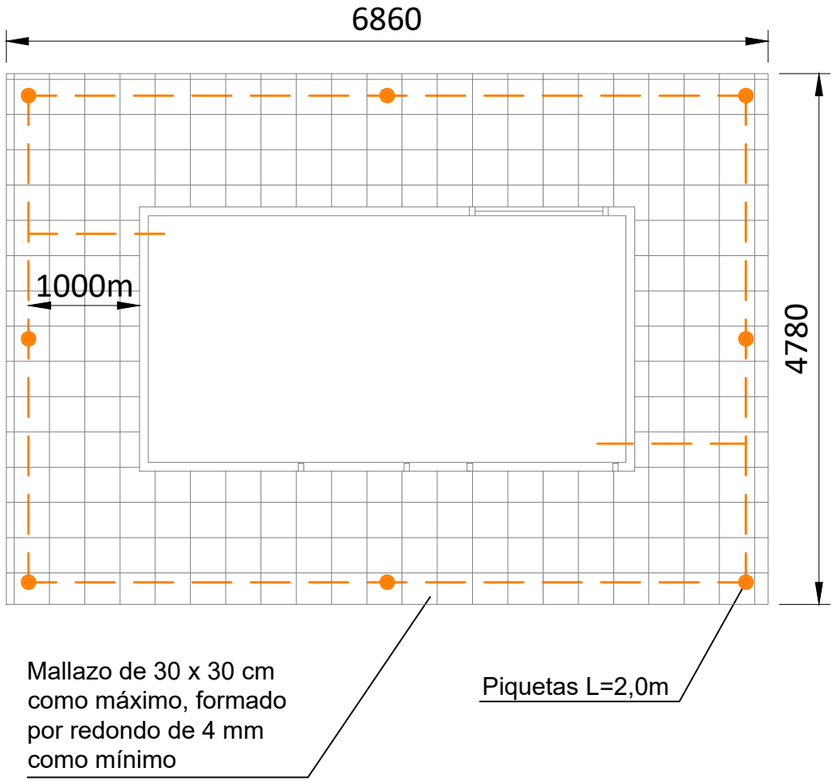
ENERGY FACTORY

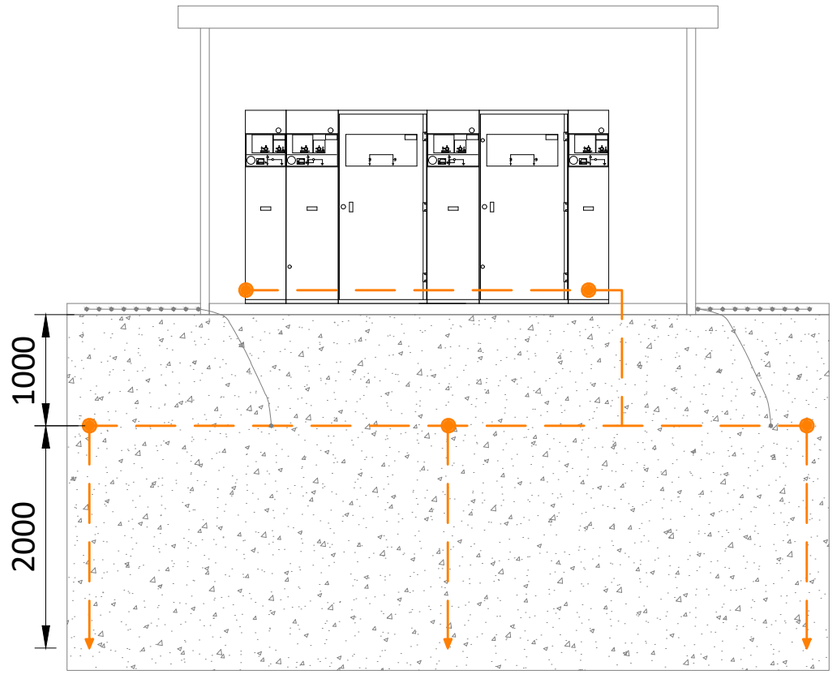
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 10	ESCALA: 1 / 150
	FORMATO: A2
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE





Conductor: Cu 50 mm²

PROYECTO "BESS HUMANES I_ST" DE 5 MW Y 10MWH EN HUMANES DE MADRID (MADRID)

PUESTA A TIERRA CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Nº EXPEDIENTE: 24_038

PROMOTOR: EFM SOLAR 28, S.L.

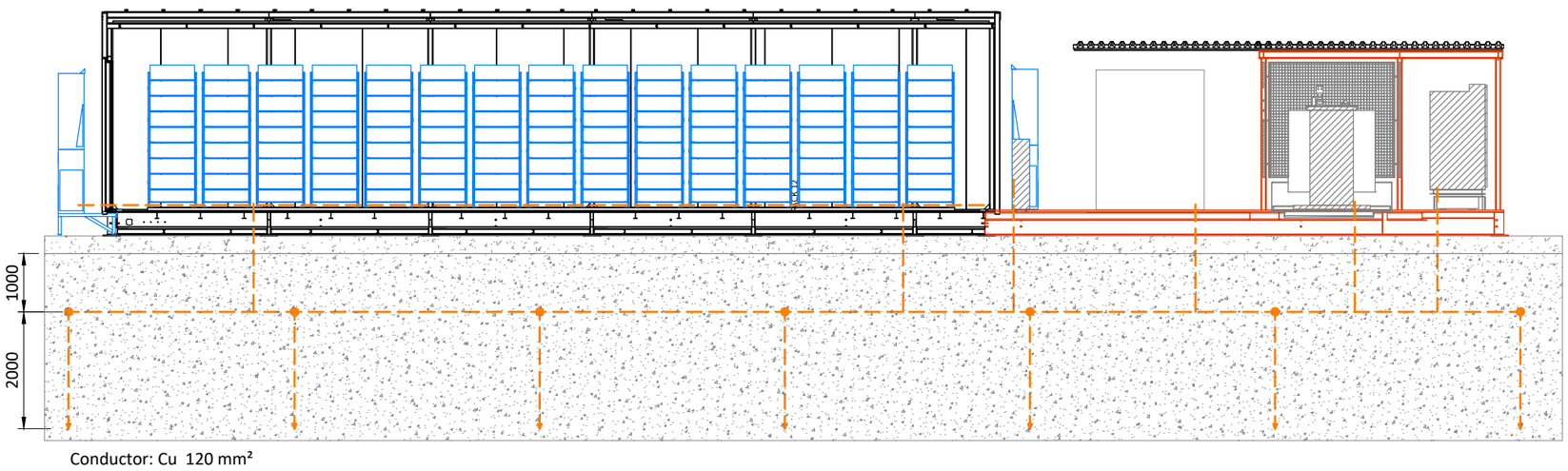
ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

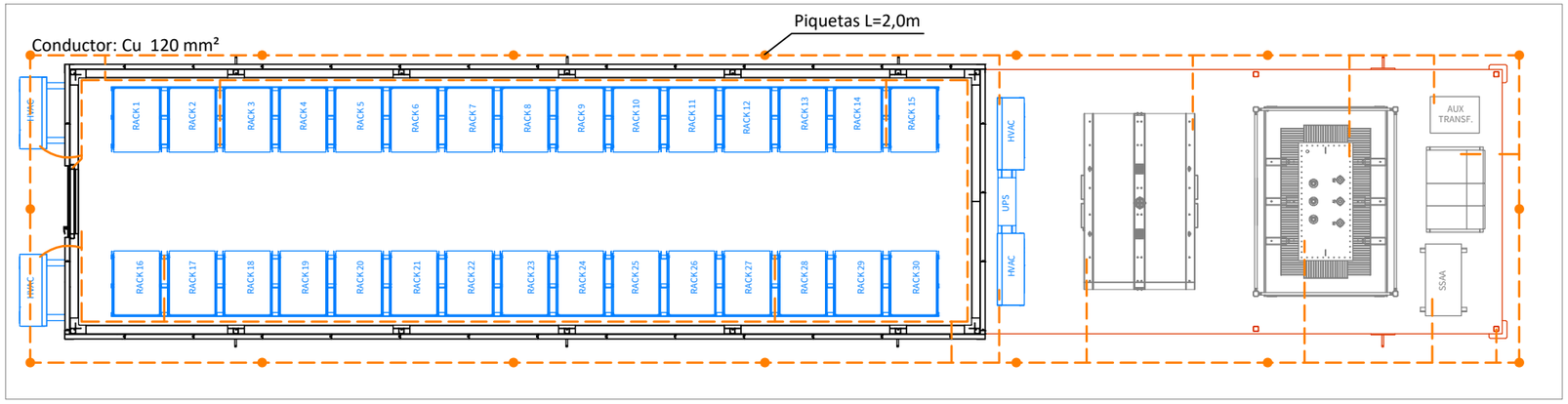
EMIN ENERGY®

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Diciembre 2025
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Diciembre 2025
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 10.1	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Dic. 2025
	HOJA 1 DE 2

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE



Conductor: Cu 120 mm²



PROYECTO "BESS HUMANES I_ST" DE 5 MW Y 10MWH EN HUMANES DE MADRID (MADRID)

PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y BESS

Nº EXPEDIENTE: 24_038

PROMOTOR: EFM SOLAR 28, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

EMIN ENERGY®

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Diciembre 2025
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Diciembre 2025

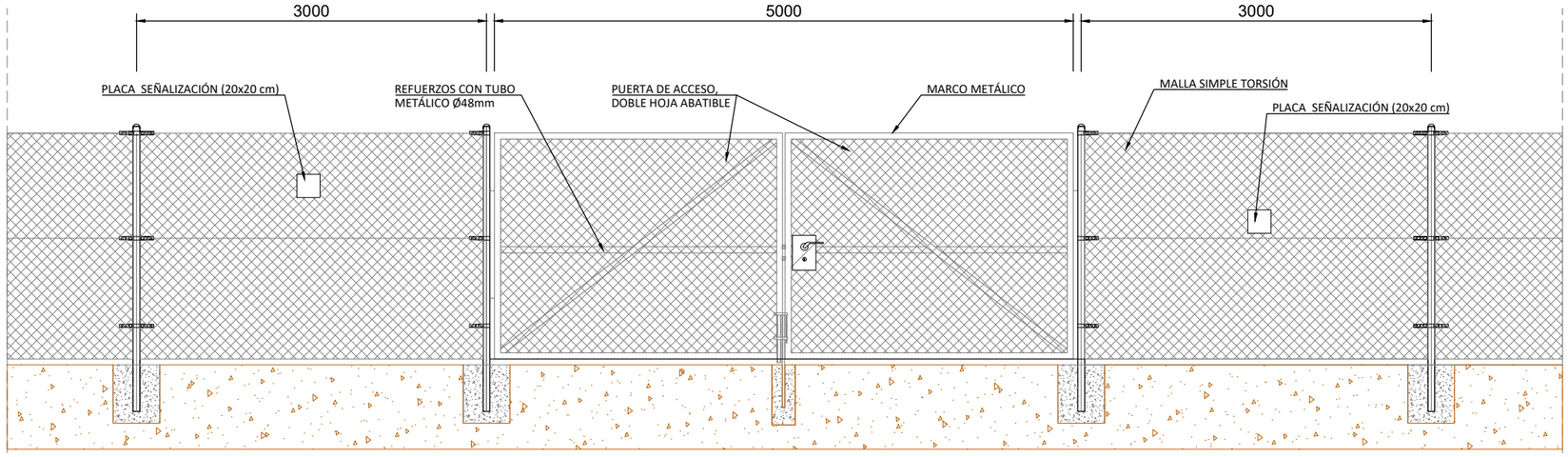
SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

Nº PLANO: 10.2	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Dic. 2025
	HOJA 2 DE 2

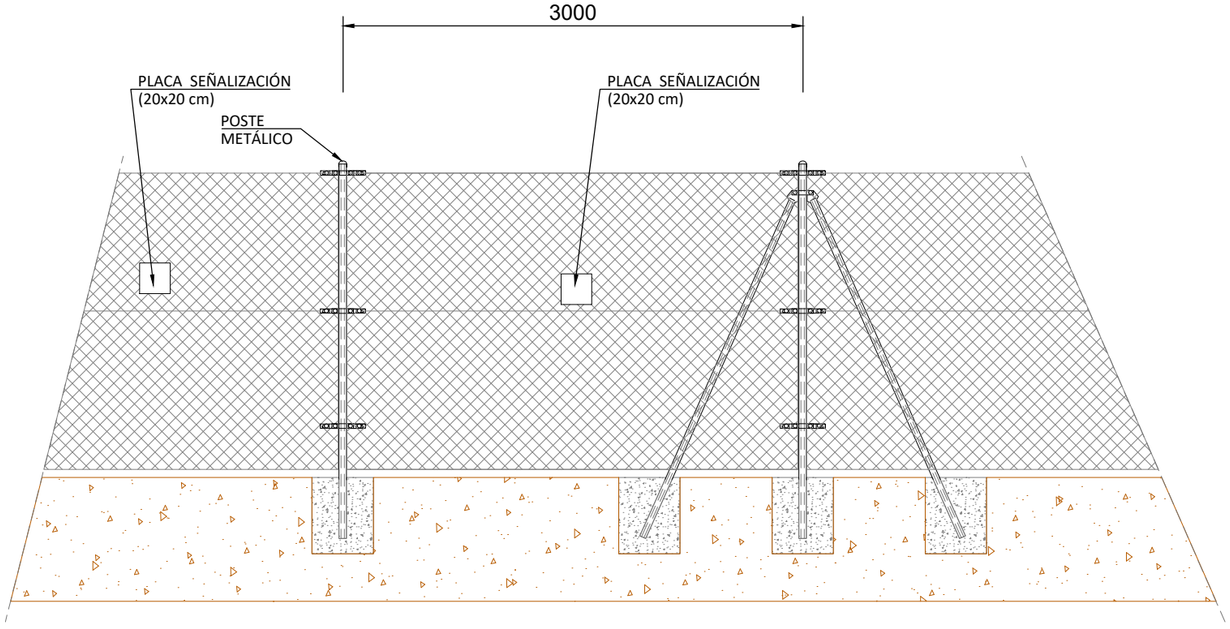
NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

VISTA FRONTAL VALLADO Y PUERTA DE ACCESO VEHÍCULOS Y PERSONAS

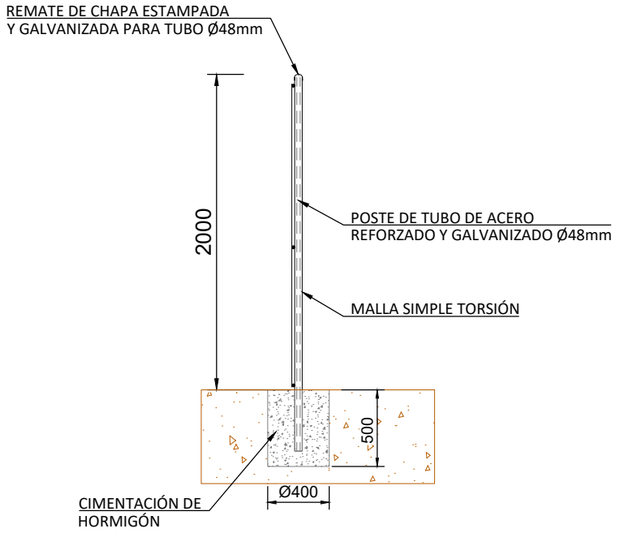


NOTA:
Las placas de señalización irán distribuidas al tresbolillo a lo largo del trazado del vallado.

ALZADO TIPO Y DETALLE DE REFUERZOS



PERFIL TIPO



PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLES DE VALLADO. HOJA 1

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

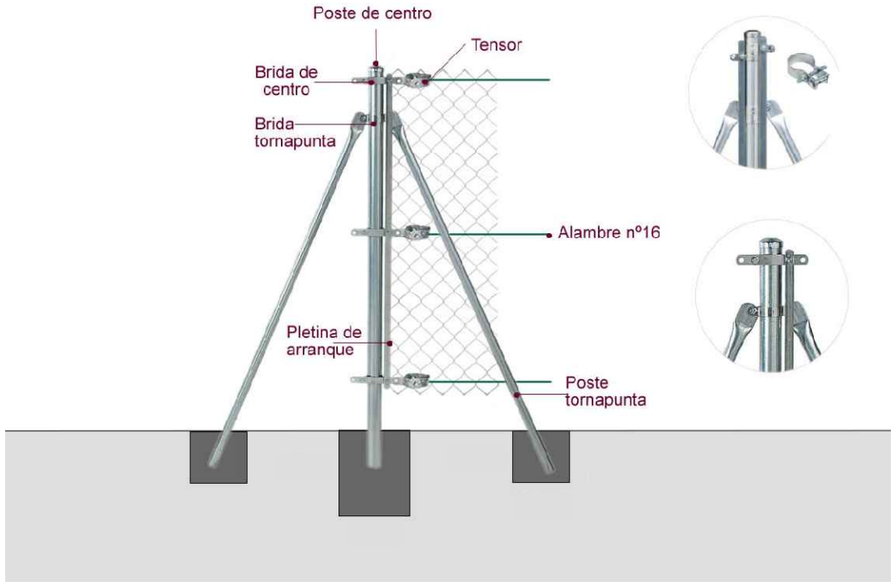
EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

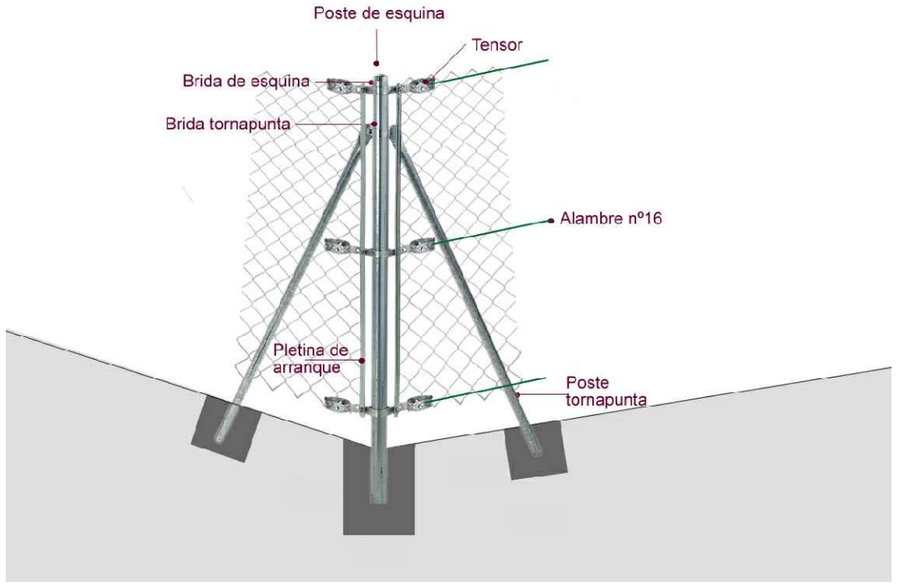
emin.energy

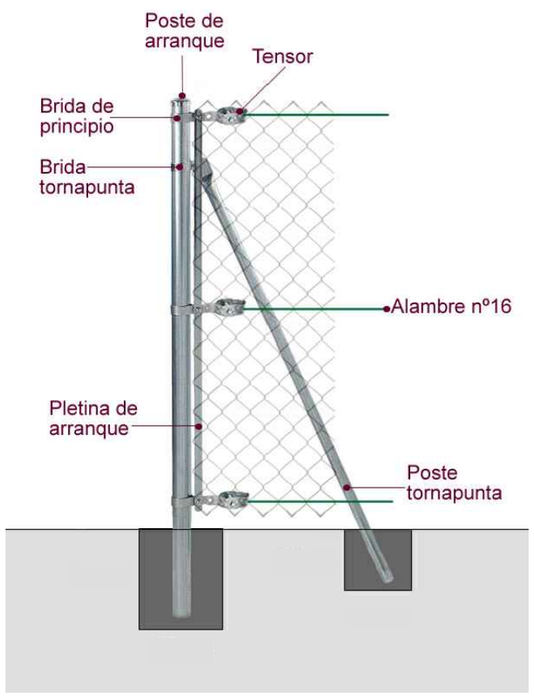
DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: II.1	ESCALA: S/E FORMATO: A3 Nº EDICIÓN: 01 FECHA: Junio 2026 HOJA 1 DE 2

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

DETALLES DE INSTALACIÓN







PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST" DE 5 MW Y 10 MWH EN FUENLABRADA (MADRID)

DETALLES DE VALLADO. HOJA 2

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

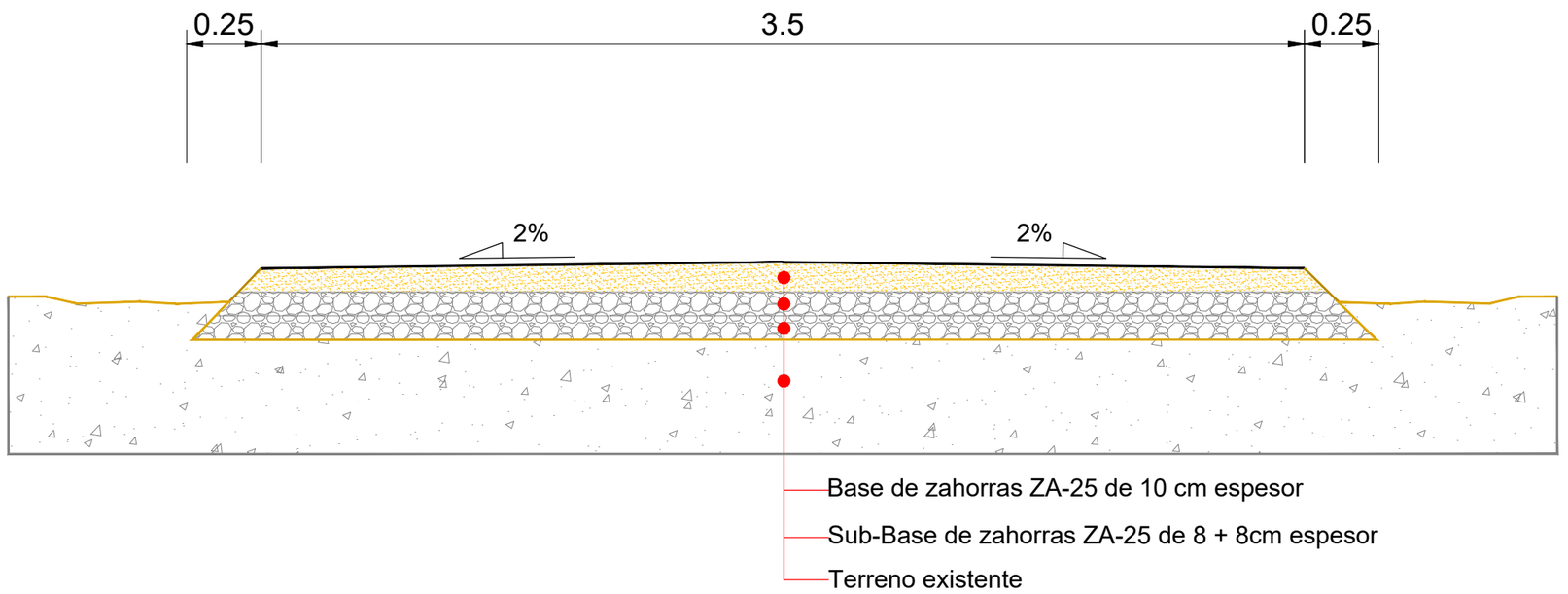
emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	

Nº PLANO: 11.2	ESCALA: S/E
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 2 DE 2

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

Sección tipo vial



PROYECTO
"BESS ALDEHUELA I_ST"
DE 5 MW Y 10 MWH
EN FUENLABRADA (MADRID)

SECCIÓN TIPO DE VIAL

Nº EXPEDIENTE: 25_051

PROMOTOR: EFM SOLAR 30, S.L.

ENERGY FACTORY

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

emin.energy

DIBUJADO POR:	Guillem Ortí, Mª Eugenia
FECHA:	Junio 2026
COMPROBADO POR:	ZAHONERO RUIZ, ÁNGEL Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Colegiado nº 31899 GARCÍA FITO, FÉLIX Ingeniero Técnio Industrial. Colegiado nº 8424
FECHA:	Junio 2026
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
Nº PLANO: 12	ESCALA: 1 / 20
	FORMATO: A3
	Nº EDICIÓN: 01
	FECHA: Junio 2026
	HOJA 1 DE 1

NORMALIZADO SEGÚN SERIE 1000 DE UNE

TRABAJO:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

DOCUMENTO: **III. Presupuesto**



ENERGY FACTORY

emin.energy

MEDICIONES

BESS ALDEHUELA 1_ST

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO IBESS PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5MW-10MWH						
	SUBCAPÍTULO BS01 ACTUACIONES PREVIAS						
E.MT.4001	m² DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO						
	Despeje y desbroce del terreno, incluso tala de árboles, arranque de tocones, retirada de cercas, carga y transporte a vertedero.						
	PARCELA	1	1.008,00			1.008,00	
							1.008,00
	SUBCAPÍTULO BS02 MOVIMIENTO TIERRAS Y CIMENTACIONES						
E.AF.5006	m³ ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA (25)						
	Zahorra artificial tipo ZA (25) extendida y compactada, incluso material, transporte, humectación y preparación del asiento.						
	Acceso interior	1	190,66		0,30	57,20	
							57,20
G2211101	M3 EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.BLANDO,M.MEC.,CARGA CAM.						
	EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO BLANDO, CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA SOBRE CAMIÓN						
	Acceso interior	1	190,66		0,20	38,13	
							38,13
E57569	m³ EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMENTACIONES						
	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.						
	Cimentación BESS y CT	1	26,00	6,60	0,40	68,64	
							68,64
P012354	u PLACA SEÑALIZACIÓN BLANCO MATE 20X20CM PARA PÁJAROS						
	Instalación de placa de plástico fabricado en poliestireno, de color blanco y acabado mate de dimensiones 20x20 cm para evitar la colisión de las aves. Se instalan en el vallado en los espacios entre apoyos, al menos una placa por vano.						
	RECINTO	1	50,00			50,00	
							50,00
E04N010	m3 HORMIGÓN EN MASA EN LIMPIEZA Y NIVELACIÓN HM-25/B/30/IIa						
	Hormigón en masa en recalces HM-20/B/40/IIa de resistencia característica a compresión 20 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condesaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, elaborado en central. Incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cimentación BESS y CT	1	26,00	6,60	0,10	17,16	
							17,16
E04LMM0401	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR EN ZAPATA HA-30/B/20/IIa VERTIDO MANUAL						
	Hormigón para armar HA-30/P/20/IIa elaborado en central, en losas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cimentación BESS y CT	1	26,00	6,60	0,30	51,48	
							51,48
E04AB0201	kg ACERO CORRUGADO B 500 S D16 c/25						
	Acero corrugado B 500 S, cortado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según Código Estuctural y CTE-SE-A. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cimentación BESS y CT	1	1.005,00			1.005,00	
							1.005,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	SUBCAPÍTULO BS03 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES						
	APARTADO IE04.1 ZANJAS BT/MT						
E.MT.1011	m³ EXCAVACION EN ZANJAS Y POZOS SIN CLASIFICAR						
	Excavación en zanjas y pozos en cualquier tipo de terreno, con retirada de productos a vertedero o lugar de uso, incluso entibación y agotamiento si fuera necesario y compactación de fondo de zanja.						
	EXCAVACIÓN LINEAS Y CANALIZACIONES	1	850,00	1,20	0,90	918,00	
							918,00
E.MT.2006	m³ ARENA PARA ASIENTO DE TUBERIAS						
	Arena para asiento de tuberías extendida en zanjas, colocada y nivelada..						
	EXCAVACIÓN LINEAS Y CANALIZACIONES	1	850,00	1,20	0,45	459,00	
							459,00
E.MT.2003	m³ RELLENO EN ZANJAS Y POZOS						
	Rellenos en zanjas y pozos con materiales de excavación o de préstamo, a base de suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación hasta la densidad fijada en Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.						
	TAPADO LINEAS Y CANALIZACIONES	1	850,00	1,20	0,45	459,00	
							459,00
E.SA.405	Ml CINTA DE SEÑALIZACIÓN ELÉCTRICA EN ZANJAS						
	Placa homologada de señalización de riesgo eléctrico						
	SEÑALIZACIÓN LINEAS ELÉCTRICAS	1	850,00			850,00	
							850,00
	APARTADO IE04.2 CANALIZACIONES						
TPC.PEC.90	Ml Tubo corrugado PE 90 (750Nm)						
	Canalización de tubo de PE corrugado con resistencia 750Nm, de 90mm de diámetro interior, totalmente instalado, incluso elementos auxiliares.						
	CANALIZACIÓN CC	1	420,00			420,00	
							420,00
TPC.PEC.160	Ml Tubo corrugado PE 160 (750Nm)						
	Canalización de tubo de PE corrugado con resistencia 750Nm, de 160mm de diámetro nominal, totalmente instalado, incluso elementos auxiliares.						
	TUBOS MT	1	3.000,00			3.000,00	
							3.000,00
PHD	Ml Perforacion horizontal dirigida						
							2,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	APARTADO IE04.3 CONDUCTORES BT/MT						
E.EL.3H406	m CONDUCTOR CC						
	Cable CERVIFLAM SOLAR 25 mm2 Cu, totalmente instalado, incluso conectores y elementos auxiliares.						
	Cable unipolar flexible y libe de halógenos para aplicaciones fotovoltaicas. La cubierta espeial es altamente resistente a la						
	abrasión y a las altas temperaturas, además es libre de halógenos, resistente al ozono y a los rayos ultravioleta. La cubierta						
	externa puede separarse del aislamiento interno para facilitar las operaciones de conexión.						
	Cable adecuado para aplicaciones en equipos con aislamiento de protección (Protección Clase II)						
	*CPR:						
	Cable apto para instalarse bajo los requerimientos de la normativa CPR (Construction Product Regulation (EU) N°305/2011)						
	de acuerdo con la clasificación (Euroclase) especificada en el presente documento.						
	R1.PCS1	1	64,00			64,00	
	R2.PCS1	1	60,00			60,00	
	R3.PCS1	1	56,00			56,00	
	R4.PCS1	1	52,00			52,00	
	R5.PCS1	1	48,00			48,00	
	R6.PCS1	1	44,00			44,00	
	R7.PCS1	1	40,00			40,00	
	R8.PCS1	1	36,00			36,00	
	R9.PCS1	1	32,00			32,00	
	R10.PCS1	1	28,00			28,00	
	R11.PCS1	1	24,00			24,00	
	R12.PCS1	1	20,00			20,00	
	R13.PCS1	1	16,00			16,00	
	R14.PCS1	1	12,00			12,00	
	R15.PCS1	1	8,00			8,00	
	DC PANEL -PCS1	1	320,00			320,00	
	R16.PCS2	1	64,00			64,00	
	R17.PCS2	1	60,00			60,00	
	R18.PCS2	1	56,00			56,00	
	R19.PCS2	1	52,00			52,00	
	R20.PCS2	1	48,00			48,00	
	R21.PCS2	1	44,00			44,00	
	R22.PCS2	1	40,00			40,00	
	R23.PCS2	1	36,00			36,00	
	R24.PCS2	1	32,00			32,00	
	R25.PCS2	1	28,00			28,00	
	R26.PCS2	1	24,00			24,00	
	R27.PCS2	1	20,00			20,00	
	R28.PCS2	1	16,00			16,00	
	R29.PCS2	1	12,00			12,00	
	R30.PCS2	1	8,00			8,00	
	DC PANEL -PCS2	1	320,00			320,00	
							1.720,00
IEP025	ml Cables Red de tierras						
	Red de tierras mallada con conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm² de sección, picas de puesta a tierra de 2 m de longitud y diámetro 14 mm, y uniones mediante puntos de conexión exotérmica.						
	RED TT GRAL	1	350,00			350,00	
	CT	1	50,00			50,00	
	CPM	1	60,00			60,00	
							460,00
EIP026	u Picas de red de tierras						
	Pica de acero cobreado de 2 m de longitud para toma de tierra, de diámetro 14 mm						
	PICAS TT GRAL	43				43,00	
	CT	15				15,00	
	CPM	10				10,00	
							68,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
D.MT.240	ml Cable AL HEPRZ1 12/20 KV - 1X240 mm².						
	Cable AL HEPRZ1 12/20 KV 12/20 kv 1x240mm2, totalmente instalado incluso parte proporcional de elementos auxiliares.						
	LSMT	3	1.193,75			3.581,25	
							3.581,25
D.BT.630	ml Cable AL XZ1 (S) - 1X630mm²						
	Cable AL XZ1 (S) 1x630mm2, totalmente instalado incluso parte proporcional de elementos auxiliares.						
	PCS1-CT	3	8,00	20,00		480,00	
	PCS2-CT	3	8,00	22,00		528,00	
							1.008,00
	SUBCAPÍTULO BS04 TRANSFORMADORES						
E.SA.40955	u SKID POWER ELECTRONICS TWIN SKID 5000 KVA						
							1,00
	SUBCAPÍTULO BS05 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO						
PISF071	Ud IQuord 5P_BESS-House - All-In-One						
	El IQuorda 5P BESS House All in One edificio metálico modular prefabricado para alojar un sistema de racks de baterías refrigeradas por líquido, con envolvente de panel sándwich de lana de roca y pasillo intermedio entre los racks, así como viga carril para la instalación y retirada de los módulos de batería, junto con una plataforma metálica tipo skid sobre la que se instala el Power-Train.						
							1,00
PIS7072	Ud IQuord - PCS2771						
	IQuord - iQ-PCS2771 de 2.771 kVA, El sistema de conversión de potencia (PCS) es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica almacenada en las baterías en forma de corriente continua a corriente alterna y viceversa, ejecutando el control adecuado para la carga y descarga de las baterías						
							2,00
PIS7073	Ud InMS uGrid Control Cabinet						
	InMS uGrid Control Cabinet						
							1,00
	SUBCAPÍTULO BS06 SEGURIDAD Y MONITORIZACIÓN						
D00030002	Ud CÁMARAS DE VIGILANCIA I/SOPORTE						
	CAMARAS VIGILANCIA	3				3,00	
							3,00
E02CMA090	m3 EXCAVACIÓN VACIADO C/MARTILLO ROMPEDOR ROCA BLANDA <2 m ACOPIO E						
	Excavación a cielo abierto en vaciado de hasta 2 m de profundidad en terrenos de roca blanda o disgregada, por medios mecánicos, con extracción de tierras sobre camión y acopio en el interior de la obra a una distancia menor de 150 m, ida y vuelta del vaciado. Incluida parte proporcional de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADV.						
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	0,90	0,90	0,70	3,40	
							3,40
E04N010	m3 HORMIGÓN EN MASA EN LIMPIEZA Y NIVELACIÓN HM-25/B/30/IIa						
	Hormigón en masa en recalces HM-20/B/40/IIa de resistencia característica a compresión 20 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condesaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, elaborado en central. Incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	0,90	0,90	0,10	0,49	
							0,49

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E04LMM040	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR EN ZAPATA HA-30/B/20/IIa VERTIDO MANUAL						
	Hormigón para armar HA-30/P/20/IIa elaborado en central, en losas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	0,90	0,90	0,60	2,92	
							2,92
E04AB020	kg ACERO CORRUGADO B 500 S						
	Acero corrugado B 500 S, cortado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según Código Estuctural y CTE-SE-A. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	167,00			1.002,00	
							1.002,00
E.SA.403	Ud MONOTORIZACIÓN DE LA PLANTA COMPLETA						
	Monotorización completa de la instalación, con datos de inversores, tensiones, Tª, fallos estado protecciones, analizadores de red, cuadros y baterias, con antena 4G y satélital; con todas las unidades y elementos de control de las condiciones meteorológicas y de producción de la planta según se describe en la memoria del proyecto, así como PPC (Plan Power Control) de la planta según detalles de SCADA aportados como anexo. Totalmente instalado y probado, incluso elementos auxiliares.						
	INSTALACIÓN	1				1,00	
							1,00
IEO010	m Tubo PVC 32D						
	Suministro e instalación enterrada de canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.						
		12	30,00			360,00	
							360,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	SUBCAPÍTULO BS07 VARIOS GENERALES OBRA						
P08	Ud TRABAJOS Y MEDIDAS SEGÚN PROYECTO						
	Realización de los trabajos y medidas relacionados con los siguientes conceptos: -Seguridad y salud. -Gestión de residuos. -Control de Calidad durante la ejecución y puesta en marcha de las instalaciones y sus infraestructuras. -Medidas de Protección contra Incendios. así como de otros trabajos de carácter general que apliquen y se detallan en la documentación del proyecto.						
							1,00
	SUBCAPÍTULO ISF08 CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA **APARTADO CS06.1 Obra Civil**						
011	Ud Edificio						
	Edificio						
							1,00
	APARTADO CS06.2 Equipo de Media Tensión						
021	Ud Entrada / Salida 1: cgcosmos-l						
	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 630A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 365mm / 735mm / 1740 mm · Mando: Manual tipo BM						
							2,00
022	Ud Protección General: cgcosmos-v						
	Protección General Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 470mm / 735mm / 1740 mm						
							2,00
023	Ud Celda Medida: cgcosmos-m						
	Celda de Medida: · Tensión asignada: 24 kV - Características físicas: · Ancho: 800 mm · Fondo: 1025 mm · Alto: 1740 mm · Peso: 165 kg Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI						
							2,00
024	Ud Puentes MT a Protección General: Cables MT 12/20 kV						
	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kVCables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kVCables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.						
							1,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	APARTADO CS06.3 Equipo de Baja Tensión						
041	Ud Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 1x240 Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud. Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 1x240 Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.						1,00
042	Ud Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con Interruptor en carga + 1 salida con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadro de BT UNESA, con Interruptor en carga + 1 salida con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con 420 V en vac\u237?o (B2) salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. (*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. (*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:* Interruptor manual de corte en carga de 160 A.* Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 1 Salida* Tensión nominal: 440 V* Aislamiento: 10 kV* Dimensiones: Alto: 730 mm * Ancho: 360 mm * Fondo: 265 mm* Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:* Interruptor automático de 160 A.* Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 1 Salida* Tensión nominal: 440 V* Aislamiento: 10 kV * Dimensiones: Alto: 730 mm* Ancho: 360 mm * Fondo: 265 mm*						1,00
043	Ud Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida Equipo de Medida de Energía: Equipo de medidaContador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico, regleta de verificación y módem.Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida-Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.						1,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	APARTADO CS06.4 Red de Tierras						
051	Ud Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tie						
	: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm2, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.						
							1,00
054	Ud Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tie						
	: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm2, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.						
							1,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	APARTADO CS06.5 Varios						
061	Ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación						
	: Equipo de iluminación						
							1,00
062	Ud Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra						
	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobraEquipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:: Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:						
							1,00
063	Ud Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de Te						
	Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de TelemandoControlador de Celdas Progamable CCP, con los elementos descritos en la Memoria, incluyéndose el programa de control, conexionado y pruebas de funcionamiento.						
							1,00
064	Ud Equipo de Telegestión: ekor.gid - Gestor Inteligente Distribució						
							1,00
065	Ud Defensa de Transformador 1: Protección física transformador						
	Defensa de Transformador 1: Protección física transformador:						
							1,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO IBESS PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5MW-10MWH								
	SUBCAPÍTULO BS01 ACTUACIONES PREVIAS								
E.MT.4001	m² DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO								
	Despeje y desbroce del terreno, incluso tala de árboles, arranque de tocones, retirada de cercas, carga y transporte a vertedero.								
	PARCELA	1	1.008,00			1.008,00			
							1.008,00	1,61	1.622,88
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS01 ACTUACIONES PREVIAS								1.622,88
	SUBCAPÍTULO BS02 MOVIMIENTO TIERRAS Y CIMENTACIONES								
E.AF.5006	m³ ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA (25)								
	Zahorra artificial tipo ZA (25) extendida y compactada, incluso material, transporte, humectación y preparación del asiento.								
	Acceso interior	1	190,66		0,30	57,20			
							57,20	49,31	2.820,53
G2211101	M3 EXCAVACIÓN DESMONTE TERR.BLANDO,M.MEC.,CARGA CAM.								
	EXCAVACIÓN EN ZONA DE DESMONTE, DE TERRENO BLANDO, CON MEDIOS MECÁNICOS Y CARGA SOBRE CAMIÓN								
	Acceso interior	1	190,66		0,20	38,13			
							38,13	21,30	812,17
E57569	m³ EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CIMENTACIONES								
	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.								
	Cimentación BESS y CT	1	26,00	6,60	0,40	68,64			
							68,64	35,62	2.444,96
P012354	u PLACA SEÑALIZACIÓN BLANCO MATE 20X20CM PARA PÁJAROS								
	Instalación de placa de plástico fabricado en poliestireno, de color blanco y acabado mate de dimensiones 20x20 cm para evitar la colisión de las aves. Se instalan en el vallado en los espacios entre apoyos, al menos una placa por vano.								
	RECINTO	1	50,00			50,00			
							50,00	2,26	113,00
E04N010	m3 HORMIGÓN EN MASA EN LIMPIEZA Y NIVELACIÓN HM-25/B/30/IIa								
	Hormigón en masa en recalces HM-20/B/40/IIa de resistencia característica a compresión 20 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condesaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, elaborado en central. Incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.								
	Cimentación BESS y CT	1	26,00	6,60	0,10	17,16			
							17,16	135,45	2.324,32
E04LMM0401	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR EN ZAPATA HA-30/B/20/IIa VERTIDO MANUAL								
	Hormigón para armar HA-30/P/20/IIa elaborado en central, en losas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.								
	Cimentación BESS y CT	1	26,00	6,60	0,30	51,48			
							51,48	146,44	7.538,73
E04AB0201	kg ACERO CORRUGADO B 500 S D16 c/25								
	Acero corrugado B 500 S, cortado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según Código Estuctural y CTE-SE-A. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.								
	Cimentación BESS y CT	1	1.005,00			1.005,00			
							1.005,00	1,47	1.477,35
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS02 MOVIMIENTO TIERRAS Y CIMENTACIONES								17.531,06

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO BS03 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES								
	APARTADO IE04.1 ZANJAS BT/MT								
E.MT.1011	m³ EXCAVACION EN ZANJAS Y POZOS SIN CLASIFICAR								
	Excavación en zanjas y pozos en cualquier tipo de terreno, con retirada de productos a vertedero o lugar de uso, incluso entibación y agotamiento si fuera necesario y compactación de fondo de zanja.								
	EXCAVACIÓN LINEAS Y CANALIZACIONES	1	850,00	1,20	0,90	918,00			
							918,00	5,01	4.599,18
E.MT.2006	m³ ARENA PARA ASIENTO DE TUBERIAS								
	Arena para asiento de tuberías extendida en zanjas, colocada y nivelada..								
	EXCAVACIÓN LINEAS Y CANALIZACIONES	1	850,00	1,20	0,45	459,00			
							459,00	19,02	8.730,18
E.MT.2003	m³ RELLENO EN ZANJAS Y POZOS								
	Rellenos en zanjas y pozos con materiales de excavación o de préstamo, a base de suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación hasta la densidad fijada en Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.								
	TAPADO LINEAS Y CANALIZACIONES	1	850,00	1,20	0,45	459,00			
							459,00	3,98	1.826,82
E.SA.405	Ml CINTA DE SEÑALIZACIÓN ELÉCTRICA EN ZANJAS								
	Placa homologada de señalización de riesgo eléctrico								
	SEÑALIZACIÓN LINEAS ELÉCTRICAS	1	850,00			850,00			
							850,00	3,14	2.669,00
	TOTAL APARTADO IE04.1 ZANJAS BT/MT.....								17.825,18
	APARTADO IE04.2 CANALIZACIONES								
TPC.PEC.90	Ml Tubo corrugado PE 90 (750Nm)								
	Canalización de tubo de PE corrugado con resistencia 750Nm, de 90mm de diámetro interior, totalmente instalado, incluso elementos auxiliares.								
	CANALIZACIÓN CC	1	420,00			420,00			
							420,00	2,63	1.104,60
TPC.PEC.160	Ml Tubo corrugado PE 160 (750Nm)								
	Canalización de tubo de PE corrugado con resistencia 750Nm, de 160mm de diámetro nominal, totalmente instalado, incluso elementos auxiliares.								
	TUBOS MT	1	3.000,00			3.000,00			
							3.000,00	5,13	15.390,00
PHD	Ml Perforacion horizontal dirigida								
	Medición					2,00			
							2,00	46.868,95	93.737,90
	TOTAL APARTADO IE04.2 CANALIZACIONES.....								110.232,50

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO IE04.3 CONDUCTORES BT/MT								
E.EL.3H406	m CONDUCTOR CC								
	Cable CERVIFLAM SOLAR 25 mm2 Cu, totalmente instalado, incluso conectores y elementos auxiliares.								
	Cable unipolar flexible y libe de halógenos para aplicaciones fotovoltaicas. La cubierta espeial es altamente resistente a la								
	abrasión y a las altas temperaturas, además es libre de halógenos, resistente al ozono y a los rayos ultravioleta. La cubierta								
	externa puede separarse del aislamiento interno para facilitar las operaciones de conexión.								
	Cable adecuado para aplicaciones en equipos con aislamiento de protección (Protección Clase II)								
	*CPR:								
	Cable apto para instalarse bajo los requerimientos de la normativa CPR (Construction Product Regulation (EU) N°305/2011)								
	de acuerdo con la clasificación (Euroclase) especificada en el presente documento.								
	R1.PCS1	1	64,00			64,00			
	R2.PCS1	1	60,00			60,00			
	R3.PCS1	1	56,00			56,00			
	R4.PCS1	1	52,00			52,00			
	R5.PCS1	1	48,00			48,00			
	R6.PCS1	1	44,00			44,00			
	R7.PCS1	1	40,00			40,00			
	R8.PCS1	1	36,00			36,00			
	R9.PCS1	1	32,00			32,00			
	R10.PCS1	1	28,00			28,00			
	R11.PCS1	1	24,00			24,00			
	R12.PCS1	1	20,00			20,00			
	R13.PCS1	1	16,00			16,00			
	R14.PCS1	1	12,00			12,00			
	R15.PCS1	1	8,00			8,00			
	DC PANEL -PCS1	1	320,00			320,00			
	R16.PCS2	1	64,00			64,00			
	R17.PCS2	1	60,00			60,00			
	R18.PCS2	1	56,00			56,00			
	R19.PCS2	1	52,00			52,00			
	R20.PCS2	1	48,00			48,00			
	R21.PCS2	1	44,00			44,00			
	R22.PCS2	1	40,00			40,00			
	R23.PCS2	1	36,00			36,00			
	R24.PCS2	1	32,00			32,00			
	R25.PCS2	1	28,00			28,00			
	R26.PCS2	1	24,00			24,00			
	R27.PCS2	1	20,00			20,00			
	R28.PCS2	1	16,00			16,00			
	R29.PCS2	1	12,00			12,00			
	R30.PCS2	1	8,00			8,00			
	DC PANEL -PCS2	1	320,00			320,00			
							1.720,00	15,10	25.972,00
IEP025	ml Cables Red de tierras								
	Red de tierras mallada con conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm² de sección, picas de puesta a tierra de 2 m de longitud y diámetro 14 mm, y uniones mediante puntos de conexión exotérmica.								
	RED TT GRAL	1	350,00			350,00			
	CT	1	50,00			50,00			
	CPM	1	60,00			60,00			
							460,00	22,72	10.451,20
EIP026	u Picas de red de tierras								
	Pica de acero cobreado de 2 m de longitud para toma de tierra, de diámetro 14 mm								
	PICAS TT GRAL	43				43,00			
	CT	15				15,00			
	CPM	10				10,00			
							68,00	27,65	1.880,20

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D.MT.240	ml Cable AL HEPRZ1 12/20 KV - 1X240 mm².								
	Cable AL HEPRZ1 12/20 KV 12/20 kv 1x240mm2, totalmente instalado incluso parte proporcional de elementos auxiliares.								
	LSMT	3	1.193,75			3.581,25			
							3.581,25	20,42	73.129,13
D.BT.630	ml Cable AL XZ1 (S) - 1X630mm²								
	Cable AL XZ1 (S) 1x630mm2, totalmente instalado incluso parte proporcional de elementos auxiliares.								
	PCS1-CT	3	8,00	20,00		480,00			
	PCS2-CT	3	8,00	22,00		528,00			
							1.008,00	23,54	23.728,32
	TOTAL APARTADO IE04.3 CONDUCTORES BT/MT								135.160,85
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS03 INSTALACIONES ELÉCTRICAS								263.218,53
	SUBCAPÍTULO BS04 TRANSFORMADORES								
E.SA.40955	u SKID POWER ELECTRONICS TWIN SKID 5000 KVA								
	Medición					1,00			
							1,00	570.194,22	570.194,22
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS04 TRANSFORMADORES								570.194,22
	SUBCAPÍTULO BS05 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO								
PISF071	Ud IQuord 5P_BESS-House - All-In-One								
	El IQuorda 5P BESS House All in One edificio metálico modular prefabricado para alojar un sistema de racks de baterías refrigeradas por líquido, con envolvente de panel sándwich de lana de roca y pasillo intermedio entre los racks, así como viga carril para la instalación y retirada de los módulos de batería, junto con una plataforma metálica tipo skid sobre la que se instala el Power-Train.								
	Medición					1,00			
							1,00	1.717.785,91	1.717.785,91
PIS7072	Ud IQuord - PCS2771								
	IQuord - iQ-PCS2771 de 2.771 kVA, El sistema de conversión de potencia (PCS) es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica almacenada en las baterías en forma de corriente continua a corriente alterna y viceversa, ejecutando el control adecuado para la carga y descarga de las baterías								
	Medición					2,00			
							2,00	100.433,46	200.866,92
PIS7073	Ud InMS uGrid Control Cabinet								
	InMS uGrid Control Cabinet								
	Medición					1,00			
							1,00	9.000,00	9.000,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS05 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO								1.927.652,83

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO BS06 SEGURIDAD Y MONITORIZACIÓN								
D00030002	Ud CÁMARAS DE VIGILANCIA I/SOPORTE								
	CAMARAS VIGILANCIA	3				3,00			
							3,00	1.312,33	3.936,99
E02CMA090	m3 EXCAVACIÓN VACIADO C/MARTILLO ROMPEDOR ROCA BLANDA <2 m ACOPIO E								
	Excavación a cielo abierto en vaciado de hasta 2 m de profundidad en terrenos de roca blanda o disgregada, por medios mecánicos, con extracción de tierras sobre camión y acopio en el interior de la obra a una distancia menor de 150 m, ida y vuelta del vaciado. Incluida parte proporcional de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADV.								
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	0,90	0,90	0,70	3,40			
							3,40	36,34	123,56
E04N010	m3 HORMIGÓN EN MASA EN LIMPIEZA Y NIVELACIÓN HM-25/B/30/IIa								
	Hormigón en masa en recalces HM-20/B/40/IIa de resistencia característica a compresión 20 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condesaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, elaborado en central. Incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.								
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	0,90	0,90	0,10	0,49			
							0,49	135,45	66,37
E04LMM040	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR EN ZAPATA HA-30/B/20/IIa VERTIDO MANUAL								
	Hormigón para armar HA-30/P/20/IIa elaborado en central, en losas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.								
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	0,90	0,90	0,60	2,92			
							2,92	146,44	427,60
E04AB020	kg ACERO CORRUGADO B 500 S								
	Acero corrugado B 500 S, cortado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según Código Estuctural y CTE-SE-A. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.								
	Cimentación POSTES CAMARAS	6	167,00			1.002,00			
							1.002,00	1,47	1.472,94
E.SA.403	Ud MONOTORIZACIÓN DE LA PLANTA COMPLETA								
	Monotorización completa de la instalación, con datos de inversores, tensiones, Tª, fallos estado protecciones, analizadores de red, cuadros y baterias, con antena 4G y satélital; con todas las unidades y elementos de control de las condiciones meteorológicas y de producción de la planta según se describe en la memoria del proyecto, así como PPC (Plan Power Control) de la planta según detalles de SCADA aportados como anexo. Totalmente instalado y probado, incluso elementos auxiliares.								
	INSTALACIÓN	1				1,00			
							1,00	26.402,15	26.402,15

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEO010	m Tubo PVC 32D								
	Suministro e instalación enterrada de canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización.								
	Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena.								
	Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.								
	Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
	Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.								
		12	30,00			360,00			
							360,00	5,75	2.070,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS06 SEGURIDAD Y								34.499,61
	SUBCAPÍTULO BS07 VARIOS GENERALES OBRA								
P08	Ud TRABAJOS Y MEDIDAS SEGÚN PROYECTO								
	Realización de los trabajos y medidas relacionados con los siguientes conceptos: -Seguridad y salud. -Gestión de residuos. -Control de Calidad durante la ejecución y puesta en marcha de las instalaciones y sus infraestructuras. -Medidas de Protección contra Incendios. así como de otros trabajos de carácter general que apliquen y se detallan en la documentación del proyecto.								
	Medición					1,00			
							1,00	52.870,86	52.870,86
	TOTAL SUBCAPÍTULO BS07 VARIOS GENERALES OBRA.....								52.870,86
	SUBCAPÍTULO ISF08 CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA APARTADO CS06.1 Obra Civil								
011	Ud Edificio								
	Edificio								
	Medición					1,00			
							1,00	12.668,01	12.668,01
	TOTAL APARTADO CS06.1 Obra Civil.....								12.668,01

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO CS06.2 Equipo de Media Tensión								
021	Ud Entrada / Salida 1: cgcosmos-l								
	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 630A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 365mm / 735mm / 1740 mm · Mando: Manual tipo BM								
	Medición					2,00			
							2,00	6.360,79	12.721,58
022	Ud Protección General: cgcosmos-v								
	Protección General Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 470mm / 735mm / 1740 mm								
	Medición					2,00			
							2,00	7.699,90	15.399,80
023	Ud Celda Medida: cgcosmos-m								
	Celda de Medida: · Tensión asignada: 24 kV - Características físicas: · Ancho: 800 mm · Fondo: 1025 mm · Alto: 1740 mm · Peso: 165 kg Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI								
	Medición					2,00			
							2,00	4.836,88	9.673,76
024	Ud Puentes MT a Protección General: Cables MT 12/20 kV								
	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kVCables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kVCables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.								
	Medición					1,00			
							1,00	1.573,46	1.573,46
	TOTAL APARTADO CS06.2 Equipo de Media Tensión								39.368,60

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO CS06.3 Equipo de Baja Tensión								
041	Ud Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro								
	Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 1x240 Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud. Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 1x240 Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.								
	~C								
	Medición					1,00			
							1,00	1.205,20	1.205,20
042	Ud Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles								
	Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con Interruptor en carga + 1 salida con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadro de BT UNESA, con Interruptor en carga + 1 salida con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con 420 V en vac\u237?o (B2) salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. : Cuadro de BT UNESA, con salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria. : Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. (*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria. (*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:* Interruptor manual de corte en carga de 160 A.* Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 1 Salida* Tensión nominal: 440 V* Aislamiento: 10 kV* Dimensiones: Alto: 730 mm * Ancho: 360 mm * Fondo: 265 mm* Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + FusiblesCuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:* Interruptor automático de 160 A.* Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 1 Salida* Tensión nominal: 440 V* Aislamiento: 10 kV * Dimensiones: Alto: 730 mm* Ancho: 360 mm * Fondo: 265 mm*								
	~C								
	Medición					1,00			
							1,00	606,62	606,62

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
043	Ud Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida								
	Equipo de Medida de Energía: Equipo de medidaContador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico, regleta de verificación y módem.Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida-Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.								
	~C								
	Medición					1,00			
							1,00	3.791,03	3.791,03
	TOTAL APARTADO CS06.3 Equipo de Baja Tensión								5.602,85
	APARTADO CS06.4 Red de Tierras								
051	Ud Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tie								
	: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm2, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.								
	Medición					1,00			
							1,00	1.238,68	1.238,68

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
054	Ud Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tie								
	: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm2, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.1.Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierrasInstalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.(*) Precio incluido en la partida del apartado 4.1.2.								
	Medición					1,00			
							1,00	1.238,68	1.238,68
	TOTAL APARTADO CS06.4 Red de Tierras.....								2.477,36
	APARTADO CS06.5 Varios								
061	Ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación								
	: Equipo de iluminación								
	Medición					1,00			
							1,00	803,47	803,47
062	Ud Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra								
	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobraEquipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:: Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:								
	Medición					1,00			
							1,00	736,51	736,51
063	Ud Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de Te								
	Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de TelemandoControlador de Celdas Progamable CCP, con los elementos descritos en la Memoria, incluyéndose el programa de control, conexionado y pruebas de funcionamiento.								
	Medición					1,00			
							1,00	14.060,68	14.060,68
064	Ud Equipo de Telegestión: ekor.gid - Gestor Inteligente Distribució								
	Medición					1,00			
							1,00	2.330,06	2.330,06
065	Ud Defensa de Transformador 1: Protección física transformador								
	Defensa de Transformador 1: Protección física transformador:								
	Medición					1,00			

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							1,00	378,97	378,97
	TOTAL APARTADO CS06.5 Varios.....								18.309,69
	TOTAL SUBCAPÍTULO ISF08 CENTRO DE PROTECCIÓN Y								78.426,51
	TOTAL CAPÍTULO IBESS PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5MW-10MWH								2.946.016,50
	TOTAL								2.946.016,50

RESUMEN DE PRESUPUESTO

BESS ALDEHUELA 1_ST

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
IBESS	PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST" DE 5MW-10MWH		2.946.016,50	100,00
-BS01	-ACTUACIONES PREVIAS	1.622,88		
-BS02	-MOVIMIENTO TIERRAS Y CIMENTACIONES	17.531,06		
-BS03	-INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES	263.218,53		
--IE04.1	--ZANJAS BT/MT	17.825,18		
--IE04.2	--CANALIZACIONES	110.232,50		
--IE04.3	--CONDUCTORES BT/MT	135.160,85		
-BS04	-TRANSFORMADORES	570.194,22		
-BS05	-SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	1.927.652,83		
-BS06	-SEGURIDAD Y MONITORIZACIÓN	34.499,61		
-BS07	-VARIOS GENERALES OBRA	52.870,86		
-ISF08	-CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	78.426,51		
--CS06.1	--Obra Civil	12.668,01		
--CS06.2	--Equipo de Media Tensión	39.368,60		
--CS06.3	--Equipo de Baja Tensión	5.602,85		
--CS06.4	--Red de Tierras	2.477,36		
--CS06.5	--Varios	18.309,69		
		TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		2.946.016,50
	21,00% I.V.A.	618.663,47		618.663,47
		TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		3.564.679,97
		TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		3.564.679,97

Asciende el presupuesto de ejecución material (PEM) a la expresada cantidad de DOS MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL DIECISÉIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRES MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

TRABAJO:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

DOCUMENTO: **IV. Pliego de condiciones técnicas**



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

ÍNDICE 2

1. OBJETO DEL PLIEGO 5

1.1. ALCANCE 5

2. CONDICIONES GENERALES 5

2.1. REPRESENTANTE DE PROPIEDAD Y CONTRATISTA 6

2.1.1. Propiedad 6

2.1.2. Dirección Facultativa de la Obra 6

2.1.3. Contratista 7

2.2. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 8

2.3. SEGURIDAD EN LA OBRA 9

2.4. PRESENCIA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA 9

2.5. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE 9

2.6. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE DOCUMENTACIÓN 10

2.7. RECLAMACIONES CONTRA ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA 10

2.8. FALTAS DE PERSONAL 11

2.9. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS 11

2.10. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS 11

2.10.1. Caminos y Accesos 11

2.10.2. Replanteo 12

2.10.3. Comienzo de la Obra y Ritmo de Ejecución de los Trabajos 12

2.10.4. Orden de Ejecución de los Trabajos 12

2.10.5. Facilidades para Otros Contratistas 13

2.10.6. Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor 13

2.10.7. Prórroga por Causas de Fuerza Mayor 13

2.10.8. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra 13

2.10.9. Trabajos Defectuosos 14

2.10.10. Vicios Ocultos 14

2.10.11. Procedencia de Equipos y Materiales 14

2.10.12. Materiales No Utilizables 15

2.10.13. Limpieza de las Obras 15

2.10.14. Documentación Final de Obra 15

2.11. GARANTÍAS, PLAZOS Y FIANZAS 15

2.11.1. Conservación del Proyecto durante el Plazo de Garantía 16

2.11.2. Recepción Definitiva del Proyecto 16

2.11.3. Prórroga del Plazo de Garantía 16

2.12. RESOLUCIÓN DEL CONTRATO 17

3. CONDICIONES ECONÓMICAS 17
3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS 17
3.2. PRECIO DE CONTRATA 19
3.3. PRECIOS CONTRADICTORIAS 19
3.4. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS 19
3.5. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS 20
3.6. ACOPIO DE MATERIALES 20
3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA POR RENDIMIENTO 20
3.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES 21
3.9. ABONO DE TRABAJOS DE PARTIDAS ALZADAS 22
3.10. PAGOS 22
3.11. INDEMNIZACIÓN POR RETRASOS NO JUSTIFICADOS 22
3.12. DEMORA DE LOS PAGOS 23
3.13. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA 23
3.14. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS ACEPTABLES 23
3.15. SEGURO DEL PROYECTO 24
3.16. CONSERVACIÓN DE LA OBRA 24
3.17. BIENES DE LA PROPIEDAD USADOS POR EL CONTRATISTA 25
3.18. CONTRADICCIONES ENTRE EL PRESENTE PLIEGO Y CONTRATO 25
4. CONDICIONES TÉCNICAS 26
4.1. GENERADOR BESS 26
4.1.1. Módulos de Baterías 26
4.1.2. Centros de Transformación o Estaciones de Potencia 27
4.1.3. Centro de Protección y Medida 28
4.2. OBRA CIVIL 30
4.2.1. Materiales Básicos 30
4.2.2. Equipos y Maquinaria 35
4.2.3. Implantación en Obra 37
4.2.4. Verificación y Replanteo 39
4.2.5. Despeje y Desbroce del Terreno 40
4.2.6. Excavación 43
4.2.7. Terraplén y Rellenos Auxiliares 47
4.2.8. Viales 52
4.2.9. Drenaje Superficial 53
4.2.10. Cerramiento Perimetral 58
4.2.11. Excavación en Zanjas 60
4.2.12. Canalización Eléctrica 62
4.2.13. Bandejas 62

4.2.14. Tubos 63
4.2.15. Cinta de Señalización de Cables Enterrados 67
4.2.16. Criterios de Aceptación y Rechazo 67
4.2.17. Puntos de Inspección 71
4.2.18. Control Medioambiental 71
4.2.19. Normativa 73
4.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 81
4.3.1. Instalación de Baja Tensión 81
4.3.2. Instalaciones de Media Tensión 83
4.3.3. Red de Tierras 96

1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir las condiciones mínimas que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en las siguientes instalaciones:

- Proyecto "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5 MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid), en adelante la "Planta" o el "Proyecto".

Se definen por tanto las especificaciones y criterios mínimos, las disposiciones de tipo administrativo y legal, las normas y las condiciones técnicas con relación a los materiales y a la ejecución de las obras y al procedimiento de medición y abono para las diferentes obras incluidas en el Proyecto, pretendiendo servir de guía para asegurar la calidad del Proyecto en términos de rendimiento, producción e integración.

1.1. ALCANCE

Se entenderá que el contenido del presente Pliego rige para todo lo comprendido y expresado en los sucesivos capítulos, siempre y cuando no se opongan a lo establecido en la legislación vigente.

Las unidades de obra que no hayan sido incluidas y señaladas expresamente en este Pliego se ejecutarán conforme a lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buenas prácticas en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale la Dirección Facultativa de la obra.

2. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego obliga a la Propiedad, a la Dirección Facultativa de las obras y al Contratista.

2.1. REPRESENTANTE DE PROPIEDAD Y CONTRATISTA

2.1.1. PROPIEDAD

Se entiende por La Propiedad a cualquier persona, física o jurídica, representante de ésta, autorizada legalmente.

2.1.2. DIRECCIÓN FACULTATIVA DE LA OBRA

Se entiende por Dirección Facultativa, por una parte, al Ingeniero que lleve oficialmente la dirección de las obras o la persona o personas autorizadas formalmente por éste para representarle en algún aspecto relacionado con dicha dirección y, por otra parte, al Ingeniero Técnico de la Obra propuesto y aceptado por la Propiedad.

A la Dirección Facultativa le corresponde lo siguiente:

- Redactar los complementos o rectificaciones del Proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo inicial de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, siempre que no solape competencias con el Coordinador de Seguridad y Salud, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.

- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de calidad, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el Proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.

- Suscribir el certificado final de la obra.

- Las funciones de la dirección de obras serán llevadas a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

2.1.3. CONTRATISTA

Se entiende por Contratista a la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Jefe de Obra y Delegado del Contratista a la persona, designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad y la Dirección Facultativa, con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las actividades contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.

- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.

- Colaborar con la Dirección Facultativa en la resolución de los diferentes problemas que se planteen durante la ejecución.

Al Contratista le corresponde lo siguiente:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con la Dirección Facultativa el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Facilitar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.2. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada del Proyecto le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

2.3. SEGURIDAD EN LA OBRA

El Contratista, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anexo a la Memoria.

2.4. PRESENCIA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA

El Contratista tiene la obligación a comunicar a La Propiedad la persona designada como representante en la obra, que tendrá carácter de Jefe de Obra, con dedicación plena y con total facultad para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan al Contratista.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará a la Dirección Facultativa para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de Obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.5. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación del Contratista el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

2.6. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE DOCUMENTACIÓN

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando obligado a devolver los originales y sus copias, y suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuna hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Contratista, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Contratista podrá requerir de la Dirección Facultativa, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.7. RECLAMACIONES CONTRA ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones provenientes de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo

estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida a la Dirección Facultativa, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.8. FALTAS DE PERSONAL

Si la Dirección Facultativa, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la correcta ejecución de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista principal de la obra.

2.9. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá exigir la repetición de todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías.

2.10. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.10.1. CAMINOS Y ACCESOS

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de la misma, pudiendo la Dirección Facultativa exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Contratista tendrá la obligación de colocar en lugar visible a la entrada de la obra un cartel de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra tales como el título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

2.10.2. REPLANTEO

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos son considerados a cargo del Contratista e deberán ir incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación de la Dirección Facultativa, y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

2.10.3. COMIENZO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente, y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, con al menos con tres días de antelación.

2.10.4. ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.10.5. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a las demás subcontratas que intervengan en la obra, sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratas por la utilización de medios auxiliares, suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, el Contratista y las Subcontratas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.10.6. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso, por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra, mientras se define o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

2.10.7. PRÓRROGA POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor el Contratista no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución de los trabajos y el retraso que ésta tendrá en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que solicita.

2.10.8. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en el que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.10.9. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales y Condiciones Técnica de este Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del Proyecto es responsable de la ejecución de los trabajos que contratados y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o equipos instalados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los equipos instalados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

2.10.10. VICIOS OCULTOS

Si el Director de Obra 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, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

2.10.11. PROCEDENCIA DE EQUIPOS Y MATERIALES

El Contratista tiene libertad a la hora de proveerse de los materiales y equipos en los puntos que le parezcan convenientes, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Particulares preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los materiales y equipos que vaya a utilizar en la ejecución de los trabajos, incluyendo información sobre la marca, calidad, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.10.12. MATERIALES NO UTILIZABLES

El Contratista transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Estos materiales no utilizables se retirarán de la obra o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa.

2.10.13. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y sus alrededores limpios, tanto de escombros como de materiales sobrantes, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

2.10.14. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA

La Dirección Facultativa facilitará a la Propiedad la documentación final del Proyecto, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente. Esto incluirá, como mínimo, los manuales de instalación, manuales de operación y mantenimiento, proyecto AS-BUILT incluyendo planos y cálculos y cualquier otra documentación relacionada con el Proyecto.

2.11. GARANTÍAS, PLAZOS Y FIANZAS

Durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

Las garantías y fianzas de todo tipo que se consideren necesarias por abonos de acopios, daños causados por demoras, etc., serán las que se estipulen en contrato. Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el Contrato, del importe de cada certificación se deducirá un cinco (5%) por ciento que será retenido por La Propiedad en concepto de garantía, hasta la Recepción Definitiva de la obra.

El Contratista garantiza a La Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

2.11.1. CONSERVACIÓN DEL PROYECTO DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista será el conservador del Proyecto durante el plazo de garantía, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva.

2.11.2. RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PROYECTO

La Recepción Definitiva se verificará después de transcurrido el Plazo de Garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la Recepción Provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios ocultos de la construcción.

2.11.3. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la Recepción Definitiva del Proyecto no se encontrase éste en las condiciones debidas se aplazará dicha Recepción Definitiva, y la Dirección Facultativa marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias.

De no efectuar el Contratista lo requerido por la Dirección Facultativa para considerar que el Proyecto se encuentra en las condiciones debidas para la Recepción Definitiva, podrá resolverse el Contrato con pérdida de los avales.

2.12. RESOLUCIÓN DEL CONTRATO

En el caso de resolución contractual, el Contratista tendrá la obligación de retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaría, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otro contratista.

3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Costes Directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaría e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.

- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Costes Indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

  Todos esto gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un máximo del 8 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.2. PRECIO DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 8 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

3.3. PRECIOS CONTRADICTORIAS

Salvo que las condiciones contractuales entre el Contratista y la Propiedad que establezcan lo contrario, se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las partidas previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios y, ante la falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del Contrato.

3.4. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

3.5. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Una vez que el Contratista y la Propiedad cierren el contrato económico de la ejecución de las obras no se procederá a revisión de precios.

3.6. ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o equipos para la ejecución de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de exclusiva propiedad de éste. De su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA POR RENDIMIENTO

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Propiedad para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutadas, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, La Propiedad queda facultada para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

3.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las fechas que se fijen en el Contrato o en los Pliegos de Condiciones Particulares que rijan en la obra, el Contratista formará una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego General de Condiciones Económicas, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, la Dirección Facultativa los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, la Dirección Facultativa aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante la Propiedad contra la resolución de la Dirección Facultativa en la forma establecidas en las condiciones legales acordadas.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de Obra la certificación de las obras ejecutadas.

Las certificaciones se remitirán a la Propiedad dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.9. ABONO DE TRABAJOS DE PARTIDAS ALZADAS

Salvo lo preceptuado en el Pliego de Condiciones Particulares de índole económica, y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, La Dirección Facultativa indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.10. PAGOS

Los pagos se efectuarán por la Propiedad en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por la Dirección Facultativa en virtud de las cuales se verifiquen los mismos.

3.11. INDEMNIZACIÓN POR RETRASOS NO JUSTIFICADOS

La indemnización por retraso en la ejecución del Proyecto se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el plan de obra (cronograma).

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o avales.

3.12. DEMORA DE LOS PAGOS

Se rechazará toda solicitud de resolución del Contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el Contrato.

3.13. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que la Dirección Facultativa haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo en caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que la Dirección Facultativa ordene, también por escrito, la ampliación de las unidades contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

En el supuesto contrario, cuando la Dirección Facultativa introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas, se seguirá el mismo criterio y procedimiento expuesto en el párrafo anterior.

3.14. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar una obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo en caso de que estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.15. SEGURO DEL PROYECTO

El Contratista estará obligado a asegurar el Proyecto durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la Recepción Definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre de la Propiedad, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, La Propiedad podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por la Dirección Facultativa.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de Proyecto que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del Proyecto afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.16. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el Plazo de Garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva, la Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar el Contratista el Proyecto, tanto por la buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que la Dirección Facultativa establezca.

Después de la recepción provisional del Proyecto y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería, limpieza y resto de trabajos que fuese preciso ejecutar.

En cualquier caso, el Contratista tiene la obligación de revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

3.17. BIENES DE LA PROPIEDAD USADOS POR EL CONTRATISTA

Cuando durante la ejecución de las obras el Contratista, siempre con la necesaria y previa autorización de la Propiedad, ocupe edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes a la misma, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato en perfecto estado de conservación y reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el Contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lomrealizará la Propiedad a costa del Contratista y con cargo a la fianza.

3.18. CONTRADICCIONES ENTRE EL PRESENTE PLIEGO Y CONTRATO

En caso de contradicciones entre el presente Pliego de Condiciones y las cláusulas del Contrato entre el Contratista y La Propiedad prevalecerán los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado el Contratista y La Propiedad en su Contrato.

Cuando tal circunstancia se produjera, la Dirección Facultativa podrá solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal, que deberá estar firmado por las partes que lo acuerdan.

4. CONDICIONES TÉCNICAS

4.1. GENERADOR BESS

4.1.1. MÓDULOS DE BATERÍAS

Para el Proyecto se han seleccionado baterías de Fosfato de litio y hierro (LFP) del fabricante IQuord, que irán alojadas en armarios de dimensiones especiales tipo container.

La compacidad es la característica más relevante que permite realizar el montaje del centro en fábrica por lo que ofrece: calidad en origen, reducción del tiempo de instalación, soluciones llave en mano y posibilidad de posteriores traslados.

Debido a su concepción de armario monobloque, la instalación de estos módulos de baterías sólo precisa haber realizado previamente una excavación en el terreno y la posterior cimentación.

Ejecución

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del container, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la recomendación UNESA 1303-A, el prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base donde irá alojados será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el container deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

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

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Módulos de Baterías: suministro y montaje de los diferentes elementos que componen los módulos de baterías y la interconexión entre los mismos, así como su transporte y descarga.

4.1.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN O ESTACIONES DE POTENCIA

Para el Proyecto se han seleccionado Centros de Transformación para el incremento de la tensión de baja (BT) a media tensión (MT).

La compacidad es la característica más relevante que permite realizar el montaje del centro en fábrica por lo que ofrece: calidad en origen, reducción del tiempo de instalación, soluciones llave en mano y posibilidad de posteriores traslados.

Debido a su concepción de centro monobloque, la instalación de estos prefabricados sólo precisa haber realizado previamente una excavación en el terreno y la posterior cimentación.

Ejecución

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos de la Estación de Potencia, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la recomendación UNESA 1303-A, el prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base de la Estación de Potencia será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el bloque de potencia deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

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

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Estación de Potencia: suministro y montaje de prefabricado compacto, equipado con transformador de baja a media tensión, transformador de servicios auxiliares, celdas de protección asociadas y la interconexión entre todos los elementos. Incluye su transporte y descarga.

4.1.3. CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

El CPM estará compuesto por un edificio en el cual se integran los siguientes equipos de media tensión:

- Cabinas de MT
- Servicios Auxiliares
- Equipo de Comunicación

- Alumbrado.
- Tomas de corriente.
- Extintores
- Sensores antincendios.

Todos los materiales de construcción y características idénticas susceptibles de sustitución deberán ser intercambiables. La envolvente debe ser metálica, magnética y deberá presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles situadas en su interior. La parte superior de la envolvente prefabricada quedará libre de todo obstáculo para su posible apertura para la inserción y retirada de la aparamenta.

Las entradas y salidas de cables irán selladas adecuadamente mediante sistemas que garanticen la estanqueidad.

Los conductores y equipos de los centros de seccionamiento cumplen los requisitos de mediciones de campos magnéticos dispuestos en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo.

Ejecución:

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del Centro de Seccionamiento, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su ejecución.

La base del Centro de Protección y Medida será de hormigón armado con un mallazo equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el Centro de Protección y Medida deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

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

Medición y Abono:

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Centro de Protección y Medida: suministro y montaje de los diferentes elementos que componen el Centro de Protección y Medida y la interconexión entre los mismos, así como su transporte y descarga.

4.2. OBRA CIVIL

En este apartado se realiza una descripción de las diferentes partes que integran el alcance del suministro y los trabajos de movimiento de tierras y obra civil de la Planta BESS, figurando las descripciones y las mediciones detalladas de todas las partidas que lo componen.

4.2.1. MATERIALES BÁSICOS

4.2.1.1. ZAHORRAS ARTIFICIALES

Material granular formado por áridos machacados total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo, utilizada como capa de firme, apoyo y relleno.

Los materiales que compongan la zahorra deberán cumplir todo lo estipulado en el apartado 501.2 del artículo 510 del PG3.

Ejecución de las Obras

La ejecución de las obras se ajustará al apartado 501.3 del artículo 501 del PG3. La zahorra que se tiene previsto colocar es la denominada ZA (25) que deberá cumplir el siguiente huso granulométrico:

TAMICES UNE	25	20	10	5	2	400 mm	80 mm
CERNIDO ACUMULADO (%)	100	75-100	50-80	35-60	20-40	8-22	0-10

Para realizar el control de calidad de las zahorras artificiales y su puesta en obra deberán realizarse los siguientes ensayos:

- Ensayos granulométricos.
- Comprobación geométrica del espesor de las tongadas.
- Comprobación de módulo de reacción del material compactado. Placa de Carga (NLT 357).
- La zahorra artificial se medirá y abonará por m3 realmente ejecutados.
- No serán de abono las creces laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

4.2.1.2. HORMIGÓN

Los hormigones cumplirán las c el artículo 610 del PG-3.

Composición del hormigón:

- Cemento: Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en el Vigente Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Además, cumplirá la Reglamentación en vigor y Normas UNE que se reseñan en Anexo al citado R.D.776/1.997.
- Cada entrega de cemento en obra vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumplen las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

- Agua a emplear en morteros y hormigones: En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

- Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR. Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas.

- Aditivos a emplear en morteros y hormigones: Productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del 5% del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido. La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934- 2:2002. Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG- 3. La unidad terminada cumplirá los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002. El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

- Adiciones a emplear en hormigones: Materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales. Solo se utilizarán como adiciones al hormigón, en el momento de su fabricación, el humo de sílice y las cenizas volantes, estando éstas últimas prohibidas en el hormigón pretensado. El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.

- Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberán cumplir las especificaciones de acuerdo con la UNE EN 450-1:2006+A1:2008. El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa. Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón,

únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I. No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables. Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460:1994 EX.

- Características: Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39 de la Instrucción EHE.

- Dosificación del hormigón: El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE, a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas. En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

Medición y Abono

La medición de los hormigones en general tendrá lugar por m3, m2 o m según resulte más conveniente a la definición de la unidad. Se calculará exactamente por procedimientos geométricos, junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la construcción.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra sobreexcavaciones correspondientes o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente. Se abonará según cálculos por procedimientos geométricos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la Dirección de Obra. Se encuentra incluido en el precio cualquier aditivo necesario para la elaboración del mismo.

4.2.1.3. ARMADURAS DE ACERO

Conjunto de barras que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido. En todos los casos se emplearán barras B500S.

Lo materiales se ajustarán a lo prescrito en el Artículo 600 del PG-3 para un límite elástico de 5.000 Kp/cm2, así como a las modificaciones del mismo en su nueva redacción de la O.M. de 21 de enero de 1988, y en la Instrucción EHE.

Ejecución

La forma y dimensiones de las armaduras se calculará por procedimientos geométricos. Si se realizase alguna modificación en los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, someter a la aprobación del Director de Obra los correspondientes esquemas de despiece.

La Dirección de obra examinará la armadura y dará su aprobación por escrito, antes de que se produzca el hormigonado.

Los tipos de acero empleados en la obra son, con arreglo a la nomenclatura de la EHE: B 500 S en barras corrugadas.

Cuando las mediciones realizadas superen los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Las armaduras deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la Instrucción EHE.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Medición y Abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán según cálculos geométricos.

El precio incluye el suministro del acero hasta la obra, el ferrallado y la colocación.

El abono de las mermas, despuntes y empalmes no definidos se considerará incluido en el del kg de armadura.

4.2.2. EQUIPOS Y MAQUINARIA

Los equipos y maquinaria deberán estar ubicados en zonas donde menos alteren y molesten las condiciones medio ambientales.

Los equipos y maquinaria deberán estar en perfectas condiciones, debiendo tener perdidas o producir vertidos de aceites o grasas.

En los casos en los que los condicionantes medio ambientales impuestos por la Administración Ambiental competente lo requiera, los equipos y maquinaria deberán llevar silenciadores.

La maquinaria de desbroce estará dotada de extintores al objeto de sofocar de forma inmediata cualquier conato de incendio que pudiera provocarse al saltar una chispa durante el desbroce.

4.2.2.1. COMPACTADOR

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

4.2.2.2. CAMIÓN CISTERNA

La cisterna del camión tendrá una capacidad mínima de 10.000 l de agua, y llevará acoplado un sistema para el reparto homogéneo del agua en superficie para los procesos de compactación.

4.2.2.3. MOTONIVELADORA

Tendrá una potencia mínima de 100 CV, y una pala con ancho mínimo de 2,5 m y un alto mínimo de 0,6 m.

4.2.2.4. RETROEXCAVADORA

La retroexcavadora llevará cazos de limpieza y de cuchillas, de diferentes dimensiones según las necesidades del Proyecto. Tendrá una potencia mínima de 100 CV.

4.2.2.5. PALA CARGADORA

La pala cargadora deberá disponer de una pala de excavación de tierras y de una pala para material ligero. La anchura mínima de las palas será de 2,5 m.

4.2.2.6. CAMIÓN

Se usará un camión basculante 4x4, con una capacidad mínima de carga de 14 tm.

4.2.2.7. CUBA DE TRANSPORTE DE HORMIGÓN

La cuba de transporte del hormigón deberá ser móvil, permitiendo los movimientos de rotación para amasar el hormigón.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

Los camiones deberán disponer de los materiales para realizar la prueba de consistencia del hormigón mediante el cono de Abrams.

Deberán de disponer de los adecuados sistemas para el control de distribución del hormigón.

4.2.2.8. BOMBAS DE ACHIQUE

Deberá haber un número no inferior a 3 dentro del recinto de las obras, de las cuales una se dejará como bomba de reserva. Las bombas deberán poder sumergirse en agua.

4.2.2.9. INCLINÓMETROS

Los inclinómetros (uno para pendiente y otro para peralte) que permiten la medición automática de los valores de pendientes, bombeos y peraltes, deben disponer de una resolución de 0,05º.

4.2.3. IMPLANTACIÓN EN OBRA

Este apartado comprende la totalidad de los trabajos preparatorios, obras auxiliares y accesos necesarios para la ejecución de los trabajos objeto del Contrato, incluyendo el mantenimiento de dichas instalaciones y accesos hasta la recepción de la obra. Incluye también las previsiones que han de tomarse para la preservación y restauración del medio ambiente local, durante y hasta la recepción de los trabajos.

Ejecución

Obras Preparatorias:

El Contratista ejecutará los siguientes trabajos preparatorios, de acuerdo con el programa de trabajo:

- Suministro y transporte al lugar del equipo principal de construcción y de todas las herramientas y utensilios requeridos.
- El Contratista instalará, a su cargo, las casetas de obra necesarias para su personal, incluidos aseos necesarios, duchas, talleres, almacenes y demás instalaciones para la construcción.
- Acondicionamiento de áreas de almacenamiento de materiales, áreas de estacionamiento y áreas de disposición de desperdicios.
- Equipamiento de las instalaciones provisionales con sus correspondientes servicios de agua potable, instalaciones sanitarias, depuración de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones y demás.
- Retirada de equipos del lugar de trabajo una vez terminada la totalidad de la obra.
- Demolición de las obras preparatorias y no permanentes que indique la Dirección de las Obras, retirada de los materiales resultantes y restauración del paisaje natural.
- El Contratista deberá someter a la Dirección de Obra, para su aprobación, los posibles sitios de ubicación de las instalaciones provisionales con sus correspondientes planos detallados, programa de instalación, etc. Asimismo, deberá presentar los esquemas de funcionamiento de las plantas con indicación de sus eficiencias y capacidades.

- El Contratista deberá suministra a la Dirección de Obra cualquier plano o información adicional que ésta considere necesarios con relación a las instalaciones y obras provisionales.

- El Contratista deberá garantizar la calidad del agua potable, para lo cual procederá mensualmente o cuando la Dirección de Obra lo juzgue conveniente, a efectuar el análisis bacteriológico y químico del agua potable. En caso de no ser satisfactorio el resultado del análisis procederá a revisar las instalaciones y el tratamiento dado al agua y a realizar nuevos análisis, hasta la obtención de una calidad de agua adecuada.

- El Contratista será responsable del suministro de energía, así como de la instalación y mantenimiento del sistema de comunicaciones.

- Las instalaciones provisionales de obra serán mantenidas en perfecto estado de limpieza a lo largo de la duración de las obras. Si el contratista no cumpliera finalmente en este punto, la Propiedad puede decidir realizarlo por sus medios, propios o ajenos, deduciendo las cantidades incurridas de la siguiente certificación y facturación del contratista.

- Los desechos provenientes de las instalaciones anteriormente descritas deberán ser dispuestos en las áreas de vertedero aprobadas por la Dirección de Obra.

Carreteras y Accesos:

- El Contratista deberá construir y mantener aquellas vías de acceso e interiores necesarias para la realización de las obras cuyo trazado y características de sección deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

- La construcción de estas obras no afectará al normal nivel de servicio de las carreteras y caminos de la zona. Así mismo el Contratista será responsable de la reparación de los daños que como consecuencia de las obras se produzcan en aquellas.

Equipos:

- El Contratista realizará el suministro, transporte e instalación en las áreas aprobadas, de todo el equipo, herramientas y utensilios requeridos para la ejecución de los trabajos estipulados en el contrato. Al finalizar la obra retirará a su cargo el equipo utilizado.

Derecho de paso:

- El Contratista proveerá de paso continuo y seguro a las personas y vehículos que utilicen los caminos y vías de comunicación afectados por las obras.

- Se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes, empleando señales adecuadas y a satisfacción de la Dirección de Obra y de acuerdo con el plan diseñado por el Coordinador de Seguridad y Salud de las Obras.

Reparación de daños:

- Durante el período de construcción el Contratista podrá utilizar las áreas de trabajo aprobadas, carreteras y áreas de estacionamiento existentes y las que él construya, con la condición de que repare, tanto durante el desarrollo de la obra, como al finalizar ésta, los daños que se ocasionen en dichas carreteras, obras anexas y en propiedades privadas, de tal manera que queden a satisfacción de la Dirección de Obra.

Demolición de obras temporales:

- El Contratista al finalizar la obra, deberá demoler las obras temporales que la Dirección de Obra crea innecesarias y retirar todos los materiales resultantes a los lugares de deshecho o al lugar que indique ésta.

Medición y Abono

Los trabajos incluidos en este apartado no serán, en general, de abono, excepto cuando así lo estipulen otros apartados del Pliego o el Presupuesto. Estos gastos necesarios se consideran incluidos en los precios de las distintas unidades de obra, dentro del porcentaje de costes indirectos y adicionales.

4.2.4. VERIFICACIÓN Y REPLANTEO

Este trabajo de replanteo consiste en el conjunto de operaciones que es preciso efectuar para trasladar al terreno los datos expresados en los Planos que definen la obra, y se realizará según se especifica en el presente Pliego.

Ejecución

El replanteo se hará en una o varias veces y siempre de acuerdo con los datos del Proyecto y según instrucciones dadas por la Propiedad. El replanteo deberá hacerse una vez limpia la zona de actuación.

El Contratista está obligado, además, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este replanteo, con inclusión de los clavos y estacas. También correrá de su cuenta el personal necesario para las mismas. El Constructor vigilará, conservará y responderá de las estacas o señales, haciéndose directamente responsable de cualquier desaparición o modificación de estos elementos, una vez aprobado el replanteo por la Propiedad.

Se determinará por cuenta del Contratista los perfiles del terreno que sean necesarios para obtener exactamente la cantidad de tierras a desmontar o a rellenar, marcándose las alineaciones y rasantes en los puntos necesarios para que, con auxilio de los Planos de detalle, pueda el Constructor realizar los trabajos con arreglo a los mismos.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Trabajos relativos a la topografía en obra: replanteo del movimiento de tierras, replanteo de edificaciones, replanteo de estructura soporte, viales, canalizaciones, etc.

4.2.5. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

Incluye operaciones de deforestación (eliminación de plantas, tocones de árboles y arbustos con sus raíces, cepas, broza, escombros, basuras, etc.), retirada de la capa superficial de las tierras y carga, transporte y descarga en vertedero o lugar de empleo de los materiales sobrantes.

Los vertederos tendrán que ser autorizados expresamente por la Dirección Facultativa, así como por los organismos medioambientales competentes que se vean afectados por el mismo.

Ejecución

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas. Para el transporte a vertedero, del material que no se incorpore como tierra vegetal, se usará camión con caja basculante.

El Contratista dispondrá las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, este los reemplazará con la aprobación de la Dirección Facultativa, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, se manejarán de forma adecuada y se almacenarán a disposición de la Administración cuidadosamente separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados.

La retirada de la capa de tierra vegetal en terrenos a ocupar por las obras constituye una medida fundamental en el establecimiento posterior de la vegetación, ya que dicha capa tiene incorporados nutrientes y semillas y es apta para soportar el crecimiento de las especies.

La extracción de la capa superficial de tierra vegetal de los suelos durante los movimientos de tierra se realizará en los lugares previstos, debiendo extraerse un espesor de unos 20 cm en función de la profundidad de esta capa.

Se manipulará la tierra cuando posea un contenido de humedad inferior al 75%, evitando siempre los días de lluvia a fin de prevenir su compactación.

Se separará la capa horizonte A o capa vegetal y horizontes subsuperficiales para que no se diluyan las cualidades de las más fértiles al mezclarse con otras con peores cualidades.

Se evitará el paso de maquinaria sobre los terrenos en que se proyecta la retirada de suelo a fin de evitar su deterioro debido a una compactación excesiva y pérdida de su estructura.

El suelo retirado será almacenado en lugar adecuado del entorno de las obras, tal como las márgenes de las superficies dedicadas a instalaciones auxiliares o en otros terrenos adecuados para su correcta conservación.

Deberán ser lo más llanos posible por razones de estabilidad y para evitar la desaparición de nutrientes, que pueden ser arrastrados por las aguas de escorrentía, y estar suficientemente drenado para no generar un ambiente reductor.

Antes de iniciar la operación de creación de los acopios, se comunicará y recabará la aprobación de la Dirección de Obra acerca de su localización y forma de realización.

Los acopios se realizarán en caballones longitudinales, de sección trapezoidal, unos 30 cm de espesor y no más de 1,5 m de altura. Se eliminarán las concavidades en la parte superior para evitar la entrada de agua de lluvia. No se compactará y se mantendrán libres de objetos extraños.

Control y Criterios de Aceptación y Rechazo

- Control de Ejecución: Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección visual.
- Control Geométrico: Una vez ejecutada la unidad de obra de despeje y desbroce se realizará la medición de la superficie resultante con el fin de no duplicar en ningún punto el volumen de desbroce como excavación de la explanación.

Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

Medición y Abono

La unidad de despeje y desbroce, incluyendo las demoliciones necesarias, se medirá en m² medidos en proyección horizontal.

El precio incluye la limpieza y el destoconado del terreno, incluso la protección de los árboles y arbustos que deban ser protegidos, así como de los que tengan que ser trasplantados a juicio de la Dirección Facultativa, la carga, transporte a vertedero y descarga en el mismo de todos los materiales procedentes de las demoliciones y desbroce del terreno y la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material en los vertederos autorizados. Si existen vertederos propios o acuerdos con canteras con un canon de vertido nulo, en el precio está incluido el canon de vertido si fuese necesario. Se incluyen así todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Será por cuenta del Contratista la ejecución de las pistas de acceso a los tajos, el mantenimiento de los mismos, la humectación y, una vez finalizados los trabajos la remoción de los terrenos y la completa restitución de la superficie afectada a su estado inicial.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Retirada de capa de tierra vegetal realizada con medios mecánicos, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello, incluso parte proporcional de ayuda manual y medios auxiliares (criterios constructivos según NTEADE-1).

4.2.6. EXCAVACIÓN

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de las tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

Se denominan «préstamos previstos» aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan “préstamos autorizados” aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

Son de aplicación todas las recomendaciones y exigencias recogidas en el artículo 320 del PG3.

Ejecución de las Obras

Una vez terminadas las operaciones de excavación de la tierra vegetal, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de Obra. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de Obra el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

Se cumplirá, en todo caso, con lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Drenaje:

- Durante las diversas etapas de construcción, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

Tierra vegetal:

- La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de Obra, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de Obra o indique el Proyecto.

- La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del artículo 320 del PG- 3 y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de Obra.

Empleo de los productos de excavación:

- Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto. No se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de Obra.

- Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de Obra.

- Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de Obra a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de Obra.

Préstamos y caballones:

- Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de Obra, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

- No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación. El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

- Los préstamos deberán excavarse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de Obra ordene al respecto.

- Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde cualquier punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

- El material vertido en caballones no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

- Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de Obra podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los substituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y del colocado de este relleno se tomarán perfiles transversales.

Taludes:

- La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

- Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

- Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

- La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

- En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de Obra. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados.

Tolerancias de ejecución en las excavaciones:

- En las explanadas excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias de cota de hasta +10 cm y -15 cm para las excavaciones realizadas en roca y en ±5 cm para las realizadas en tierra, teniendo que quedar la superficie perfectamente saneada.

- Estas tolerancias son de ejecución, sin que las variaciones sobre el perfil teórico sean objeto de abono independiente.

- Se deberá cumplir el PG-3 y se exigirán las tolerancias del PG-3.

Medición y Abono

En el caso de desmonte, la excavación se medirá y abonará por m3 medidos sobre los perfiles teóricos de la explanación señalados en el proyecto.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballones, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. Así mismo también se incluye el perfilado de taludes, salvo que esté expresamente incluido en otra unidad y sólo para las mediciones presupuestadas.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en los Planos del Proyecto, o las ordenes escritas del Director de Obra, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de Obra podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones, realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportuno, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellos se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Excavación para cimentación de centros de transformación, con forma cajeada, incluso perfilado del mismo, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello.

4.2.7. TERRAPLÉN Y RELLENOS AUXILIARES

Salvo prescripción será de aplicación lo estipulado en el artículo 330 del P.P.T.G. PG3.

No se permitirá la ejecución de cimentaciones en terraplenes que no estén considerados como relleno estructural.

Esta actividad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el presente Pliego.

Materiales

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre, mediante los ensayos correspondientes.

La Propiedad no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en el lugar de las obras los materiales adecuados en cantidad suficiente para las mismas, en el momento de su ejecución.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares propuestos por el Contratista, y que hayan sido previamente aprobados por la Propiedad.

La Propiedad dispondrá de 15 días de plazo para aceptar o rehusar los materiales y/o lugares de extracción. Este plazo, se contará a partir del momento en que el Contratista haya realizado y enviado muestras y ensayos donde se demuestre que los materiales cumplen como mínimo lo establecido en el Pliego PG3.

El Contratista estará obligado a eliminar, a su costa, los materiales que aparezcan durante los trabajos de explotación de las canteras, graveras o depósitos, previamente autorizados por la Propiedad, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso.

Los materiales a emplear en terraplenes y en la formación de rellenos estructurales serán suelos o materiales locales, que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que autorice previamente la Propiedad.

Las condiciones que deben cumplir los suelos serán las especificadas en el Art. 330 del PG3. El material marginal o inadecuado, no podrá utilizarse en ninguna parte de la obra.

Ejecución

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén:

- Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.
- Una vez alcanzada la cota de terreno sobre la que finalmente se apoyará el terraplén o el relleno estructural, se llevará a cabo una escarificación con la profundidad que estipule el Proyecto o la

Propiedad, no debiendo ser la profundidad afectada inferior a 15 cm ni superior a 30 cm en ningún caso.

- Posteriormente se compactarán los materiales escarificados, con arreglo a lo especificado en este apartado, alcanzándose una densidad igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.

- La escarificación, y su correspondiente compactación, no serán objeto de abono independiente, considerándose incluidas en la unidad de la ejecución de la capa de obra inmediatamente superior.

Extensión de las tongadas:

- Se emplearán los materiales que se definen en este Pliego, que serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final. El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario por parte de la Propiedad o del Proyecto, será de 30 cm. En todo caso, el espesor de las tongadas será de 3/2 del tamaño máximo del material a utilizar. El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello.

Los fragmentos de roca o de bolos, tendrán un tamaño máximo de 30 cm y quedarán totalmente rodeados de material fino, tomándose todas las precauciones necesarias para impedir que existan huecos que puedan ser rellenados a lo largo de la vida de los terraplenes, por el producto de descomposición de la roca.

- No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple con las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por parte de la Propiedad.

- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al 4%, para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.

- En rellenos de más de 5 m de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía.

- Se procederá asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por la Propiedad, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.

- La dirección de las pendientes y las zonas de desagüe deberán ser sometidas a la aprobación de la Propiedad.

- Deberá conseguirse que todo el perfil del terraplén o relleno estructural quede debidamente compactado, para lo cual se podrá dar un sobreancho a la tongada que se vierte del orden de un 1 m que permita posteriormente el acercamiento del compactador al borde, y después de la compactación, recortar el talud.

- En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

Humectación o desecación:

- En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará la operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras o préstamos), bien en los acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas y controles adecuados para garantizar la uniformidad de la humectación.

- Todas las operaciones precisas para conseguir la humedad adecuada están comprendidas en la unidad de obra correspondiente.

Compactación:

- Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

- Las densidades mínimas de los terraplenes y rellenos estructurales estarán en función de su ubicación.

- Para terraplenes será del 95% del Proctor Modificado en el núcleo y del 100% en coronación, salvo indicación expresa en los Planos.

- Los equipos de compactación deberán ser aprobados previamente por la Propiedad, la cual fijará las condiciones de utilización del equipo, con indicación específica del número mínimo de

compactadores autorizados que debe utilizarse continuamente durante la ejecución de terraplenes, en función de los metros cúbicos de material extendido por hora.

- En las zonas en las que, por su poca extensión, pendiente, proximidad de obras de fábrica, etc., no pueda utilizarse el equipo autorizado, se efectuará la compactación por medio de pisones manuales, neumáticos o vibratorios, hasta alcanzar el grado de compactación requerido.

- El Contratista será responsable de la conservación de la estabilidad de los terraplenes hasta su recepción definitiva y deberá sustituir cualquier parte de la obra que se haya descompactado, desplazado o deteriorado por negligencia o falta de cuidado imputables a él y también cuando los daños sean debidos a causas naturales previsibles, como precipitaciones atmosféricas o a otras causas que sean evitables y no se puedan atribuir a movimientos del subsuelo.

Los terraplenes se terminarán con terreno adecuado en las siguientes condiciones:

- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo tolerable S/G PG3, se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado procedente de préstamo o del sobrante de la propia obra. El extendido y compactado se realizará en dos tongadas.

- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo adecuado o seleccionado S/G PG3 y tenga el espesor mínimo que indica el PG3 para constituir una plataforma tipo E1, en principio no sería necesario el aporte de tierras de préstamo. Sin embargo, para la colocación de la red de tierras se ejecutará una excavación en zanja de 60 cm de espesor, y posteriormente se realizará el relleno de esos 60 cm con terreno adecuado, extendido y compactado en dos tongadas.

- De cualquier infracción a lo dispuesto en los anteriores párrafos será único responsable el Contratista, con obligación de retirar las tierras indebidamente utilizadas o depositadas si la Propiedad lo estime necesario.

Medición y Abono

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se medirá y abonará por m^3 deducidos a partir de las secciones o anchos teóricos en planta más los excesos inevitables, autorizados por el Director de Obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Subbase de calzada con suelo seleccionado, extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.

4.2.8. VIALES

La red principal de viales internos dará acceso a los diferentes Centros de Transformación que conforman la Planta BESS, así como a los Contenedores de Baterías y al CPM.

Estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,10 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,20 m de espesor compactada al 95% PM.

Se define en Planos las características del trazado y todos los parámetros que le afectan.

Las calidades y características de los materiales a emplear en ejecución de los accesos vienen definidos en el apartado 4.2.1 (Materiales Básicos) del presente Pliego.

Ejecución

Los terraplenes y las excavaciones se harán de acuerdo a lo especificado en los apartados correspondientes: apartados 4.2.6 y 4.2.7.

Se procederá al extendido de las tongadas con los espesores necesarios, de cara a conseguir el espesor final indicado, con las tolerancias que le sean aceptables según el PG3 vigente y no presentando desviaciones sobre las cotas definitivas mayores de 3 cm, para lo cual se nivelará, previamente a la extensión, cada 10 m, comprobándose posteriormente las cotas obtenidas, en los mismos puntos. Todos estos trabajos se realizarán durante la fase de Movimiento de Tierras.

Posteriormente, durante la fase de Obra Civil, se ejecutarán el resto de los paquetes que forman el firme, de forma que se extenderá una capa de zahorra artificial, de 5 cm de espesor, compactada.

Una vez conseguida la humectación conveniente, deducida de los pertinentes ensayos, se procederá a la compactación.

Medición

Tanto el desmonte como el terraplén necesario para la ejecución del vial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirán por m³ totalmente acabado.

La capa de zahorra artificial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirá por m2 totalmente acabada.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Base de zahorra artificial en viales: extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.
- Acondicionamiento de vial de acceso al finalizar la obra. Reparando de posibles daños tras el paso de transportes pesados.

4.2.9. DRENAJE SUPERFICIAL

De acuerdo a lo que disponga el Estudio Hidrológico del emplazamiento, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

El sistema de drenaje estará compuesto por una red de cunetas longitudinales en los viales de la Instalación BESS donde se considere necesario, que captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota. Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno

4.2.9.1. CUNETA TRIANGULAR

Se refiere esta unidad a las cunetas sin revestir incluidas en la sección transversal de desmontes y que, por tanto, se han medido en la unidad de excavación.

Ejecución

Las cunetas se perfilarán de acuerdo con las dimensiones indicadas. En caso de aprovechar una cuneta existente se procederá a su limpieza y un reperfilado de los materiales para conseguir las dimensiones y pendientes reflejadas.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio de La Propiedad, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el artículo 330, del PG-3, de más de 10 cm convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones. Se cuidará la terminación de las superficies.

Medición y Abono

La cuneta sin revestir ejecutada en obra se medirá por m totalmente acabado.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se considera incluido en la unidad, en todos los casos, la retirada de los productos sobrantes de la ejecución y su transporte a lugar de vertedero.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Formación de cuneta de tierra, taludes y transporte de productos sobrantes a vertedero.

4.2.9.2. CAÑOS Y PASOS SALVACUNETAS

Se entiende como caños, los pasos transversales bajo la calzada para el drenaje transversal. Se llevan a cabo mediante tubos de hormigón armado o vibro-prensado reforzados con hormigón en masa.

Se entiende por pasos salvacunetas, los restablecimientos de los accesos a fincas y caminos, permitiendo a la vez la circulación de las aguas por las cunetas y la facilitación para su evacuación.

Estas actividades de obra incluyen las siguientes operaciones:

- Nivelación y replanteo.
- La demolición de firmes, pavimentos y en el caso de pasos salvacunetas la demolición de los existentes.
- La excavación de la zanja.
- La cama de hormigón en asiento de la conducción.
- El refuerzo con hormigón.
- El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
- Las pruebas sobre la funcionalidad de la conducción.
- El relleno con zahorra artificial, compactación y perfilado de la superficie resultante.
- Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Materiales

Los tubos para los pasos salvacunetas serán de hormigón en masa, fabricados mecánicamente por vibro-prensado, de CLASE 3 según la Norma ASTM C-14-M. La resistencia característica a la compresión del hormigón no será inferior a 27.5 N/mm2 a los veintiocho días, en probeta cilíndrica. La longitud de los tubos será de 2 m.

Los tubos para los caños serán de hormigón armado de diámetro nominal 800 mm, de CLASE III según la norma ASTM C-76-M (valor mínimo de la carga de rotura por aplastamiento: 5200 Kp/cm2). Se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón. Deberá disponer de armaduras longitudinales continuas y espiras o cercos circulares soldados. El recubrimiento de las armaduras por el hormigón será de al menos 2 cm. No se permitirán longitudes de los tubos inferiores a 2 m.

El hormigón de asiento y refuerzo de los tubos será del tipo HM-20 y sus características se regularán por lo especificado en el artículo referente a hormigones de este Pliego. El relleno posterior se realizará con zahorra artificial con las características indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego.

Ejecución

La colocación de los tubos se realizará contrapendiente. Antes del encastre definitivo y del sellado de juntas se comprobará la correcta colocación y alineación.

Se realizará una zanja perpendicularmente a la carretera principal de acceso de dimensiones adecuadas para colocar la obra de drenaje transversal.

La ejecución de las excavaciones se adaptará a lo indicado en el artículo correspondiente a excavaciones del presente pliego.

Para la formación de la base de caños y pasos salvacunetas se preparará el terreno natural del lecho de la zanja. Posteriormente se ejecutará una cama de hormigón a todo lo ancho de la zanja para el correcto asiento de los tubos con sus juntas. Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, con una pendiente aproximada del 0,5%, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presenten desperfectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inmovilidad de los tubos durante la operación de relleno. Una vez instalada la tubería se procederá a ejecutar el refuerzo de hormigón con el espesor indicado. Se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado tendrá un cono de Abrams comprendido entre 6 y 8 cm. El vertido en la zona de clave y hastiales se hará hasta conformar la especificación y se realizará con hormigón de consistencia comprendida entre 4 y 6 cm, pudiéndose picar con barra.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con zahorra artificial por encima del refuerzo si fuera necesario, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante. Se seguirá con el relleno hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Proctor Normal según la norma NLT 107/76. Dado que por encima de los caños deben transitar los vehículos pesados de los transportes especiales, se pondrá especial cuidado en asegurar que el recubrimiento de hormigón en masa es el indicado, independientemente del espesor de firme de hormigón en masa mencionado más arriba.

El Contratista deberá asegurarse que el extremo de desagüe no está por debajo del nivel del terreno. Si eso ocurriera, el Contratista deberá reducir la pendiente del tubo, con la autorización previa de la Propiedad.

Medición

La medición de los caños y pasos salvacunetas se realizará por m totalmente acabado, incluyendo todas las operaciones señaladas en el primer apartado de este artículo, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad. La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Tubería de hormigón poroso, asentada sobre cama de hormigón, con ayuda de maquinaria auxiliar (grúa autocamión o pala retroexcavadora), incluso medios auxiliares y comprobación de niveles, sin incluir excavación ni relleno de grava filtrante (Criterios de diseño y montaje según CTE/DB-HS-5).

4.2.9.3. BADÉN DE HORMIGÓN

En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados (HA-20), protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

Los badenes son depresiones en el perfil del vial que permiten el paso de vehículos. Una desventaja del badén es que por lo general implica una reducción en la velocidad de los vehículos que pasan por dicha estructura. La mayor ventaja es que permite el paso de material de arrastre que trae el curso del agua, particularmente si este es de gran tamaño. El badén debe tener una longitud aproximadamente igual al ancho del cauce, de manera que la topografía natural se altere mínimamente.

Así mismo el perfil de la vía debe mantener una transición suave y se deben instalar señales que prevengan al conductor de la existencia de un badén para evitar el transito durante lluvias muy intensas y cuando la vía se encuentre seca, los vehículos no salten debido al cambio brusco de pendiente en los extremos del badén.

Es importante proteger el cauce aguas debajo de los mismos debido a que se puede producir erosión regresiva que termina destruyendo el camino.

Medición y Abono

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Baden de hormigón armado, incluyendo: excavación, hormigón de limpieza, armado con acero, redondos, fratasado manualmente, incluso curado. totalmente terminado.

4.2.10. CERRAMIENTO PERIMETRAL

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la Planta consiste en la instalación de una valla de cerramiento con malla de simple torsión para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales.

Materiales

Se instalará un cerramiento cinegético de malla metálica anudada galvanizada tipo 200-17-30 de forma que el cerramiento perimetral sea único para proteger la integridad de la planta frente a accesos no autorizados. El cerramiento tendrá una altura de 2 m y el ancho de los huecos será de 0,30 m.

Los postes serán tubulares de acero galvanizado, anclados al suelo con hormigón y distanciados 3 m. La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidables.

Carpintería Metálica

La carpintería de aluminio estará formada por perfiles extrusionados, de eje rectilíneo, sin alabeos ni rebabas, de espesor mínimo 1,5 mm.

Las hojas de puertas están formadas por perfiles descritos y tapado del hueco formado por chapa de aluminio de espesor mínimo 1,5 mm, no presentando alabeos, grietas ni deformaciones, y sus ejes serán rectilíneos.

Los junquillos serán de aleación de aluminio de 1 mm de espesor mínimo. Se colocarán a presión en el propio perfil y en toda su longitud.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

Ejecución

Comprenderán los siguientes trabajos:

- Excavación para cimientos de postes. Los hoyos se centrarán a lo largo de la línea de la valla.
- En todos los extremos se colocará poste principal de extremo, arriostrado. En los ángulos menores de 145°, se colocarán postes principales de ángulo, arriostrados. Además, en todos los cambios de alineaciones, tanto verticales como horizontales (mayores de 145°), se colocará poste principal de centro. Además, cada 2 m, como máximo se colocará un poste intermedio. Cada 42 m, como máximo, se colocará un poste principal de centro.
- En todos los postes principales, tanto de centro como de ángulo, los extremos de los alambres horizontales quedarán rígidamente fijados al poste, de forma que impida absolutamente la extracción del alambre. En los postes intermedios los alambres no tienen extremo, sino que se fijan al poste mediante atado con grapas galvanizadas o inoxidables que se fijan rígidamente a las pletinas de acero soldadas al poste.
- La malla deberá tener la misma tensión en todos los postes y no presentar zonas abombadas ni deterioradas por un montaje defectuoso.

Medición y Abono

Se medirán por metros (m) realmente ejecutados, siempre según la definición de Planos o las indicaciones de la Dirección Facultativa.

El precio incluye la excavación necesaria para el emplazamiento de los cerramientos, su cimentación, el suministro, colocación y empleo de todos los materiales, tanto para la cimentación como para los postes, mallas y la puerta de acceso, así como accesorios de atado, tensado, anclaje y arriostramiento, incluso en aquellos postes que, por razones de cambio de alineación o de interrupción de la valla, fuera necesario

arriostrar de modo especial. Igualmente incluye los tratamientos anticorrosivos, y pintado, así como cualquier trabajo, maquinaria o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de estas unidades de obra.

El precio también incluye extendido "in situ" de los materiales procedentes de la excavación necesaria en cimiento de postes del cerramiento.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Cerramiento de valla perimetral para proteger la integridad de la Planta frente a accesos no autorizados. Incluida cimentación de postes.

- Puerta metálica automática, dotada de teleportero que permita su operación desde la consola de control del sistema de seguridad.

4.2.11. EXCAVACIÓN EN ZANJAS

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo. Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los Planos, salvo modificaciones que determine la Propiedad de modo justificado.

Ejecución de las Obras

El Contratista notificará al Director de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de Obra.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de Obra.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

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

Durante el tiempo que permanezcan abiertos, el Contratista establecerá señales de peligro, especialmente por la noche.

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de Obra efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de Obra podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de Obra, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de Obra, y se elevará como mínimo 5 cm por encima de la línea del terreno o de la franja protectora.

Control

Se inicia con el control del desbroce del terreno y los trabajos de replanteo de la zanja. A continuación, se irá controlando durante la excavación, la calidad de los productos obtenidos y el acopio, o su retiro para transporte a vertedero o para préstamo según sea el caso.

Cuando se llega al fondo de la zanja, debe comprobarse la cota de fondo y los taludes; se controla la ejecución de la cama de asiento si fuese necesaria.

En último término, se controla el relleno de la zanja y la compactación de este. Se aplicará el análisis granulométrico (UNE 103102) y Proctor modificado (UNE 103501).

Medición y Abono

El precio de la excavación de la zanja está incluido en el precio de canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

4.2.12. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, en bandeja o soporte de bandeja, según se indique en la Memoria y los Planos.

4.2.13. BANDEJAS

Materiales

Para conductores aislados en bandeja sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460- 5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de 2 m. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Ejecución

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a la estructura, techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente

alineadas con los cerramientos de los locales. No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro e instalación de bandeja portacables metálica.

4.2.14. TUBOS

El tubo a emplear en las canalizaciones subterráneas será de tipo corrugado, curvable y estará fabricado con polietileno u otro material que en su composición no contenga prácticamente ninguno de los elementos siguientes: metales pesados, halógenos e hidrocarburos volátiles.

La superficie interior deberá resultar lisa al tacto, si bien se admitirán ligeras ondulaciones propias del proceso de extrusión.

La superficie exterior corrugada será uniforme y no presentará deformaciones acusadas, estando coloreada en el proceso de extrusión y no pintado por imprimación.

No se admitirán superficies con burbujas, rayas longitudinales profundas, quemaduras ni poros.

Las características mecánicas que deben cumplir los tubos son las siguientes:

- Radio de curvatura: en cada caso será especificado por el fabricante.
- Resistencia de compresión: superior a 450 N, para una deflexión del 5%.
- Resistencia al impacto según la siguiente tabla:

Dimensión Exterior del tubo (mm)	Masa del Martillo (kg) +1/0%	Altura de Caída (mm) +0/1%
De 61 a 90	5	400
De 91 a 140		570
Mayor de 140		800

En cuanto a las temperaturas de diseño de los tubos, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Temperatura de utilización en régimen permanente: - 5ºC a 90ºC
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: ³ 126ºC
- Los tubos serán suministrados en rollos y deberán marcarse a intervalos regulares, no superiores a 3 m, con las siguientes marcas:
- El nombre del fabricante o marca de fábrica.
- Indicación del material (PE, etc.).
- Tipo de tubo N (uso normal).
- Año de fabricación.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Ejecución de las Obras

En las operaciones de carga y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre

perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer, se evitará dejarlos rodar sobre piedras y, en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.

Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, aunque sólo sea por preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Se realizará el corte de los tubos en un plano ortogonal a las generatrices del tubo.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 50 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujeta. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

Medición y Abono

El precio de los tubos está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas.

Se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

Se considera la instalación de tubos en todos los pasos hormigonados, acceso a Centros de Transformación, cruces de caminos y carreteras, etc.

4.2.15. CINTA DE SEÑALIZACIÓN DE CABLES ENTERRADOS

La cinta para señalización subterránea de cable enterrado será de polietileno y se ajustará a la Recomendación Unesa RU 0205B: Señalización subterránea de cables enterrados y a la norma UNE 48103.

La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, con las siguientes indicaciones que serán proporcionales al ancho de la cinta:

- Color Amarillo Naranja Vivo
- Anchura 15 ± 0,5 cm
- Espesor 0,1 ± 0,01 cm
- Lado Triángulo 10,5 ± 0,3 cm

Ejecución de las Obras

Se instalarán cintas de señalización en todas las canalizaciones subterráneas, según número y disposición que se indique, dependiendo del tipo de zanja.

Ensayos y Pruebas

Las cintas a instalar deberán cumplir con lo establecido en la RU-0205B.

Medición y Abono

El precio de las cintas está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

4.2.16. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

4.2.16.1. GENERALIDADES

De manera general será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la Instrucción EHE, Pliego de Condiciones Generales PG-3 y normas UNE que sean de aplicación.

De manera general, será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la presente especificación y aquellas otras especificaciones que sean de aplicación en el Proyecto.

La Dirección Facultativa será la que tenga la potestad de adoptar un criterio de aceptación o rechazo en aquellos casos no especificados o que sean caso de duda.

4.2.16.2. HORMIGONES

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

4.2.16.3. ARMADURAS DE ACERO

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

4.2.16.4. EXCAVACIONES

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Profundidad de excavación inferior a la especificada.
- Dimensiones geométricas inferior a la especificada.
- Alineación de la excavación incorrecta.
- Pendientes de la excavación diferente a lo especificado.
- Presencia de grandes raíces y excesiva cantidad de materia orgánica.

4.2.16.5. EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJAS

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Zanjas que no se hayan hecho conforme al trazado replanteado.

- Zanjas de dimensiones no conforme a lo especificado.
- Rellenos con presencia de agua en las zanjas.
- Rellenos por debajo de la cota de relleno especificada.
- Ausencia y espesor de rellenos de hormigón cuando sea prescrito.
- Hormigones de relleno que no sean HM-20
- Ensayo menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.16.6. EXPLANADA

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado:

Suelos que no cumplen los requisitos de los suelos a emplear según lo prescrito en la presente especificación.

- El espesor de cada tipo de suelo no variará más de 15 mm de lo especificado.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Contenido de materia orgánica mayor del 5%.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.
- Humedad tras compactación fuera de rango entre -2% y +1% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.16.7. SECCIONES DE FIRME

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.

- Materiales de zahorra que no cumplan los requisitos de material especificados.
- No se aceptará espesores de firme inferiores a lo especificado en Proyecto.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Pendiente transversal inferior al 2% y mayor de lo especificado.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.16.8. DRENAJES

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.

- Partidas que no cumplan los ensayos de resistencia.
- Tubos de dimensiones exteriores e interiores no especificadas.
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en los tubos.
- Pendientes que no cumplen con lo especificado.
- Colocación de tubos sin solera de hormigón.
- Dimensiones, anchura y profundidad que no cumplan con lo especificado.
- Ausencia de revestimiento de hormigón cuando se prescriba.
- Espesores revestimiento de hormigón inferiores a los prescritos.
- Cotas incorrectas a las especificadas.
- Zonas donde se acumule agua.

4.2.17. PUNTOS DE INSPECCIÓN

El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial del desbroce
- Control geométrico del desbroce.
- Control geométrico de la Excavación,
- Ensayo de granulometría para clasificación de suelos
- Explanada, control geométrico
- Control geométrico de la Explanada
- Ensayos compactación de la Explanada
- Certificado calidad material del firme.
- Control geométrico y rasante del firme.
- Ensayo de compactación del firme
- Ensayo humedad y densidad del firme
- Control geométrico de las cunetas
- Control de las pendientes de los taludes
- Certificados de calidad de los elementos prefabricados
- Pasos salvacunetas: dimensiones y pendientes de tubos.
- Drenaje transversal: dimensiones, cotas y pendientes.

4.2.18. CONTROL MEDIOAMBIENTAL

Se realizará por el contratista un Programa de Vigilancia Medio Ambiental para la ejecución de los trabajos. Dicho Plan, será presentado a la Dirección Facultativa para su aprobación. Dicho Plan contendrá como contenidos mínimos:

- Estado descriptivo del terreno previo al inicio de las obras.
- Descripción de las obras a ejecutar.
- Descripción de los equipos a utilizar.
- Medidas preventivas y correctores descritas en la Declaración de Impacto Ambiental.
- Actuaciones protectoras y preventivas durante la fase de construcción:
- Limitación de paso de vehículos. Balizamientos.
- Control de las emisiones de polvo y partículas.
- Gestión de la tierra vegetal procedente de los desbroces y excavaciones.
- Control de residuos y vertidos a cauces.
- Respeto de los elementos arbolados.
- Emplazamientos especiales para almacenamiento y acopio de materiales
- Control y seguimiento:
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Declaración de Impacto Ambiental
- Informes periódicos. Quincenales.
- Control arqueológico.
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.

- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Dirección General de Patrimonio.
- Informes periódicos. Quincenales

4.2.19. NORMATIVA

- Norma 3.1-IC. Trazado.
- Norma 5.1-IC. Drenaje.
- Norma 5.2-IC. Drenaje superficial.
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme.
- NCSP-07. Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes.
- O.C. 11/02 Sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural.
- O.C. 306/89 Sobre caminos y vías de servicio y accesos a áreas y zonas de servicio.
- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Instrucción de hormigón estructural, aprobado por el RD 2661/1998.
- Pliego General de condiciones para la recepción de cementos RC-03.
- Eurocódigo 7, Estudio Geotécnico. Marzo 1999.
- Norma Básica de la Edificación NBA EA-95, Estructuras en acero (RD 1829/1995)
- Norma Básica de la Edificación NBE AE-88 Acciones en la edificación (RD 1370/1088)
- NCSE-94: Norma de construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)

- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 Reforma del Marcado Normativo de PRL.
- Ley 16/2002 de 1 de Julio de Prevención y Control Integrado de la Contaminación.
- RD 1627/1997, por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de la construcción.
- UNE-ENV 1992-1-6:1996. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-6: Reglas Generales. Estructuras de hormigón en masa
- UNE-ENV 1992-3:2000. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 3: Cimentaciones de hormigón. UNE-ENV 1992-2:1997. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón.
- UNE-ENV 1992-1-3:1995. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-3: Reglas Generales. Elementos y estructuras prefabricados de hormigón.
- UNE 0303-2:2001. Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.
- UNE 6832:1997. Especificaciones para la ejecución de uniones soldadas de barras para hormigón estructural
- UNE 7130:1958. Determinación del contenido total de sustancias solubles en aguas para amasado de hormigones
- UNE 7131:1958. Determinación del contenido total de sulfatos en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7132:1958. Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7133:1958. Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7134:1958. Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones

- UNE 7178:1960. Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7234:1971. Determinación de la acidez de aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones, expresada por su pH
- UNE 7235:1971. Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones
- UNE 7236:1971. Toma de muestras para análisis químico de las aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones
- UNE 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
- UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en construcción.
- UNE 36094:1997. Alambre y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 36094:1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 41184:1990. Sistema de pretensado para armaduras postensas, definiciones, características y ensayos.
- UNE 53981:1998. Plásticos. Bovedillas de poliestireno expandido (EPS) para forjados unidireccionales con viguetas prefabricadas
- UNE 80217:1991. Métodos de ensayos de cemento. Determinación del contenido de cloruros, dióxido de carbono y alcalinos en los cementos
- UNE 80307:2001. Cementos para usos especiales
- UNE 80310:1996. Cementos de aluminato de calcio
- UNE 83115:1998. Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas.
- UNE 83414:1990-EX. Adiciones del hormigón. Ceniza volante. Recomendaciones generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones.

- UNE 83460-2:2005. Adiciones al hormigón. Humo de sílice. Parte 2. Recomendaciones generales para la utilización del humo de sílice.
- UNE 112010:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de cloruros en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 112011:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 146507-2:1999-EX. Ensayos de áridos. Determinación de la reactividad potencial de los áridos. Método químico parte 2. Determinación de la reactividad álcali-carbonato.
- UNE 146508:1999-EX. Ensayo de áridos. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice y álcali-silicato de los áridos. Método acelerado en probetas de mortero.
- UNE 146509:1999-EX. Determinación de la reactividad potencial de los áridos co n los alcalinos. Método de los prismas de hormigón.
- UNE 146901-1-M:2004. Áridos designación
- UNE-EN 196-1:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 1. Determinación de resistencias mecánicas.
- UNE-EN 196-2:1996. Queda anulada por UNE-EN 196-2:2006
- UNE-EN 196-2:2006. Métodos de ensayos de cemento. Parte 2. Análisis químico de cementos.
- UNE-EN 196-3:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 3. Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 197-1-2000/A1:2005. Cemento. Parte 1. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes
- UNE-EN 197-4:2005. Cemento. Parte 4. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia.
- UNE-EN 287-1:2004. Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1. Aceros.

- UNE-EN 445:1996. Lechadas para tendones de pretensado: Métodos de ensayo
- UNE-EN 447:1996. Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes.
- UNE-EN 450:1995. Cenizas volantes para hormigón. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 450:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 451-1:2006. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 1. Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- UNE-EN 451-2:1995. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 2. Determinación de la finura por tamizado en húmedo.
- UNE-EN 523:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, requisitos, control de calidad.
- UNE-EN 524:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 933-1:1998. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1. Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2:1996. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2. Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Tamaño normal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3:1997. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3. Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-4:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 4. Determinación de la forma de las partículas.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.

- UNE-EN 933-8:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.

- UNE-EN 933-9:1999. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9. Evaluación de los finos. Ensayo azul de metileno.

- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.

- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.

- UNE-EN 934-2-2002/A1:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2. Aditivos para hormigones. Definiciones. Requisitos. Conformidad. Marcado y etiquetado.

- UNE-EN 1015-11:2000. Método de ensayo de morteros para la albañilería. Parte 11. Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.

- UNE-EN 1097-2:1999. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2. Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.

- UNE-EN 1097-2:1999. Técnica del vacío. Símbolos gráficos.

- UNE-EN 1097-6:2001. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6. Determinación de la densidad de partículas y absorción de aguas.

- UNE-EN 1363-1:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.

- UNE-EN 1367-2:1999. Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Ensayo de sulfato de magnesio.

- UNE-EN 1520:2003. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta.

- UNE-EN 1542:2000. Productos y sistemas para la protección y preparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayos. Determinación de la adhesión por tracción directa.

- UNE-EN 1744-1:1999. Ensayo para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1. Análisis químico.
- UNE-EN 1770:1999. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón Métodos de ensayos. Determinación del coeficiente de dilatación térmica.
- UNE-EN 1990:2003. Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN 1991-1-2:2004. Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 1-2. Acciones Generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
- UNE-EN 10002-1:2002. Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Parte 1. Método de ensayo a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE-EN 12350-1:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- UNE-EN 12350-2:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2. Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 12350-3:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 3. Ensayo Vebe.
- UNE-EN 12350-7:2001. Ensayos de hormigón fresco. Parte 7. Determinación del contenido del aire. Métodos de presión
- UNE-EN 12390-1:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.
- UNE-EN 12390-2:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- UNE-EN 12390-3:2003. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
- UNE-EN 12390-5:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 5. Resistencia a flexión de probetas.

- UNE-EN 12390-6:2001 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 6. Resistencia a tracción indirecta de probetas.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua baja presión.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- UNE-EN 12504-1:2001. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1. Testigos. Extracción. Examen y ensayo a compresión.
- UNE-EN 12504-2:2002. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 2. Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote.
- UNE-EN 12504-4:2006. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 4. Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos.
- UNE-EN 12620:2003. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12620:2004. Áridos para hormigón
- NE-EN 12794:2006. Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.
- UNE-EN 13224-2005/AC: 2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nevados.
- UNE-EN 13263-1:2006. Humo de sílice para hormigón. Parte 1. Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.
- UNE-ENV 13381-3:2004. Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 3. Protección aplicada a elementos de hormigón.
- UNE-EN 13693:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos especiales para cubiertas.
- UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.

- UNE-EN 14647:2005. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE-EN 80305:2001. Cementos blancos.
- UNE-EN ISO 377:1998. Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos.
- UNE-EN ISO 9001:2000. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos para su uso.
- UNE-EN ISO 15614-1:2005. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo.
- UNE-EN ISO 15630-1:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1. Barras, alambres y alambrón para hormigón.
- UNE-EN ISO 15630-2:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2. Mallas soldadas.
- UNE-EN ISO 15630-3:2003. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 3. Acero para pretensar

4.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.3.1. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.3.1.1. CONDUCTORES

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas.

El cableado de Baja Tensión utilizado para el conexionado será de tipo XZ1-Al con aislamiento de 1,5 kV y contará con un aval de durabilidad por un periodo de al menos la vida útil de la Planta BESS.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y estarán especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II).

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del Proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Ejecución

Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CA deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%, teniendo como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro, tendido e instalación de bus ca (conexión unidades de almacenamiento - transformadores de potencia). totalmente instalado y conexionado. Se mide en metros.
- Suministro, tendido e instalación de circuitos ca de alimentación de auxiliares, totalmente instalado y conexionado.

4.3.2. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

4.3.2.1. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200:2005.

Las celdas a emplear serán celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 30 en cuanto a la envolvente externa.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal, Un=33 kV:

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
    - A tierra y entre polos: 125 kV
    - A la distancia de seccionamiento: 145 kV
- Tensión asignada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

    - A tierra y entre polos: 50 kV
    - A la distancia de seccionamiento: 60 kV

- Tensión nominal del embarrado: 24 kV
- Capacidad de corte: 40 kA
- Corriente de corta duración (3s): 16 kA
- Clasificación arco interno IAC AF, 1 s: 40 kA

Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).
    - La presión relativa de llenado será de 0,4 bar. Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.
    - Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
    - El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.
    - El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

- Compartimento de mandos. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente: Motorizaciones, Bobinas de cierre y/o apertura y Contactos auxiliares. Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Ejecución

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

Pruebas Reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación, Resistencia del sistema de puesta a tierra y Tensiones de paso y de contacto.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cabina MT protección línea: suministro y montaje celda de línea, de corte y aislamiento.
- Cabina MT interruptor general: suministro y montaje de celda de protección de interruptor automático de vacío.
- Cabina MT protección transformador: suministro y montaje de cabina ruptofusible.
- Cabina MT medida: suministro y montaje de celda de medida que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, protección y contadores de medida de energía.
- Celda de ampliación cuadro MT: suministro, montaje, instalación y puesta en marcha de celda de ampliación cuadro de media.

4.3.2.2. CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE MT

Para la conexión entre centros de transformación y éstos con el centro de seccionamiento del Parque BESS se utilizarán únicamente cables de aislamiento de etileno propileno, atendiendo a las siguientes normas:

- RU 3305 C: Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para redes de alta tensión hasta 30 kV.
- UNE 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE-EN 50267-2-1: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a fuego.
- Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de cables eléctricos.
- Procedimiento de determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.

El cable está formado por hilos de aluminio de clase 2, capa semiconductora interna, aislamiento de HEPR (etileno propileno), capa semiconductora externa, pantalla metálica, con sistema de obturación longitudinal al agua, constituida por una corona de hilos de cobre y cubierta exterior.

No se admitirán cables que presenten defectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se admitirán conductores de procedencia distinta en el mismo circuito.

Materiales:

Las diferentes capas de materiales que componen el cable de Media Tensión son:

- Conductor. Constituido por hilos de aluminio de clase 2, según IEC 60228; UNE-EN 60228.
- Capa semiconductora interna. Capa extrusionada de material conductor, la cual forma un cuerpo único con el aislante y no se separará del mismo.
- Capa de aislamiento. Constituida por etileno propileno. Las características de este material serán las especificadas según la norma IEC 60502.
- Pantalla semiconductora externa. Capa de mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a las del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.
- Pantalla metálica. Constituida por fibras de cobre colocadas en hélice recubriendo uniformemente todo el perímetro del cable. Sobre estas fibras se coloca habitualmente una contraespira de fleje de cobre, en hélice abierta. Según la Recomendación Unesa RU 3305 C.
- Constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina que no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además, el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil y llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa del cable.

- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Referencia de calidad UNESA.
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Ejecución

Manipulación de las bobinas de cable:

- Izado de bobinas mediante grúa. Hay que suspender la bobina mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.
- Izado y transporte mediante carretilla elevadora. La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.
- Carga y descarga de bobinas de cable. La carga y descarga de la bobina debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora. Bajo ningún concepto, se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado. También es totalmente inadmisible dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena. Transporte mediante camión o plataforma de transporte:
- Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento por rodadura, y trabas para evitar el desplazamiento lateral. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

Rodadura sobre el suelo:

- Deberá evitarse en todo momento, salvo casos excepcionales y en recorridos cortos.

Almacenamiento y conservación:

- 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.

- El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo se cubrirán para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

- Los extremos de los cables han de estar protegidos para evitar la penetración de humedad. En caso de pérdida de las protecciones originales de los cables, deben reponerse lo antes posible, utilizando soldadura si existen tubos de plomo o encintado en los demás casos; en ambos casos pueden emplearse capuchones de goma fabricados al efecto.

Tendido de cables:

- El tendido y la protección del cable deberán efectuarse siempre en presencia del Director de Obra o persona por él delegada, programando dicha operación con la suficiente antelación.

A continuación, se tratan las distintas fases del tendido:

- Ubicación de la bobina. Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

  Si existen canalizaciones, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable.

- Extracción del cable:

  - La bobina se suspende por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soporta mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina.

- Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (es suficiente una elevación de 0,10 a 0,15 m respecto al suelo) se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

- La extracción se hará por rotación de la bobina alrededor del eje y extracción del cable por la parte superior de la bobina.

- Como alternativa, la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo. Se dispondrá algún dispositivo de frenado.

- El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable.

- La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina para evitar la formación de bucles.

- Manipulación del cable. Se tomarán las precauciones necesarias para procurar que el cable no sufra golpes, rozaduras, pinchazos, ni tampoco esfuerzos importantes, ni de tensión, ni de flexión ni de tracción.

- Radios de curvatura. Los radios de curvatura mínimos, finales, una vez los cables en su posición definitiva, están indicados en las normas de cables o en las recomendaciones de los fabricantes del cable. Para los de MT, R >15 D.

- Esfuerzos de tiro durante el tendido. Para los cables tripolares los esfuerzos de tracción no deben sobrepasar 4 daN/mm2 de sección del conductor, si es de cobre o 2,4 daN/mm2 de sección del conductor si es aluminio, considerando la sección del conductor que soporta efectivamente el esfuerzo de tracción. Para cables unipolares estos valores pueden aumentarse en un 25% (valor x 1,25).

- Por otro lado, en ningún caso el esfuerzo total en el cable debe sobrepasar:

- 2.500 daN en cables unipolares.
- 3.000 daN en cables multipolares.

La máxima tracción admisible en tramos con curvas es: 450 x R daN.

- Tendido de tubos. En ambos extremos de las canalizaciones entubadas, a ejecutar en todos los cruces de caminos se instalarán arquetas de registro en ambos extremos de la canalización entubada. En estos casos, para reducir el esfuerzo de tiro, se utilizarán rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo para evitar el rozamiento entre cable y tubo.
  - Temperaturas bajas. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0ºC no se permitirá hacer el tendido del cable.
  - Estanqueidad de los extremos del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina.
  - Solape entre cables para confeccionar los empalmes. Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 m del extremo del cable, ya que, al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentar desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.
- Tendido en zanja. Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos:
  - La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave.
  - El suelo de la zanja que va a recibir el cable debe ser liso, estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. y disponer de un lecho de mínimo 6 cm de arena.
  - A lo largo de la zanja debe haber rodillos dispuestos cada 3-6 m, construidos de forma que puedan girar libremente, tengan una base suficiente para no volcar y no puedan dañar al cable. A la salida de la bobina se debe colocar un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. Deberá tenerse especial cuidado en

la posición de los rodillos en todas las curvas en las que se dispondrán algunos rodillos verticalmente para evitar que el cable se ciña al borde de la zanja.

- Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja.

- Agrupación de ternas. Se colocará una sujeción tipo abrazadera cada 1 m, envolviendo las tres fases de M.T. de forma que queden agrupadas y las mantenga unidas.

- No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta hasta el día siguiente sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo por lo menos con una capa de 0,08 m de arena fina y con la protección de placas de PE.

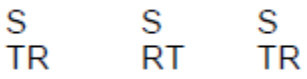
- A mano. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de canalizaciones. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de la misma cuando tome demasiada velocidad y uno o dos más se cuidarán de que todas las precauciones se realicen correctamente. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente.

- Con medios mecánicos. Cuando los cables se tiendan mediante abrazaderas, tirando del extremo del cable al que se le haya adaptado una manga de arrastre o cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado del conductor no debe sobrepasar el indicado por el fabricante de este. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción. En el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe existir también un sistema de comunicaciones eficiente entre el director de obra, sus ayudantes y el personal que controla el frenado de la bobina.

- Tendido en tubo. Los diámetros de los tubos y sus características serán los descritos en su apartado correspondiente. Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas, de que los distintos tubos están adecuadamente alineados y de que no existen taponamientos. Durante el tendido hay que

proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, y se coloca un segundo rodillo a la salida del tubo de forma que se obligue el cable a salir por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma. Una vez instalado el cable deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc., y se taparán las bocas con mortero pobre, lechada espumas etc., que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.

- Disposición de los cables. En las canalizaciones eléctricas existirán varios circuitos próximos de cables unipolares en capa. El orden de fases en una canalización en un mismo nivel será de la siguiente forma:



- Puesta a tierra. Todas las pantallas de los cables en Media Tensión deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable. Si los cables son unipolares, o las pantallas están aisladas, la puesta a tierra puede realizarse en un solo extremo y en conexión con el empalme se adoptarán protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

- Ensayos y pruebas de las pantallas de los conductores. Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables antes de su puesta en servicio serán los siguientes:

  - Medida de la resistencia de aislamiento.
  - Comprobación de continuidad y orden de fases.
  - Ensayo de rigidez dieléctrica.

Las verificaciones y ensayos se llevarán a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios.

Medición y Abono

- En el precio se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro instalación, pruebas, etc.

- Las unidades previstas de medición son las siguientes:
- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de media tensión, compuesto por cable de aislamiento totalmente instalado.
- Puente interconexión MT trafo-protección de trafo: Interconexión entre celda de protección y transformador, en media tensión formado por circuito trifásico, tendido desde cabina de protección de transformadores hasta bornas de alta tensión de transformador. Totalmente peinado e identificado, incluido el suministro, realización e instalación.
- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de MT.

4.3.2.3. **ACCESORIOS**

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

Los terminales se montarán en el extremo de un cable para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Los empalmes deberán garantizar la conexión eléctrica entre dos cables para formar un circuito continuo e incluirán la unión metálica para dar continuidad a la pantalla del cable, en su caso.

Las características de los accesorios no especificadas en este pliego serán las indicadas en la norma UNE-EN 61210.

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

Los materiales especificados serán adecuados para su empleo, y no serán afectados por el contacto con otros materiales utilizados en la confección del terminal o empalme ni aumentarán la velocidad de corrosión de cualquier metal con el que puedan entrar en contacto.

Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los terminales y empalmes deberán sellar totalmente, tanto el cable como el conductor. No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario. Además, sólo se aceptarán éstas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldable y antisurco.

La toma de tierra de los terminales, así como en su caso, el manguito de unión de pantallas metálicas será de cobre estañado para ser engastados por compresión. La pieza de toma de tierra y manguito se suministrará como parte integrante del accesorio.

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme.

Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Los terminales enchufables se acoplarán a los transformadores de distribución o a las funciones de protección o de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6, a través de las superficies de acoplamiento indicadas en las normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181, respectivamente.

Todos los terminales enchufables serán apantallados. La intensidad asignada de los terminales enchufables es 630 A, que será la intensidad admisible del correspondiente pasatapas.

Marcas y formas de suministro: Los terminales y empalmes llevarán inscritas, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes: Nombre o marca de identificación del fabricante y Año de fabricación (dos últimas cifras).

Además de las marcas anteriores, cada elemento constitutivo del conjunto deberá llevar una referencia del fabricante que permita, en todo momento, la identificación de cada una de las piezas que lo constituyen. Si esto no fuese posible, la identificación de cada pieza puede ir marcada en su envase, siempre que dicho envase contenga solamente una pieza.

Una vez finalizado el montaje del accesorio deberá poderse identificar perfectamente la marca y/o nombre del fabricante y el año de fabricación.

En el embalaje de los accesorios, deberá incluirse las instrucciones detalladas de montaje en castellano y la relación de los elementos constitutivos del accesorio.

Los accesorios que contengan productos químicos auxiliares deberán llevar marcados los envases con la denominación de su contenido. En el caso de productos tóxicos, su denominación responderá a lo especificado para este tipo de productos en el RD 363/1.995.

Ejecución de las obras: La ejecución de empalmes o uniones serán realizadas siguiendo las instrucciones que aporte el fabricante de cada accesorio. El número de empalmes será el menor número de ellos posibles. El Contratista someterá a la Dirección de Obra la hoja de tendido para su aceptación o rechazo.

En el caso de empalmes se deberá hacer constar por escrito la ubicación descriptiva del empalme para una posterior localización del mismo, incluyendo coordenadas UTM de su localización.

Ensayos y Pruebas

Los empalmes a instalar deberán estar completamente probados en fábrica, y serán de acuerdo a la norma UNE-HD 629.1 y UNE-EN 61442 en cuanto a ensayos de calidad.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Terminal MT: Suministro y montaje de terminal enchufable de conexión. Totalmente instalado.

4.3.3. RED DE TIERRAS

Como es preceptivo, y para evitar tensiones de paso y de contacto peligrosas, y al objeto de mantener los valores de éstas dentro de los límites admitidos por el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 13), todos los elementos metálicos deberán estar conectados a la Red de Tierras de la

Planta BESS, la cual debe disponer de una malla de puesta a tierra a la que se conecten.

Todas las masas de la Instalación BESS, tanto de la instalación en corriente continua como de las de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro del transformador, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Materiales

Se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT, MT y sistema de seguridad.
- Puesta a tierra de los módulos de almacenamiento.
- Red de tierras exterior a cada uno de los centros de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 120 mm2 y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de los centros de transformación.
- Red de tierras exterior al Centro de Seccionamiento, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 120 mm2 enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra del Parque BESS.

Las picas verticales serán barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre o de acuerdo con la Norma UTE 3.90.01. Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m.

Los electrodos enterrados horizontalmente, según el artículo 8.2.3 del capítulo XXII del reglamento de baja tensión, deben estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm.

Ejecución

Todas las soldaduras serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico. En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes, los cuales se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión con pletina de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90º, en cruz o empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de la conexión.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro y tendido de la red de tierras de la instalación y tendido en zanja.
- Puesta a tierra de los módulos de almacenamiento unida a la red de tierras general de la instalación.
- Suministro, montaje y ejecución de la red de puesta a tierra del centro de transformación, conectándose a dicha red las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo como consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y bastidores de equipos y cuadros, etc. Se conectará a la red exterior mediante caja de puente de comprobación totalmente instalada.

- Suministro y montaje de arqueta de polipropileno para comprobación de la red de PAT de la instalación, incluyendo la excavación y transporte de tierras a vertedero, así como el suministro y montaje del puente de pruebas.
- Suministro, tendido y conexionado de la puesta a tierra de los equipos de seguridad.
- Puesta a tierra de las cajas de concentración unidas a la red de tierras general a través de latiguillo conectado a la estructura de soporte.

En Valencia, junio de 2026

Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el día 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 12:33:44 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L. COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L. CICCPCV 31899

TRABAJO:

PROYECTO "BESS ALDEHUELA I_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

DOCUMENTO: **V. Estudio de Seguridad y Salud**



ENERGY FACTORY

emin.energy

PROYECTO "BESS ALDEHUELA 1_ST"

DE 5 MW Y 10 MWH

EN FUENLABRADA (MADRID)

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

ÍNDICE 2

1. OBJETO DEL ESTUDIO 4

1.1. NÚMERO DE TRABAJADORES ESTIMADO 6

1.2. SERVICIOS EXISTENTES Y AFECCIONES 6

1.3. UNIDADES CONSTRUCTIVAS 7

1.4. DESVÍOS DE TRÁFICO 8

2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 10

3. IDENTIFICACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES, MAQUINARIA E INSTALACIONES DE OBRA 11

4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 12

5. PROTECCIONES COLECTIVAS 13

5.1. SEÑALIZACIÓN GENERAL 13

5.2. VALLAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN DE PEATONES 13

5.3. BARANDILLAS Y PASARELA 14

5.4. MEDIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS 14

5.5. AVISADOR ACÚSTICO Y ESTRUCTURA ANTIVUELCO EN EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES 15

5.6. CONOS DE BALIZAMIENTO 15

5.7. BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PORTÁTIL 16

5.8. PROTECCIÓN COLECTIVA EN EDIFICACIÓN 16

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN 16

7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 18

8. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 20

9. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES 23

9.1. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA 23

9.2. COMPORTAMIENTO Y EQUIPO DE LOS TRABAJADORES 24

10. ACTIVIDADES 25

10.1. ACTIVIDADES PREVENTIVAS BÁSICAS 25

10.1.1. Trabajos en altura 25

10.1.2. Trabajos en calzadas 29

10.1.3. Descargas y acopios 31

10.1.4. Señalización de las zonas en obras 37

10.2. ACTIVIDADES NO CONSTRUCTIVAS 42

10.2.1. Topografía y replanteo 42

10.3. ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS EDIFICACIÓN 43

10.3.1. Excavaciones 43

10.3.2. Encofrado y desencofrado 50

10.3.3. Cimentaciones superficiales 60
10.3.4. Ferrallado 63
10.3.5. Hormigonado y vibrado 74
10.3.6. Cerramiento exterior 84
10.3.7. Tabiquería y elementos divisorios 95
10.3.8. Carpintería metálica exterior e interior, montaje de vidrio y cerrajería 104
10.3.9. Falsos techos 115
10.3.10. Revestimientos 121
10.3.11. Solados 129
10.3.12. Excavacion de zanjas 135
10.3.13. Colocación-montaje de tuberías y accesorios. 138
10.3.14. Relleno, extendido, nivelado y compactado 142
10.3.15. Reposición de pavimentos, calzadas y viales. 150

11. MAQUINARIA Y EQUIPOS 154

11.1. MINIEXCAVADORA Y EXCAVADORA 154
11.2. RETROEXCAVADORA 157
11.3. MARTILLO ROMPEDOR HIDRÁULICO (M.R.H) 163
11.4. CAMIÓN BASCULANTE 165
11.5. DUMPER 168
11.6. CAMIÓN HORMIGONERA 171
11.7. HORMIGONERA ELÉCTRICA 174
11.8. VIBRADORES 176
11.9. CAMIÓN GRÚA 177
11.10. MINI BARREDORA 181
11.11. CAMIÓN BITUMINADOR 185
11.12. EXTENDEDORA DE AGLOMERADO ASFÁLTICO 188
11.13. RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO 191
11.14. PEQUEÑAS COMPACTADORAS – PISONES MECÁNICOS 193
11.15. HERRAMIENTAS MANUALES 195

12. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS 208

13. COMPORTAMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS QUE TRABAJAN EN VÍAS CON CIRCULACIÓN 210

13.1. SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS Y VIAS OCUPADAS POR LAS OBRAS 210

14. PLAN DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA DE LA OBRA 219

15. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 219

1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud corresponde al Proyecto "BESS ALDEHUELA 1_ST" de 5 MW y 10 MWh en Fuenlabrada (Madrid)", según lo dispuesto en el artículo 7 del R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Este Estudio de Seguridad y Salud constituirá el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a que se refiere el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y facilitará la labor de prevención y protección de riesgos profesionales, durante la ejecución de la obra.

Se consideran en este Estudio los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares; la identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y las medidas técnicas para ello; los riesgos que no pueden eliminarse y se especifican las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Cuando se redacte el Plan de Seguridad y Salud (a partir del presente Estudio) deberá contar, antes del inicio de los trabajos, con la aprobación de la Administración promotora previo informe del Coordinador de Seguridad y Salud de las obras en fase de ejecución.

Este Estudio de Seguridad y Salud propone una serie de procedimientos constructivos para ejecutar los trabajos, de los que se analizan sus riesgos proponiendo una serie de medidas preventivas al efecto de minimizarlos.

El Real Decreto 1627/97, implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de construcción en que así lo indique. Este mismo R.D. establece, que en aplicación de ese Estudio, el Contratista queda obligado a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio, con el fin de establecer los medios y regular las actuaciones, para que todos los trabajos que se realicen en esta obra impliquen el menor riesgo posible que pueda producir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

En el presente Estudio se propone potenciar al máximo los aspectos preventivos en la ejecución de la obra, para garantizar la salud e integridad física de los trabajadores y personas del entorno. Para ello se han de evitar las acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, falta o insuficiencia de medios, siendo preciso, por lo tanto:

- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de las actividades de la obra. Aplicar técnicas de trabajo que reduzcan en lo posible estos riesgos.

- Prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de seguridad necesarias.
- Interesar a cuantos intervienen en la obra para que participen en la consecución de los objetivos previstos, mediante la FORMACIÓN E INFORMACIÓN.

Con independencia del contenido de este Estudio, que define los aspectos específicos del tratamiento de los riesgos de esta obra, y de la organización prevista para regular las actividades de Seguridad y Salud, se tendrá en cuenta y se cumplirán las disposiciones legales sobre Seguridad, Higiene y Medicina del trabajo.
No deben tomarse como inamovibles o definitivas las soluciones que aquí se apuntan, ya que una obra es algo vivo y cambiante, por lo cual, antes de iniciarse cualquier unidad constructiva, se analizarán los nuevos riesgos y su prevención, por si las soluciones fuesen susceptibles de alguna modificación.

Por tanto, no se realizarán trabajos que no estén incluidos en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Para nuevas actividades no reflejadas dentro del presente Estudio, se comunicará tanto al Coordinador de Seguridad y Salud como a la Dirección de Obra, especialmente a lo referido a la Gestión de la Prevención en la obra (cambios en los organigramas, modificaciones en los procedimientos de gestión, cambios en los nombramientos de Recursos Preventivos,…). Una vez avisados, la empresa constructora deberá redactar los correspondientes Anexos o modificaciones en su Plan de Seguridad y Salud, los cuales deben ser aprobados por la Dirección de Obra previo al inicio de los trabajos a los que se refieran.

Una vez la empresa constructora redacte el Plan de Seguridad y Salud, se realizarán reuniones con la correspondiente previsión de los trabajos a realizar con el fin de poder analizar las medidas preventivas si vienen reflejadas en el presente Estudio y, en su defecto realizar los correspondientes Anexos, dando tiempo a su aprobación ante del comienzo de los mismos. La empresa contratista informará periódicamente al coordinador de la previsión de los trabajos a realizar, empresas subcontratistas que los ejecuten y Recursos Preventivos nombrados.

JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En virtud del Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, y según su artículo 4, el PROYECTO “BESS ALDEHUELA 1_ST” DE 5MW Y 10 MWh EN FUENLABRADA (MADRID) debe incluir un Estudio de Seguridad y Salud al encontrarse en alguno de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual superior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, conducciones subterráneas y presas.

Para el proyecto de ejecución que nos ocupa, y para los dos lotes previstos, resultan de aplicación los tres primeros puntos.

1.1. NÚMERO DE TRABAJADORES ESTIMADO

Para la ejecución de las obras se han previsto una distribución de equipos de trabajo formados por 15 trabajadores de media con una punta de 20.

1.2. SERVICIOS EXISTENTES Y AFECCIONES

Servicios existentes. Reposición de servicios

Conforme la documentación que obra en mi poder, en el momento de desarrollar este plan de seguridad y salud, no existen conducciones enterradas de electricidad, agua, saneamiento, etc.

Al tratarse de una actuación superficial no se afectarán a ningún servicio, por lo que no se prevé la reposición de ninguno. Si se detectase durante el proceso constructivo la presencia de dichas instalaciones, deberá actuarse del siguiente modo:

- Nada más detectar la presencia, interrumpir los trabajos y comunicar la situación al Jefe de obra, en evitación de riesgos mayores.
- Intentar averiguar si la instalación está en servicio o fuera de uso. En cualquier caso y ante la falta de información, siempre se considerará que la instalación está en uso.
- Si se considera que la instalación está en uso, deberán interrumpirse las actividades en las inmediaciones o incluso si se estimase conveniente, en la obra.

- Notificar de la presencia a la compañía proveedora del servicio, antes de tomar cualquier decisión.
- Si la instalación está en servicio, deberá replantearse y señalizarse el itinerario o los itinerarios seguidos dentro de la obra por la instalación.
- Se deberán establecer zonas de seguridad en las inmediaciones.
- Si se debe interrumpir el servicio de manera temporal o transitoria, deberá comunicarse antes de la interrupción el servicio de manera temporal o transitoria, deberá comunicarse antes de la interrupción, y seguirse en todo momento las especificaciones establecidas por la compañía suministradora.
- Detectada la instalación y si está en servicio, todos los trabajadores de la obra deberán ser conocedores de la presencia de dicha servidumbre, para evitar la realización de operaciones que puedan suponer un riesgo.

Afección a servicios

- En caso de que se detecte la existencia de servicios imprevistos que puedan verse afectados por encontrarse dentro de la zona de obras, se comunicará con la compañía correspondiente y que ésta adopte las medidas oportunas.
- Se detendrán los trabajos en las inmediaciones de líneas eléctricas y conducciones de que surjan de un modo imprevisto en la obra, debiendo balizarse la zona. No se reanudarán los trabajos hasta que la empresa suministradora lo autorice y se informará a la dirección facultativa y al promotor de todas las incidencias detectadas al respecto
- El encargado dispondrá una copia de los teléfonos de los representantes de las propietarias de los servicios.

1.3. **UNIDADES CONSTRUCTIVAS**

Las unidades constructivas en las que agruparemos los diferentes trabajos a desarrollar son:

- Albañilería.
- Carpintería de encofrados.
- Colocación de elementos prefabricados.
- Corte de carril de calzada para facilitar operaciones.
- Excavación de tierras a máquina en zanjas.

- Explanación de tierras.
- Instalación de barreras de protección flexibles y rígidas.
- Instalación de soportes para señalización.
- Instalaciones provisionales para los trabajadores (vagones prefabricados).
- Manipulación, armado y puesta en obra de la ferralla.
- Montaje de desvíos de tráfico rodado.
- Relleno de tierras en zanjas de formato medio.
- Trabajos en proximidad a líneas eléctricas aéreas.
- Trabajos en vías públicas.
- Vertido de hormigones mediante bombeo
- Vertido de hormigones mediante cubos a gancho de grúa.
- Vertido directo de hormigones mediante canaleta.

1.4. **DESVÍOS DE TRÁFICO**

Las actuaciones previstas para la ordenación del tráfico durante las obras, mantienen libres de tráfico las zonas necesarias para la ejecución de las diferentes obras previstas en el proyecto. Los criterios básicos para la definición de los desvíos de tráfico necesarios y las fases de actuación son los siguientes:

- Informar al usuario de la presencia de las obras.
- Causar las afecciones mínimas al tráfico de las vías que se alteran, ordenando su circulación y limitando el deterioro del nivel de servicio en dichas vías.
- Proyectar los desvíos provisionales de forma que los flujos de circulación habituales no sufran modificaciones importantes que puedan provocar desorientación en los usuarios.
- Definir la señalización y balizamiento precisos para garantizar la canalización del tráfico.
- Conseguir una mayor seguridad, tanto para los usuarios como para los trabajadores de la obra, con objeto de prevenir accidentes.

Se atenderá en todo momento a lo dispuesto en el punto 14. Comportamiento y Seguridad de los operarios que trabajan en vías con circulación del presente Estudio.

Medidas preventivas:

- Se evitará el uso de vallado tipo ayuntamiento o similar para delimitar zonas de obra junto a tener que delimitar zonas de trabajo en calzada o en su proximidad se utilizarán elementos de balizamiento como barreras de contención tipo New-Jersey o conos de balizamiento
- No se realizarán trabajos en calzada si previamente no se cuenta con el permiso expedido por la Guardia civil, la Policía Local y el Ayuntamiento de Menorca, de acuerdo a los horarios establecidos por estos.
- Todas las señales serán reflectantes. Además de la señalización indicada, todas las zonas de obra junto a calzada por la que circulen vehículos quedarán totalmente delimitadas mediante balizamiento, para el cual se emplearán conos reflectantes, paneles direccionales y barreras de contención tipo New-Jersey. En todo momento y en todo lugar (ya sea en calzada o en acera), los trabajos se realizarán siempre e interior de zona balizada o vallada
- La instalación y mantenimiento del vallado, la señalización y el balizamiento necesarios en la obra, será responsabilidad de la empresa contratista.

Medidas preventivas (circulaciones peatonales):

- En caso de afectar al tránsito peatonal, deberá quedar la zona de actuación cerrada al paso de peatones mediante vallado, cinta de balizamiento y conos, y se indicarán caminos alternativos mediante cartelería colocada al efecto, en los que debe figurar la dirección a seguir por los mismos y la prohibición de acceso a la zona por encontrarse en obras.
- Se mantendrá el acceso permanente a residentes en las viviendas de las calles afectadas en condiciones de seguridad, con pasos habilitados y pasarelas sobre zanjas. Se señalizará la prohibición de paso peatonal, permitiendo únicamente el paso a residentes.
- El paso peatonal se mantendrá acondicionado en correctas condiciones de seguridad, siempre con un paso de hormigón o aglomerado y sin la existencia de huecos, quedando éstos (como huecos de arquetas, etc…) totalmente tapados con tablones de madera y fijados para evitar su movimiento.
- En el caso puntual de movimiento de maquinaria junto a la circulación peatonal, se dispondrá un operario vigilando el movimiento de la maquinaria, así como la necesidad de acceso desde la zona de obras hacia la calzada o viceversa.
- Se vigilará especialmente que al finalizar la jornada el vallado perimetral de la obra y los puntos de

acceso a la misma estén bien cerrados para evitar el posible acceso de personal ajeno a la obra.

- Los acopios se mantendrán vallados y debidamente señalizados. No se acopiará material en las vías de circulación, ni en las vías de tránsito de peatones.
- Se dispondrá de una brigada de seguridad que mantendrán las protecciones colectivas para asegurar las correctas medidas de protección, así como la señalización y balizamiento, revisándolo periódicamente, sobre todo al comienzo y final de las jornadas de trabajo y durante los descansos
- La instalación y mantenimiento del vallado, la señalización y el balizamiento necesarios en la obra, será responsabilidad de la empresa contratista.

2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Se cumplirá en todo momento con la normativa vigente y en especial con lo que establece el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre de disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Para la prevención de estos riesgos existen dos tipos de medios, que se agrupan según su utilización y empleo.

En un primer grupo se integran todos aquellos que el trabajador utiliza a título personal y que por ello se denominan Equipos de Protección Individual.

El resto se conocen como medios de protección colectiva y son aquellos que defienden de una manera general a todas las personas de la obra o que circunstancialmente tengan presencia en la misma, contra las situaciones adversas del trabajo o contra los medios agresivos existentes.

Desde un punto de vista práctico, se utilizarán las protecciones colectivas, por ser más eficaces y no causar molestias al usuario. Sin embargo, esto no siempre es factible, de aquí que pueda ser necesario el empleo de ambas.

La organización de los trabajos se realizará de forma tal que la seguridad para los trabajadores sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.

3. IDENTIFICACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES, MAQUINARIA E INSTALACIONES DE OBRA

La maquinaria, equipos, herramientas y otros medios necesarios para la realización de la obra proyectada, es la siguiente:

- Camión de transporte
- Camión basculante
- Camión bituminador
- Extendedora de aglomerado asfáltico (sobre orugas)
- Compactador de neumáticos/ llanta lisa/ vibrante autopropulsado
- Mini barredora
- Pequeñas compactadoras
- Taladro portátil
- Martillo neumático
- Cortadora de pavimento (con disco)
- Andamios metálicos modulares.
- Puntales metálicos.
- Carretón o carretilla de mano (chino).
- Herramientas de albañilería (paletas, paletines, llanas, plomadas).
- Herramientas manuales (palas, martillos, mazos, tenazas, uñas palanca).

4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Todo trabajador a la entrada en obra será provisto del equipo de protección individual necesario para la realización de su trabajo de forma segura y eficaz, siempre que al comenzar su trabajo no justifique que lo haya recibido previamente.

Las protecciones individuales serán todas con certificación CE; aparte de las contempladas en la lista siguiente deberán facilitarse al trabajador el EPI´s que sea necesario para el trabajo a realizar aunque no esté contemplado en la presente lista:

- Casco homologado de seguridad
- Calzado de seguridad para todo el personal
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que pudieran producirse proyecciones de partículas
- Pantalla contra proyección de partículas
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo. Filtro para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes, para señalistas y trabajadores en vías con tráfico

La misión del chaleco reflectante es la de mejorar la localización, ubicación y posicionamiento de los trabajadores que lo utilizan, con el fin de reducir ciertos riegos y ciertos peligros inherentes a la señalización vertical, balizamiento y defensas, desarrollada en plena calzada y como consecuencia la disminución en el número de accidentes laborales. Su eficiencia está suficientemente demostrada y por ello el chaleco reflectante homologado con el sello C.E, debe de ser de uso OBLIGATORIO en la totalidad de los trabajos de Obra Civil.

5. PROTECCIONES COLECTIVAS

En este tipo de protecciones no existe una única alternativa, ya que las soluciones a adoptar pueden ser muy variadas en función de las circunstancias presentes en cada tipo de trabajo y que son válidas en tanto cumplan con la normativa y distintos reglamentos vigentes. Los más representativos se relacionan a continuación:

5.1. SEÑALIZACIÓN GENERAL

- Señalización de prohibido el adelantamiento (TR-305)
- Señalización de obras (TP-18)
- Señales de desvío y de cierre de carril (TS-54), (TS-55), (TS-60), etc.
- Señales de limitación de velocidad (TR-301)
- Señales de estrechamiento de calzada (TP-17)
- Elementos de balizamiento reflectante (TB-2 y TB-6)
- Señales de sentido obligatorio (TR-400)
- Elemento de balizamiento luminosa (TL-2)
- Cinta de balizamiento
- Panel de señalización de riesgos existentes en obra

5.2. VALLAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN DE PEATONES

Se colocarán como necesidad de limitar el acceso de personal.

- Estas vallas podrán complementarse con cintas u otros elementos reflectantes así como carteles con leyendas complementarias, además de tapas para pequeños huecos y arquetas que no tengan una definitiva.

- En el caso de acopios de material situados fuera del ámbito de actuación de la obra, el vallado de los mismos se realizará mediante vallas de cerramiento de mallazo provistas de contrapeso de hormigón y, aproximadamente 2 metros de altura o vallas tipo ayuntamiento, según proceda.

- Se colocarán pasarelas, en aquellos lugares que por circunstancias de la obra, haya que salvar un impedimento que suponga un riesgo para los peatones, como pueden ser; zanjas abiertas, etc. Estas pasarelas contarán con; 60 centímetros de anchura, piso liso y uniforme, barandillas de 90 centímetros de altura mínima, listón intermedio y rodapié.

5.3. **BARANDILLAS Y PASARELA**

Un guarda cuerpo o barandilla es un elemento que tiene por objeto proteger contra los riesgos de caída fortuita al vacío de personas trabajando o circulando junto al mismo.

- Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caídas de personas se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.

- No se utilizarán como barandillas, cuerdas, cadenas, cintas u otros elementos de señalización.

- Las pasarelas tendrán como mínimo 60 centímetros de anchura, piso liso y uniforme, barandillas de 0,90 m de altura mínima, rodapié y listón intermedio (o 1 metro).

5.4. **MEDIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

- Se dispondrán los medios portátiles de extinción de incendios (extintores), en número adecuado al riesgo y con el agente extintor idóneo para los materiales combustibles presentes.

- Todos los vehículos/máquinas participantes en la obra deberán contar con su respectivo extintor.

5.5. **AVISADOR ACÚSTICO Y ESTRUCTURA ANTIVUELCO EN EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES**

- Señalización acústica de advertencia para avisar de su proximidad a los trabajadores. Una estructura que garantice, en caso de vuelco, un espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y la máquina.

5.6. **CONOS DE BALIZAMIENTO**

- Delimitación y señalización de determinadas zonas de la obra, especialmente vías afectadas por las obras.
- Comprobar que estén en buen estado de mantenimiento: que no estén rotos ni estropeados y que estén limpios.
- Comprobar que la colocación sea la adecuada: verticales y situados de forma que no afecten al paso de los vehículos.
- La distancia entre conos tiene que venir dada por la actividad en que se utilizan, pero han de estar suficientemente juntos como para evitar ambigüedades.
- Asegurar que tienen unos colores vistosos para que puedan ser apreciados desde lejos.
- Cuando tengan que tener funciones en horas nocturnas, hay que asegurarse de que contengan materiales reflectantes.
- Verificar su correcta colocación tras condiciones climáticas de viento, lluvia importante o similar, o bien tras cualquier otra situación que los haya podido tumbar: accidentes, paso de maquinaria pesada, etc.
- Para garantizar la seguridad de los usuarios y de los trabajadores, la colocación y retirada de los conos se tiene que hacer siguiendo las siguientes recomendaciones:
    - Colocación: se tiene que hacer con el orden en el que los encontrará el usuario; de esta forma el trabajador queda protegido por la señalización precedente.
    - Retirada: orden inverso al de colocación. Siempre que sea posible, se tienen que colocar y retirar desde el arcén o desde la zona vedada al tráfico.

5.7. BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PORTÁTIL

- Se utiliza para la Delimitación y señalización de determinadas zonas de obra, en especial en las vías afectadas donde haya elevada intensidad de circulación y la obra sea de larga permanencia.
- Tienen que colocarse perfectamente alineadas a una distancia prudencial de la zona de paso del tráfico.
- En zonas de tráfico, deben señalizarse debidamente las operaciones de colocación y retirada.
- Cuando tengan que tener funciones en horas nocturnas, hay que asegurarse de que contengan materiales reflectantes.
- Verificar su correcta colocación después de una situación que las haya podido tumbar: accidente, paso de maquinaria pesada, etc.

5.8. PROTECCIÓN COLECTIVA EN EDIFICACIÓN

- Redes de seguridad.
- Redes horizontales bajo entablado de encofrados de forjado.
- Barandillas en bordes de forjado.
- Tapas para huecos en pavimentos y forjados (máximo 0,50 m. de lado).
- Vallado metálico montado sobre pies de hormigón de 2,00 m de altura para delimitar los acopios de materiales y zonas de trabajo (perímetro de las edificaciones durante la ejecución de la estructura y cerramientos).

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Según establece la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) todo el personal (de la empresa contratista y subcontratados), antes de acceder a la obra, habrá recibido la formación necesaria para la realización de los trabajos.

El contenido formativo mínimo deberá ajustarse a lo establecido en el V Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción (2012-2016), Libro II, Título III, Capítulo III, y necesaria para la obtención de la Tarjeta Profesional de la Construcción (T.P.C), y deberá ser recibida en cualquier entidad acreditada por la Fundación Laboral de la Construcción tal y como establece el V Convenio Colectivo General de la Construcción (2012-2016), Libro II, Título III, Capítulo IV, debiéndose impartir previa a la incorporación a la obra de todos los trabajadores que vayan a intervenir.

Todos los operarios pertenecientes a la obra, tanto de la contrata, como de las respectivas subcontratas, dispondrán de la formación exigida de acuerdo al V Convenio General del Sector de la Construcción, no pudiendo realizar trabajos en la obra si previamente no se comprueba que disponen de dicha formación.

Esta formación será realizada por empresas especializadas y autorizadas para ello, como la FLC, y constará de lo siguiente:

- Opcional: El primer ciclo, denominado “Aula Permanente”, comprenderá formación inicial sobre los riesgos del sector y contendrán los principios básicos y conceptos generales sobre la materia; igualmente deberán conseguir una actitud de interés por la seguridad y salud que incentive al alumnado para iniciar los cursos de segundo ciclo. Esta formación inicial impartida en el primer ciclo no exime al empresario de su obligación de informar al trabajador de los riesgos específicos en el centro y en el puesto de trabajo.

- Obligatorio: El segundo ciclo deberá transmitir conocimientos y normas específicas en relación con el puesto de trabajo o el oficio.

- Obligatorio: Formación específica del puesto según los riesgos a los que está expuesto el trabajador, por ejemplo, electricidad, trabajos temporales en altura, espacios confinados, etc. según el caso.

Antes del comienzo de los trabajos, el trabajador debe estar informado de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, así como de las medidas de seguridad y equipos de protección a emplear. El empresario garantizará que esta información ha sido asimilada por el trabajador comprobando su comprensión y dejando constancia por medio del recibí de información de PRL para la obra específica.

En caso de no disponer de dicho documento, se podrá levantar el acta de “Registro de información a los trabajadores en materia de seguridad”.

El Jefe de Obra o jefe de producción de la obra se encargará de dar una exposición informativa de los métodos de trabajo, los riesgos que estos pueden entrañar y las medidas de seguridad a emplear.

7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Dado el número de trabajadores previsto, plazo de ejecución y características de la obra, se deben aplicar los principios que se expresan a continuación:

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

UBICACIÓN

Como se ha dicho anteriormente, para este estudio de seguridad un número de 20 operarios en el momento de máxima actividad, no siendo esta efectiva para todo el transcurso de los trabajos.

Desde el día del comienzo de la implantación hasta comenzar con los trabajos propiamente dichos, no habrá en obra un número suficiente de operarios para que sea preceptiva la existencia de todas las instalaciones que se van a citar, por lo que la implantación podrá ser escalonada en función del número de trabajadores que se vallan incorporando a la obra.

Por este mismo motivo se establece un período para la Implantación.

TIPO DE INSTALACIONES PREVISTAS

La obra dispondrá de las siguientes instalaciones mínimas, coherentemente dispuestas a la relación de operarios y a los equipos de trabajo dispuestos en la obra en cada momento. Se han calculado para un máximo en punta de 20 operarios por equipo de trabajo.

COMEDOR:

Queda expresamente prohibido para todos los trabajos y operarios que intervengan en la obra utilizar como comedor o comer en zonas que no sean las especificadas en planos para estos efectos.

A todos los efectos se comerá en las instalaciones de comedor o fuera del recinto de la obra.

Se procederá a señalizar e informar de éste extremo mediante carteles.

Se prevén 2 casetas de este tipo por equipo de trabajo.

ASEOS:

Totalizarán los siguientes elementos:

a) 2,00 inodoros con carga y descarga automática de agua corriente, con papel higiénico y perchas (en cabina aislada, con puertas con cierre interior).

b) 3,00 lavabos con espejo mural de 40 x 50, jaboneras, portarrollos, toalleros de papel de tipo industrial con cierre, teniendo previstas las reposiciones.

c) 2,00 platos de ducha.

d) 1,00 calefactores aérotermo de 1.000 W. Se dispondrá de instalaciones de electricidad y fontanería disponiéndose así mismo de la suficiente ventilación y se tendrán conectados los desagües a la red provisional de saneamiento desde el inicio de la obra.

Se prevén 2 casetas de este tipo por equipo de trabajo.

VESTUARIOS:

Tendrá las dimensiones y equipamiento siguientes:

- a) Superficie: 20,00 m2., en los periodos de tiempo con número de operarios máximo.

  Totalizarán los siguientes elementos:

- b) 10 taquillas guardarropa individuales, uno para cada trabajador a contratar.
- c) 10 sillas o bancos con capacidad equivalente.
- 10 perchas.

Las fichas técnicas de dotaciones sanitarias son orientativas, el contratista en su plan de seguridad aportará las instalaciones que regulen las necesidades de los trabajadores previstos antes mencionadas y según las modelos de instalaciones que aporte en la obra. En las fichas se indican los componentes necesarios de las dotaciones nº de trabajadores.

Se prevén 2 casetas de este tipo por equipo de trabajo.

BARRACÓN BOTIQUÍN:

No es necesario instalar un barracón botiquín.

8. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Botiquín

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él el recurso preventivo de la empresa contratista principal. Se dispondrá de un botiquín, en la caseta del jefe de obra y otro en la caseta del encargado de tamaño adecuado al número de trabajadores en obra, conteniendo el material necesario especificado en la normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo en vigor de aplicación. Dicho botiquín se utilizará para una primera cura de urgencia, sin que ello suponga un retraso considerable en el traslado a un centro asistencial, y para la cura de pequeñas heridas que no necesiten de asistencia médica.

La ubicación de dichos botiquines estará en conocimiento de todo el personal de la obra.

Asistencia a accidentados

Se informará en obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (mutua de accidentes, centros de salud, hospitales, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la caseta un cartel informativo y el encargado lo llevará en su vehículo, con lo que se busca la buena visibilidad de la información (lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias,

ambulancias, taxi, etc.), para garantizar un rápido traslado de los posibles accidentados a los centros de asistencia. Se seguirán las siguientes medidas de atención a primeros auxilios y los pasos indicados en el Plan de emergencias del Plan de Seguridad y Salud.

Actuación en caso de primeros auxilios

Medidas generales

- Separe al accidentado del peligro.
- Siempre que sea posible, no lo mueva y no lo toque.
- No incorpore al accidentado y, si es posible, no lo desplace.
- Avise urgentemente al encargado o al personal que se designe como encargado de las emergencias.
- Intente hablar con el accidentado, si no responde, observe si hay respiración.

Fracturas

- No desplazar si se sospecha una lesión de la columna vertebral (caídas desde altura o golpes traumáticos), busque a personal sanitario inmediatamente.
- Mantenga la cabeza del accidentado recta en el eje cuello – tronco.
- En otras fracturas, inmovilice la zona afectada.

Pulso y respiración

- Si hay parálisis respiratoria, practicar el boca a boca.
- Si el pulso ha desaparecido, realice el masaje cardíaco sólo en el caso de conocer su técnica. De no ser así abstenerse de realizarlo.
- Si han entrado cuerpos extraños en el aparato respiratorio, practique presiones breves y fuertes en la línea del abdomen.
- En cualquier caso, procure que el accidentado respire de forma cómoda.

Heridas

- En heridas sangrantes, aplicar un vendaje compresivo y apretar sobre la herida.
- Si va a curar heridas, lávese muy bien las manos. Es conveniente que el instrumental a utilizar esté esterilizado, si no es así lávese con abundante agua.

Quemaduras

- Las quemaduras eléctricas no deben ser tratadas más que por especialistas, cúbralas con una gasa estéril y envíe al accidentado al centro asistencial más cercano.
- En quemaduras por contacto con productos químicos, lavar abundantemente la zona de contacto con agua sin retirar la ropa o guantes.
- En quemaduras leves, limitarse a lavarlas con agua fría durante algunos minutos y enviar al accidentado al centro asistencial más cercano.
- No ponga sobre las quemaduras pomadas ni otras sustancias. Cubra la quemadura con una gasa estéril y envíe al accidentado al centro asistencial más cercano.
- En el caso de quemaduras graves, traslade urgentemente al accidentado al centro sanitario más cercano.

Ojos

- En accidentes leves en los ojos, no echar nunca colirios, lavar los ojos con agua abundante con el ojo abierto y acudir enseguida al centro asistencial más cercano.
- No frotarse nunca los ojos.
- En caso de proyecciones incrustadas en los ojos o con sospecha de incrustaciones, cerrar el ojo con un apósito estéril y trasladar al accidentado al centro sanitario más cercano.

Mareos

- Tumbar al accidentado, elevar sus piernas.
- Darle a beber agua azucarada.
- En el caso de insolación o golpe de calor, retirar al accidentado hacia un lugar fresco y ventilado.
- Trasladar al accidentado al centro sanitario más cercano, incluso si ya está recuperado.

Actuaciones en caso de accidente de máquinas

En el caso de accidentes producidos por maquinaria se procederá de la siguiente manera:

Maquinaria eléctrica en general

- Actuar según gravedad de las lesiones.
- Traslado a servicio asistencial independientemente de la descarga recibida.
- Accionar el paro de emergencia de la máquina.
- Desconexión de alimentación eléctrica de la maquinaria.
- Aviso a servicios de urgencia necesarios.
- No tratar de sacar el miembro atrapado, tratamiento sanitario “in situ”.

Accidente con vehículos

- Aviso a servicios de urgencia necesarios.
- No mover al accidentado, tratamiento sanitario “in situ”.

9. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

9.1. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Se va a garantizar la aplicación de los principios de la acción preventiva durante las siguientes tareas o actividades:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores:

- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La cooperación y coordinación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

9.2. **COMPORTAMIENTO Y EQUIPO DE LOS TRABAJADORES**

* Consideraciones generales

Cada equipo que intervenga en esta clase de trabajo quedará bajo la autoridad de un responsable de seguridad, que será el propio jefe de equipo, salvo expreso nombramiento de otra persona.

Los operarios estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de la obligación que tienen de seguir las indicaciones referentes a la seguridad que comunique el propio Jefe de Equipo.

También deben comunicar a su inmediato superior cualquier situación de riesgo que se pueda producir en el normal desarrollo de su trabajo con el fin de evitar del modo más rápido y mejor.

* Equipo de los trabajadores

Llevarán además del equipo adecuado al trabajo que realicen, irán provistos además con chalecos de material reflectante, de forma que se les distinga fácilmente.

Los operarios que realicen funciones de señalización irán provistos de chalecos reflectantes, ropa de trabajo reflectante, casco, señales de mano, linternas y cualquier otro elemento que facilite su intercomunicación y buena visibilidad.

10. ACTIVIDADES

10.1. ACTIVIDADES PREVENTIVAS BÁSICAS

10.1.1. TRABAJOS EN ALTURA

Toda acción humana, y en especial las que desafían la gravedad comportan un riesgo grave de accidente. En los desplazamientos en altura, el riesgo de caída es evidente incluso para los trabajadores formados y entrenados. Algunas personas acostumbradas a trabajar en altura pierden, con la rutina, la sensación de peligro y con ello olvidan o menosprecian el riesgo al que están sometidos. Este exceso de autoconfianza es altamente peligroso al relajar los mecanismos de alerta.

La normativa vigente en materia de seguridad obliga a que, en los trabajos en altura, a partir de 2 m., el trabajador esté permanentemente sujeto (incluyendo, por tanto, ascensos, descensos y desplazamientos). En el siguiente apartado, se indicarán técnicas aplicables a trabajos sobre estructuras metálicas (apoyos de líneas de AT y pórticos de subestaciones) que garantizan la seguridad de los trabajadores durante todos sus desplazamientos y acciones en posición estática, protegiéndolos en caso de caída.

Riesgos característicos

- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caídas a distinto nivel
- Golpes contra objetos o herramientas

Medidas preventivas y protecciones colectivas

Será necesaria la presencia del recurso preventivo.

Cuando se realicen trabajos en altura, se revisarán previamente cada uno de los elementos (arnés de seguridad, dispositivos anticaídas, etc.).

Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.

Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, plataformas elevadoras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en el Plan de seguridad.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arnés integral de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés integral de seguridad amarrado/anclado a dos puntos fijos de la estructura.

En cuanto a las líneas de vida se seguirá lo establecido en el Pliego de condiciones, destacando que:

- Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora. Los cables de sujeción, los anclajes, los elementos de amarre, etc. tendrán la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de uno o varios trabajadores al vacío (el número para el cual se dimensione la línea de vida) con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda que se utilice. Estarán, en todo caso, fijados a puntos fijos de las estructuras ejecutadas (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares que pueda resultar necesario disponer al efecto.

- Siempre que sea posible, la disposición de las líneas de vida se hará de tal manera que los trabajadores que vayan a hacer uso de ellas operen por debajo de las mismas. En la medida de lo posible, las líneas de vida se instalarán en horizontal. En caso de que sea necesario dar cierta inclinación a la línea de vida, el elemento que desliza sobre la línea de vida deberá estar provisto de un dispositivo de bloqueo automático. Lo componentes de las líneas de vida, los arneses, y todos los elementos intermedios responden a la definición de Equipo de Protección Individual (Art. 2 del R.D. 773/1997), y por lo tanto deberán tener marcado CE. Además, se garantizará el cumplimiento de las siguientes normas:

- El sistema completo de línea de vida, arnés y sus elementos intermedios responde a la definición de Equipo de Trabajo del Real Decreto 1215/1997. Por tanto, de acuerdo con su artículo 4, antes de su empleo, periódicamente y cada vez que se den situaciones excepcionales como por ejemplo transformaciones, accidentes, fenómenos naturales o falta prolongada de empleo, un técnico competente realizará una comprobación del sistema. Todas las líneas de vida deberán contar con un cálculo justificativo de resistencia y estabilidad firmado por un técnico competente. Además, de forma previa a su puesta en funcionamiento, un técnico competente deberá certificar de forma documental que las líneas de vida se han instalado conforme a las instrucciones de su fabricante y que reúnen las exigencias (en cuanto a resistencia, estabilidad, etc.) que prevén las normas UNE de referencia.

- En el cálculo no solamente se tendrá en cuenta el peso propio de los operarios que se prevea que utilicen la protección, sino la tensión que la línea de vida soportará en función del desplazamiento o altura de caída que experimente el operario hasta su completa sujeción. En este desplazamiento se tendrá en consideración la deformación que experimente la línea de vida.

El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 100 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso por escrito, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Al trabajar en lugares elevados, queda terminantemente prohibido arrojar herramientas y/o materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda de servicio o bolso portaherramientas para estos fines.

Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.

Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.

Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso. Cuando haya personal en altura los medios organizativos, coordinarán y organizarán los tajos de formaque no haya (o lo menor posible si técnicamente no se puede) bajo el personal en altura, para evitar posibles daños por caídas fortuitas de material.

Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:

- Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 100 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm. O redes bajo forjado, siguiendo las especificaciones del Pliego de este documento.

- Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

<u>Equipos de protección individual</u>

- Casco de seguridad con barbuquejo (tipo liniero)
- Elemento de posicionamiento (Regupress)
- Guantes de trabajo

- Dispositivo anticaída (Rana)
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Eslingas, mosquetones para trabajos en altura
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trabajo
- Arnés integral de seguridad
- Prenda de alta visibilidad

10.1.2. TRABAJOS EN CALZADAS

Se entiende el riesgo en trabajos en calzada o en proximidades a vías de circulación la de sufrir un accidente en una vía de circulación por el atropello con un vehículo que transita por dicha vía de circulación con el agravante de la elevada velocidad de circulación de los vehículos, así como de la probable ausencia de alumbrado público en trabajos nocturnos.

Riesgos característicos

- Caída de objetos por desplome
- Atrapamiento por o entre objetos
- Caídas al mismo o distinto nivel
- Atropellos, golpes y choques con vehículos
- Cortes en la manipulación de las señales

Medidas preventivas y protecciones colectivas

Cuando se realicen trabajos en las proximidades de vías de circulación, obligatoriamente todo el personal deberá llevar chalecos reflectantes, se señalizará, dependiendo de la zona ocupada, con las señales indicadas en la Norma 8.3-IC. Se utilizará además de la señalización necesaria en caso de ser preciso un señalista con TM-1 “bandera roja” y el coche se aparcará en el arcén con la baliza rotativa en funcionamiento.

La protección de los operarios sobre la calzada vendrá dada por los vehículos que intervienen en los trabajos, de manera que queden situados con antelación a los trabajadores en el sentido de la marcha.

Todos los vehículos que intervengan en los trabajos, deberán disponer, al menos, de 1 luz ámbar giratoria o intermitente situada en la parte superior o en el lateral correspondiente a la calzada, de manera que sea visible por los conductores que llegan hacia el mismo. La luz tendrá una potencia mínima de 55 W.

Los vehículos estarán pintados en color blanco, amarillo, naranja o en colores de alta visibilidad. Los trabajadores irán provistos en todo momento de prendas de alta visibilidad y con bandas retrorreflectantes si se realizan trabajos en horas nocturnas.

En condiciones de escasa visibilidad (nieblas, nieve, etc.) deben suspenderse los trabajos.

Atenuar en lo posible la disminución de servicio del tramo de carretera afectado por las obras.

Conocer y seguir las instrucciones y recomendaciones de seguridad facilitadas por la empresa.

Evitar las distracciones durante la ejecución de los trabajos.

Informar a la persona responsable de cualquier anomalía, incidente o accidente que tenga lugar durante la jornada laboral.

Utilizar los utensilios, maquinaria y herramientas adecuados a cada tarea, de forma segura y ordenada.

Colaborar en la revisión del estado de los vehículos al comenzar la jornada y dar cuenta rápidamentede todas las averías detectadas.

Utilizar uniformes de visibilidad destacada, especialmente en tareas realizadas de noche o con escasa visibilidad.

Prestar especial atención al cruzar la calle, vigilando la circulación habitual de los vehículos.

En trabajos efectuados con ayuda de vehículos, evitar situarse por delante o por detrás de los mismos, así como en ángulos muertos.

Realizar las maniobras de marcha atrás con una visibilidad adecuada o, en su defecto, con la ayuda de otra persona.

Respetar el área de trabajo señalizada para el desarrollo de los trabajos y la ubicación de las herramientas y otros útiles de trabajo.

Utilizar los Equipos de Protección Individual, manteniéndolos en buenas condiciones y dando cuenta inmediatamente de los desperfectos observados.

Comprobar que la señalización nocturna (reflectantes y luces) es la adecuada y que funciona correctamente.

En tramos de sentido único alterno, se deberá regular el tráfico de vehículos. Para ello se autorizará a los trabajadores necesarios, dotándolos de los elementos de señalización necesarios (señales, chalecos reflectantes, radioteléfonos, etc.).

Cuando se realicen trabajos en curvas con escasa visibilidad, será preciso que un trabajador dotado de los elementos necesarios (banderín rojo, chaleco reflectante, etc.), se coloque de forma que prevenga a los vehículos de la necesidad de moderar la velocidad.

Se deberán aplicar las protecciones colectivas tales como:

- Señalización e información de riesgos
- Señalista
- Camión luminoso y preaviso
- Señalización óptica de vehículos
- Luminosos

Equipos de protección individual

- Ropa de alta visibilidad
- Calzado de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada

10.1.3. DESCARGAS Y ACOPIOS

La ejecución de la obra implicará la necesidad de que descarguen, y en su caso acopien, determinados materiales a emplear durante el transcurso de la misma.

Para ello se utilizarán medios como el camión grúa, grúa torre u otros sistemas de elevación.

Riesgos característicos

- Caída de objetos por desplome
- Atrapamiento por o entre objetos
- Caídas de objetos en manipulación
- Cortes
- Caídas al mismo o distinto nivel
- Golpes contra objetos
- Atropellos

Medidas preventivas y protecciones colectivas

Durante las tareas de izado de cargas con medios mecánicos estará siempre presente un recurso preventivo que vigile el cumplimiento de las medidas preventivas y compruebe su eficacia, además del jefe de maniobras que supervise y dirija las operaciones de izado de cargas. Además, se asignará la presencia del recurso preventivo siempre que las descargas se realicen en tajos situados en carretera, en los que, además de los riesgos derivados de la manipulación mediante medios mecánicos, debe sumarse el riesgo por posibles atropellos.

Todos los acopios de la obra se deberán definir y localizar de forma que se eviten todos los riesgos, tanto desde el punto de vista de las actividades realizadas en los mismos, como también en relación a las posibles interferencias que se pudieran generar con las restantes actividades de la obra.

Respecto a los primeros, los principales riesgos asociados al acondicionamiento de los acopios se relacionan con los derivados del izado de cargas, la estabilidad del material en el acopio, así como el riesgo de caída a distinto nivel o incluso en altura durante las descargas. Por lo tanto, deberá cumplirse lo siguiente:

- El acopio de materiales será estable, evitando derrames o vuelcos, y no superará la altura que para cada situación especifique su suministrador o fabricante. Se prohibirá el acopio de materiales en las proximidades de taludes de excavación (bordes de zanjas, terraplenes, etc.) o en situaciones semejantes que aporten inestabilidad para el acopio.

- Como se ha establecido, la altura de los acopios será la definida por el suministrador o fabricante para garantizar su estabilidad. En todo caso, esta altura será tenida en cuenta con posterioridad, una vez se

precise el transporte o la utilización de los materiales acopiados. En este sentido, no se permitirá que los trabajadores se encaramen sobre alturas de material acopiado en la medida en que la situación comentada implique que los trabajadores se vean expuestos a riesgo de caída al mismo o distinto nivel.

- En el caso de que no se dispusiera de alcance suficiente desde el apoyo sobre el terreno, los trabajadores harán uso de escaleras de mano. De igual manera, en el apilado de material se prestará especial cuidado en que no haya elementos que sobresalgan.

- En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asienten, en función del peso de los materiales a acopiar. En función de su tamaño, los materiales se apilarán de mayor a menor, permaneciendo los más pesados o voluminosos en las zonas bajas.

- Durante la manipulación de cargas suspendidas se deberá garantizar su total estabilidad durante su izado (usándose los útiles y realizándose el eslingado desde los puntos específicamente habilitados para ello por su suministrador o fabricante), y prohibirse terminantemente la presencia de trabajadores en la zona de influencia de las cargas suspendidas. Para ello, si la dirección de las cargas fuera precisa, solamente se realizará mediante cabos de gobierno, prohibiéndose la manipulación manual de las cargas hasta que éstas no dejen de representar un riesgo por atrapamientos, por caída, etc.

- De forma general, se cumplirán las medidas preventivas previstas en este documento en materia de manipulación manual e izado de cargas.

- En el acondicionamiento de acopios también deberán preverse las condiciones de orden y limpieza necesarias para evitar los riesgos. Por lo tanto, resultará imprescindible la correcta iluminación en las zonas de paso y trabajo. De igual forma, en todos los acopios se deberán señalizar las zonas de tránsito de vehículos, y se facilitará el movimiento de los materiales y el proceso productivo. De esta manera, las zonas de paso estarán limpias de restos de materiales y de los mismos acopios, deberán ser claras y bien definidas, y se señalizarán debidamente. Los pasillos en los acopios deberán disponer de la anchura necesaria para facilitar el tránsito de los trabajadores y de los equipos a través de los mismos.

- Es imprescindible una iluminación adecuada y suficiente en las zonas de paso y de trabajo.

- Se señalizarán las zonas de tránsito de los vehículos. De igual manera, se señalizarán los almacenes y los lugares de acopio, disponiéndose la señalización informativa que sea necesaria, y dotando a los mismos de cerramiento perimetral.

- Los pasillos entre materiales acopiados deberán tener el ancho suficiente para la circulación holgada de los vehículos o maquinaria en movimiento.

- Se prohibirá el acopio de materiales en zonas que por interferencia o cualquier otra circunstancia implicaran un riesgo adicional a los intrínsecamente asociados con la descarga y manipulación de los materiales. Se prohíbe por ejemplo el acondicionamiento de acopios en el entorno de líneas eléctricas. De igual manera, se prohíben las descargas y los acopios de material en zonas de carretera que no se hayan señalizado antes de acuerdo con la Norma 8.3.IC.

- No se almacenarán productos peligrosos (inflamables, tóxicos, etc.) en zonas de almacén o en otras instalaciones como las de higiene y bienestar. Se realizarán en lugar aparte.

- En cuanto a las posibles interferencias con las restantes actividades realizadas en la obra, se señalizarán todos los almacenes y los lugares de acopio, disponiéndose la señalización informativa que sea necesaria (riesgo de caída de cargas suspendidas...), y dotando a los mismos de cerramiento perimetral.

- El contratista deberá asegurarse de que el material viene en buenas condiciones, controlando lo siguiente: los camiones transportes será los adecuados para ese material y su correcta descarga, los paléts donde se suministra el material debe estar en perfecto estado y con los flejes adecuados para su correcta estabilidad y la maquinaria y útil de descarga deberá ser el adecuado para esos trabajos. Condiciones sin las cuales estará prohibida la descarga de dicho material. En los acopios de tierra y áridos se cumplirán las siguientes medidas complementarias:

    - Si el acopio rebasa los 2 m de altura, será necesario delimitar toda la zona de acopio.

    - Los acopios han de hacerse únicamente para aquellos tajos en los que sean necesarios.

    - Los montones no se ubicarán invadiendo las zonas de los caminos o viales reservadas a la circulación de vehículos.

    - No se acopiarán tierras o áridos junto a excavaciones o desniveles que puedan dar lugar a deslizamientos o vertidos del propio material acopiado.

    - No se situarán montones de tierras o áridos junto a dispositivos de drenaje que puedan obstruirse (como consecuencia de arrastres del material acopiado, por simple obstrucción de la descarga del dispositivo, etc.).

En los acopios de tubos, bordillos y otros elementos prefabricados, se cumplirán las medidas siguientes:

- El acopio se realizará de tal forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello los calzos u otros sistemas de estabilización preparados al efecto.

- El izado de los prefabricados se realizará empleando los útiles adecuados que impidan el posible deslizamiento y la caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán de forma periódica, con el objeto de garantizar su perfecto estado de conservación y de mantenimiento. No se permitirá más de una altura de acopio para los tubos de hormigón.

- En ningún momento se podrá trepar por los acopios, tanto en su ubicación de acopio, como en los camiones de transporte.

- Cualquier actuación a realizar para el eslingado de las piezas se realizará con escaleras de mano, estando prohibido salir de las mismas para otras actuaciones.

- En los acopios, se respetarán las distancias máximas de aproximación de cargas estáticas respecto del borde de excavaciones, zanjas, etc. En cuanto al almacenamiento de pinturas, combustible, etc. se priorizará la posibilidad de que un suministrador autorizado gestione este tipo de materiales, evitando disponer de un acopio de los mismos en la obra. Dicho suministrador aportaría en cada momento el material necesario, en función de las necesidades de la obra, y recogería el material sobrante. No obstante, en los casos en los que la aplicación de lo previsto en el presente párrafo no fuera viable, se cumplirán las siguientes medidas preventivas:

    - Se preverá un almacén cubierto y separado para los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra. A estos almacenes no se podrá acceder fumando, ni se podrán realizar en su interior labores que generen calor intenso, como soldaduras. Si existen materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Además, los trabajadores que accedan a estos recintos dispondrán de filtros respiratorios.

    - Si los productos revisten toxicidad ecológica intensa, este punto de almacenamiento no se ubicará en vaguadas o terrenos permeables para minimizar los efectos de un derrame ocasional.

    - El almacenamiento de estos productos (y sus desechos) estará perfectamente señalizado (al igual que los riesgos derivados del citado almacenamiento); además, cada continente tendrá un etiquetado que indique los riesgos del producto y las medidas de prevención indicadas por el fabricante de acuerdo con la legislación vigente.

- Se cumplirá el contenido de las fichas de seguridad que proporcionen los fabricantes y suministradores de estos productos, no solamente durante su empleo o manipulación, sino también durante su almacenamiento.

- Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión, en número suficiente, y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta y se cumplirá la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas. Durante todas las descargas que se realicen en obra, y con independencia del material que se descargue o del equipo que se emplee durante los trabajos, se cumplirán las medidas que se recogen en este documento en materia de izado de cargas, y en lo relativo a las normas de manejo de los equipos en cuestión (camión-grúa,).

Durante los trabajos se prohibirá terminantemente la presencia de trabajadores en el radio de acción de la maquinaria y de las cargas suspendidas.

Además, se organizarán y coordinarán las descargas de material con las restantes labores de la obra, de forma que bajo ningún concepto se puedan dar riesgos por interferencias entre unas y otras actividades. Para ello, las descargas se realizarán en zonas suficientemente apartadas de los tajos, y también de otras fuentes de riesgo, como líneas eléctricas aéreas, etc. De igual manera, se prohíben las descargas de material en zonas de carretera que no se hayan señalizado antes de acuerdo con la Norma 8.3.IC.

Durante la descarga de materiales podría producirse un riesgo de caída en altura o a distinto nivel. Para evitarlo, se prohibirá que los trabajadores se encaramen sobre la carga durante el transcurso de los trabajos. Además, los equipos de transporte desde los que se descargue el material (bien camiones de transporte, camiones-grúa, etc.), dispondrán de elementos de protección que eviten el citado riesgo: Bien la propia cartola de la caja, lonas laterales, etc. En todo caso, las protecciones que se empleen garantizarán la seguridad frente al riesgo de caída de los operarios intervinientes en la descarga, de forma que, por ejemplo, presentarán una altura mínima de 1 m. respecto de la superficie de trabajo de aquéllos en el equipo.

Se garantizará la total estabilidad del material a descargar durante todo el proceso, para lo cual permanecerán en todo momento instalados los sistemas estabilizadores de la carga con que cada material haya sido suministrado, pletinas, palets, calzos, etc., o se instalarán otros complementarios. De este modo se evitará el riesgo de caída del material sobre los operarios que intervengan en las operaciones. Además, durante la manipulación y descarga de los materiales se cumplirán las instrucciones que a tal efecto proporcione su suministrador o su fabricante.

De igual manera, teniendo en consideración que en algunos casos la descarga del material implica un reparto del mismo a lo largo de la traza de la obra (esto se produce especialmente en el caso de la descarga de bionda), se

prohibirá la presencia de trabajadores sobre la caja o plataforma de los equipos que se empleen cuando éstos se encuentren en movimiento, es decir, durante su desplazamiento de un punto de descarga a otro.

Se deberán aplicar las protecciones colectivas tales como:

- Barandilla de protección
- Balizamiento con malla stopper
- Extintores
- Señalización e información de riesgos
- Vallas de cerramiento

Equipos de protección individual

- Guantes de seguridad
- Ropa de alta visibilidad
- Calzado de seguridad
- Gafas de seguridad
- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada

10.1.4. SEÑALIZACIÓN DE LAS ZONAS EN OBRAS

Comprende cualquier tipo de señalización a colocar en la obra o en los accesos a la misma para garantizar las máximas condiciones de seguridad tanto a maquinaria como al personal. La señalización se referirá a los posibles peligros que se puedan derivar de la realización de las obras a personas y vehículos, tanto pertenecientes a la obra como ajenos a ella.

Se señalizará de acuerdo con la normativa de aplicación en cada caso:

- 8.3-I.C. para las obras en vías públicas fuera de poblado.
- 8.3-I.C. para señalización móvil según manual de obras fijas del Ministerio de Fomento

- 8.3-I.C. para señalización de trabajos nocturnos
- RD 485/1997 para la señalización de los riesgos de la obra en general.

Cualquier otra normativa referente a señalización y que sea de aplicación.

RIESGOS CARACTERÍSTICOS

- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Atropellos, atrapamientos y colisiones
- Polvo y ruido
- Golpes y cortes por manipulación de objetos o herramientas

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS

- Todo el personal que se dedica a las tareas de señalización deberá llevar ropa de trabajo con elementos de alta visibilidad y un chaleco con bandas reflexivas de alta visibilidad si la parte superior no fuera así; con colores vivos, preferentemente amarillo.
- Los operarios deberán extremar la precaución si deben cruzar a calzada con circulación de vehículos. No cruzarán hasta no estar completamente seguros, debiendo los señalistas confirmarle que puede cruzar de forma rápida, ya que la calzada es de ambos sentidos.
- La decisión de cruzar tiene componente de decisión individual. Cuando por necesidad o emergencia un trabajador deba cruzar la calzada con tráfico, nunca se le deberá llamar, hablar, gritar, etc. para evitar que se gire y pueda ser atropellado. Siempre se deberá visualizar en ambos sentidos antes de cruzar.
- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- Se procurará trabajar frente a la circulación del tráfico, para poder reaccionar frente al comportamiento inusual de los conductores. Se extremará la vigilancia frente a una fila de camiones aproximándose, pues es probable que el primer conductor nos vea, pero no así los que

circulan tras de él, ocurriendo en ocasiones que se invade de forma accidental áreas fuera del carril.

- Se prohíbe utilizar aparatos de música o radio mientras se haga trabajos en la calzada ya que disminuye la atención.

- El vehículo que transporte el material y el personal que realice estas labores deberá tener todas las revisiones al día. Sólo lo podrá conducir personal autorizado y con carné de conducir de acuerdo con la tipología del vehículo. Se deberá cumplir el código de la circulación y respetar las señales de limitación de velocidad que se instalen en la obra.

- La maquinaria de obra dispondrá de rotativo luminoso y avisador acústico dé marcha atrás, conforme la norma. Cuando esté en la zona de trabajos, se recomienda que lleve los 4 intermitentes encendidos y será obligatorio durante trabajos nocturnos para una mayor visibilidad de la obra.

- Si el trabajo se llevara a cabo en horario nocturno, se deberá potenciar la señalización de obra, con iluminación para los trabajadores, de forma que dicha iluminación no suponga un riesgo para terceros por deslumbramiento.

- Para la señalización de las carreteras el vehículo o vehículos que transporte a los señalistas, las señales y el balizamiento deberán ir provistos de elementos luminosos (rotativos, cascadas luminosas…), de forma que durante la colocación y retirada de la señalización estos vehículos sean visibles para el resto de los usuarios de la vía.

- En caso de ser necesario el corte total de la circulación de algún viario se solicitará apoyo a la autoridad competente en caso de que la intensidad circulatoria sea elevada o si por su peligrosidad así lo considerase la Dirección de la obra.

- Se deberá prever la ocultación temporal de aquellas señales fijas y existentes en las calzadas que pueda eventualmente estar en contraposición con la señalización provisional que se coloca en ocasión de las obras y que podrán producir errores o dudas en los usuarios. Los elementos utilizados para la ocultación de aquellas señales se eliminarán al finalizar las obras.

- La retirada de la señalización se llevará a cabo en sentido inverso al del montaje.

- Estas operaciones serán ejecutadas por personal especializado.

- El trabajador que realice el reparto o recogida de conos o similares, en los cortes de carril, desde el vehículo deberá ir provisto de un sistema que evite la caída desde el vehículo. Bien estando sujeto a un punto fijo de la caja mediante cinturón de seguridad o arnés con cabo cuya longitud no permita la salida del vehículo o bien mediante la instalación de una barandilla rígida o eslinga que evite el abocamiento del trabajador cuando está sentado.

- Deberán contemplarse todas las medidas de seguridad correspondientes a la manipulación de la maquinaria, elementos de instalaciones, útiles y herramientas de trabajo.

- Los avisos de seguridad cumplirán lo estipulado en el RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Se realizará una supervisión y mantenimiento continuos de toda la señalización y el balizamiento, actualizándose en caso necesario.

PROCEDIMIENTO PARA LA COLOCACIÓN Y RETIRADA DE SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL DE OBRAS EN CALZADA ÚNICA

Se colocará un remolque/carro de señalización de preaviso (remolque de señalización con chasis equipado, como mínimo, con un bastidor trasero “BASTIDOR MÓVIL” conforme al reglamento, con tres focos de xenón flash sincronizado y un bastidor para señales en la parte inferior amarrado al chasis) en el arcén derecho sin invadir calzada, previo a la zona donde se vaya a colocar la primera señal.

Mediante un vehículo dotado de señalización luminosa circulando por el arcén se descarga la señalización a colocar a ese margen. El vehículo estacionará en el arcén antes de la zona a señalizar con la señalización luminosa en funcionamiento.

Para la colocación de las señales, los paneles y los elementos de balizamiento, un señalista se situará en el arcén dotado de “BANDERA ROJA”, en la zona intermedia entre el remolque y el vehículo que descargue las señales, llamando la atención de los conductores para que aminoren la velocidad y abandonen el carril que será cortado. Se colocará en tramos con visibilidad.

Si no existe arcén o éste es insuficiente se dejarán las señales previamente acopiadas, sin invadir los carriles de circulación, para que posteriormente los trabajadores encargados de esta tarea las coloquen adecuadamente a pie. Para ello, mientras se colocan las señales, y siempre avanzando en el sentido del carril contiguo, un señalista provisto de una bandera roja indicará a los conductores que aminoren la velocidad al aproximarse a la primera

señal y además, que un remolque/carro de señalización estará aparcado en un sobreancho previo, o al menos un vehículo con la luz giratoria y las luces de emergencia conectadas.

Una vez realizada la cuña todo el personal y maquinaria permanecerá en la zona vedada al tráfico. La retirada de la señalización provisional se realizará siguiendo la secuencia inversa de trabajo, y cumpliendo las mismas normas preventivas mediante las que evitar el riesgo de atropello de los trabajadores.

TRABAJOS NOCTURNOS

En horas nocturnas o en condiciones de reducida visibilidad (lluvia, niebla,…) establece la instrucción 8.3-IC que:

- En el caso de cierre de carril los paneles direccionales deberán complementarse con elementos luminosos intermitentes TL-2 “LUZ ÁMBAR INTERMITENTE”, colocados sobre la esquina superior del panel más próxima a la circulación. Cuando la intensidad de la circulación sea muy elevada, podrá considerarse la sustitución del elemento TL-2 por TL-8 “CASCADA LUMINOSA”, que resulta más perceptible.

- En el caso del borde longitudinal de la zona de obras, el balizamiento mediante piquetes, hitos de borde o balizas deberá complementarse con elementos luminosos TL-10 cada tres a cinco elementos de balizamiento.

- En el caso de bordes de carriles provisionales contempla para el caso de climas lluviosos complementar la marca vial con captafaros o conos.

- Las señales deberán ser siempre reflectantes, como mínimo con el nivel 1 (según normas UNE). Se recomienda utilizar un nivel superior en lugares donde la iluminación ambiente dificulte su percepción (manual de ejemplos de señalización fija).

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Señalización según la afección a calzada, atendiendo al Manual de Señalización de Obras del Ministerio. Entre las posibles señales a utilizar en cada caso se encuentra:

    - Señalización de aviso obras (TP-18)

    - Señales de limitación de velocidad (TR-301)

- Estrechamiento (TP-17)
- Panel direccional (TB-2)
- Conos (TB-6)
- Balizamiento luminosa (TL-2)

- Otra señalización, según norma.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Traje de agua
- Guantes de cuero, PVC o goma
- Mascarilla de protección
- Cinturón porta herramientas
- Ropa de trabajo reflectante.

10.2. **ACTIVIDADES NO CONSTRUCTIVAS**

10.2.1. **TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO**

En los primeros pasos de la obra hay realizar trabajos que no tienen una relación directa con la ejecución de una actividad concreta, pero que son tareas imprescindibles en el arranque y posterior funcionamiento de la obra.

Dentro de estos trabajos se incluyen: la topografía y el replanteo.

Estos trabajos se desarrollan durante el transcurso de la obra. Comprenden todas las labores, que un equipo especializado de topógrafos y ayudantes efectúa para dejar referencias claras y visibles en el terreno, estructura en ejecución, etc. definiendo todos los datos geométricos de la obra.

Riesgos característicos

- Caídas al mismo y distinto nivel.
- Atropellos
- Pisadas sobra objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas

Medidas preventivas y protecciones colectivas

Establecer bases de replanteo fuera de la zona con riesgo de atropello, en caso no posible señalizar la zona de trabajos.

Mantener orden y limpieza en la obra.

Utilizar equipos conforme a manual de instrucciones.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (según zona de trabajo)
- Calzado de seguridad
- Guantes de cuero
- Chalecos reflectantes
- Sistema anticaídas en zonas con desnivel superior a 2 metros, si no existe protección colectiva (protección de borde: barandillas o similar).

10.3. **ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS EDIFICACIÓN**

10.3.1. **EXCAVACIONES**

El trabajo de retirar por lo general con grandes máquinas, enormes volúmenes de tierra calculados para que en su lugar pueda realizarse la obra. Se le denomina excavación a cielo abierto, porque la tierra que se mueve no se la quita haciendo túneles, se excava directamente con máquinas que la cargan sobre otras máquinas de transporte o sobre camiones especiales.

La maquinaria y medios auxiliares a utilizar son:

- Excavadoras con pala frontal o retroexcavadora
- Palas cargadoras
- Camiones Dumpers
- Bombas de achique
- Aparatos topográficos
- Señalización y balizamiento
- Jalones
- Cinta Métrica
- Estacas
- Iluminación.

Riesgos característicos

- Caídas de personas o de cosas a distinto nivel, desde el borde de la excavación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Desprendimientos de tierras.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos por o entre maquinaria u objetos.
- Atropellamiento por máquinas y vehículos.
- Caídas y vuelcos de vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.
- Ruido.
- Sepultamientos o hundimientos.
- Interferencias con conducciones enterradas existentes en el subsuelo.
- Proyección de partículas.
- Heridas en extremidades
- Contusiones y torceduras
- Explosiones imprevistas.
- Emanaciones de gases.
- Incendio.

Medidas preventivas

Para la realización de estos trabajos, se requiere la presencia del Recurso Preventivo.

Se delimitará en primer lugar la zona de vaciado, vallando previamente el solar para comenzar los trabajos y se colocará cartel de prohibido el paso y la señalética correspondiente de obligado cumplimiento. Se replanteará la zona a vaciar, según los datos del Proyecto, adecuando el vaciado para facilitar las labores posteriores.

Se indicará y replanteará especialmente la cota de vaciado marcada por Proyecto.

Se tendrán en cuenta los resultados de los estudios geotécnicos, así como los reconocimientos visuales y vaciados colindantes (en caso de existir), a efectos de la clasificación de los terrenos para utilizar uno u otro tipo de maquinaria.

El vaciado se realizará mediante excavadoras y palas cargadoras en terrenos que así lo permitan, utilizando martillos neumáticos en zonas de roca o materiales duros; si se diera el caso.

El transporte de tierras se realizará mediante camiones, variando la forma de carga en función del tipo de terreno (tierra natural, rellenos, capa vegetal, etc.) y de la zona de descarga (vertedero, otras zonas de trabajo fuera del solar o dentro del mismo).

Se controlará la correcta carga de camiones. Una vez indicada la zona y la cota de vaciado, se procederá al vaciado vigilando periódicamente los parámetros marcados por Proyecto.

Se indicarán y vigilarán los taludes necesarios, así como el vallado y protección de la zona de vaciado.

Las rampas de acceso tendrán una anchura mínima de 5 metros y una pendiente máxima del 12% (siempre que los fabricantes de la maquinaria que éste previsto que acceda al vaciado, no indiquen la necesidad de que el equipo transite por pendientes más suaves), teniendo taludes según lo mencionado en los apartados anteriores para evitar el corrimiento de tierras. Las rampas de acceso a zona de vaciado se consolidarán mediante gravas o material similar para la entrada y salida de camiones.

En el caso de terrenos con existencia de agua o humedad se procederá a su retirada mediante bombas para facilitar las labores.

En tiempo ventoso y lluvioso o cuando la existencia de barro así lo exija se paralizarán los trabajos. En caso de detectar elementos peligrosos o singulares, tales como restos arqueológicos, explosivos, cuevas, bodegas, etc., se procederá a su localización, estudio y retirada por personal especializado y cualificado y se paralizarán los tajos, hasta nueva orden.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

El frente de excavación realizado mecánicamente no sobrepasará en más de un metro la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno. Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento. El frente y paramentos verticales de una excavación deben ser inspeccionados siempre, al iniciar o dejar los trabajos, por el Capataz o Encargado, que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio o cese de las tareas.

El saneo (de tierras o rocas) mediante palanca (o pértiga), se ejecutará sujeto mediante arnés de seguridad amarrado a un "punto fuerte" (construido expresamente. Se señalizará mediante cinta de señalización, la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación (mínimo 2 metros como norma general).

El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 metros del borde de coronación de un talud sin proteger se realizará sujeto con un arnés de seguridad. Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud si no reúne las debidas condiciones de estabilidad. Siempre estará presente un Recurso Preventivo.

Deben prohibirse los trabajos en proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas. Deben eliminarse los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.

Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga riesgo de desprendimientos. Redes tensas (o mallazo electrosoldado, según cálculo) situadas sobre los taludes, firmemente recibidas, actuarán también como "avisadores" al llamar la atención por embolsamientos (que son inicios de desprendimientos). Las redes deberán solapar un mínimo de 2 metros para que este método sea eficaz.

Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, etc. Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por personal experto. La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación de 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para los pesados. Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en previsión de accidentes.

En temporada seca, se rociará mediante camión cuba los caminos de circulación de vehículos y/o maquinaria móvil para evitar la formación de polvo.

En todo caso, el manejo de maquinaria de cualquier tipo será siempre por personal cualificado, con el consiguiente permiso, certificado de aptitud o categoría profesional adecuada. En particular, se tendrá un especial rigor en la conservación de la maquinaria mediante revisiones periódicas por técnicos cualificados que extenderán el correspondiente certificado de revisión al menos mensualmente.

Se construirán dos accesos a la excavación separados entre sí, uno para la circulación de personas y otro para la maquinaria, dúmpers y camiones.

El entorno de trabajo de las máquinas se acotará mediante banderolas, prohibiéndose trabajar o permanecer observando, dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras; no obstante, el maquinista tendrá siempre a un auxiliar.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las posibles interferencias con canalizaciones de servicios existentes.

Se establecerán, también, zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria. Se asignará una persona encargada de la dirección de las maniobras de vaciado.

Disponibilidad de información sobre conducciones eléctricas y de agua y gas bajo el terreno. Detección y solución de cursos naturales de aguas superficiales o profundas.

Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

El conjunto del vaciado estará suficientemente iluminado mientras se realicen los trabajos en condiciones de escasa visibilidad natural.

Se establecerán itinerarios para la entrada y salida y la correcta circulación de maquinaria y camiones en el interior de la obra.

Se prohibirá la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.

Aislamiento de la zona de trabajo o desniveles del terreno que puedan hacer caer a las máquinas o provocar accidentes circulatorios, mediante la colocación de New Jerseys, malla naranja o cinta de balizamiento, según sea el caso.

Se delimitarán accesos distintos a maquinaria y personas.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, cuya instalación es obligada y será comprobada al inicio de la obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, éste estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En caso de condiciones climáticas desfavorables, (lluvias, nieves, hielos, vientos, etc.) que puedan producir accidentes por falta de visibilidad o malas condiciones del terreno se extremarán las precauciones y en caso necesario se suspenderán los trabajos.

No se permitirán acumulaciones de tierras de excavación, ni de otros materiales, junto al borde del vaciado, debiendo estar separadas de éste una distancia no menor de 2m.

Tras la caída de lluvias o hielo se comprobará el estado del terreno, no se permitirá el paso de máquinas ni camiones por las zonas de trabajo que no tengan suficiente capacidad portante. Se retirará el material inadecuado y se extenderá y compactará material seco, de tal manera que se evite que los camiones puedan volcar o quedarse atascados.

Los movimientos y trabajos de camiones y máquinas en puntos conflictivos de la obra, tales como existencia de postes eléctricos o servicios afectados, cercanías con desniveles del terreno, salidas desde la obra a carreteras, etc., estarán controlados por un señalista o persona auxiliar al conductor, para evitar vuelcos, caída de elementos, atropellos o contacto con servicios.

Siempre que, al excavar, se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos y/o de sus características, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos u otros, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la Dirección Técnica y al Coordinador de Seguridad y Salud.

Cuando el acceso de peatones a la obra haya de ser obligadamente por la rampa para vehículos se delimitará el mismo por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.

Siempre que no existan topes fijos se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.

Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes de la excavación, tras la comprobación de la resistencia del terreno.

Establecimiento de un rodapié alrededor de todo el vaciado para evitar que caigan objetos rodando a su interior.

Toda la maquinaria se mantendrá en perfecto estado, cumpliendo el manual de normas e instrucciones de uso, mantenimiento y conservación del fabricante.

Antes de iniciar el trabajo, se verificarán diariamente los controles y niveles de vehículos y máquinas a utilizar y, antes de abandonarlos, que el bloqueo de seguridad ha sido puesto.

Queda terminantemente prohibido en la obra la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

En zonas y pasos con riesgo de caída a altura mayor de 2m, el trabajador afectado estará protegido con arnés de seguridad anclado a puntos fijos o se dispondrán andamios o barandillas provisionales.

No se trabajará nunca de manera simultánea en la parte inferior o bajo la vertical de otro trabajo en curso.

Los itinerarios de evacuación de trabajadores en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento.

Nunca efectuarán trabajos operarios en solitario.

En caso de que la ejecución de estas actividades implicara una posible entibación, se elaborará un anexo al presente Plan de Seguridad de la obra en el que se definirán las medidas preventivas y de protección correspondientes en base a los riesgos identificados, no iniciándose los trabajos hasta que dicho documento no sea aprobado por el Coordinador en Fase de Ejecución de la obra.

<u>Protecciones colectivas</u>

- Cabina y protección antivuelco.
- Avisador acústico dé marcha atrás.
- Avisador luminoso intermitente-rotativo.
- Vallas, malla de polietileno naranja y cinta de balizamiento para la delimitación de zonas afectadas.
- Señalización de obras.
- Barandillas y pasarelas.
- Topes para retroceso de camiones.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad homologado
- Calzado de seguridad
- Guantes de cuero
- Traje de agua
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Empleo de cinturón de seguridad por parte del conductor de la maquinaria
- Chalecos reflectantes para el personal

10.3.2. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

La actividad a realizar se corresponde con el encofrado y posterior desencofrado (una vez se haya hormigonado) mediante paneles de madera o paneles de encofrado de cimentaciones, vigas, muros y/o estructura.

El encofrado con paneles de madera se utilizará para pequeñas cimentaciones mediante la colocación manual de los tablones de madera desde el suelo. Una vez ubicado el panel se procederá a su apuntalamiento y fijación mediante clavos.

Por su parte, en los encofrados prefabricados, siempre, (para su montaje, el hormigonado y desmontaje) se seguirán las instrucciones de su fabricante.

La maquinaria y medios auxiliares a emplear son:

- Camión grúa
- Andamios
- Escaleras
- Plataforma elevadora
- Herramientas manuales
- Grúa torre

Riesgos característicos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos desprendidos
- Golpes por objetos o herramientas
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Atrapamiento por o entre maquinas u objetos
- Atropellos
- Contactos eléctricos
- Caída de los encofradores al vacío
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes), durante las maniobras del izado a las plantas
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Caída de personas por el borde o huecos del forjado
- Cortes al utilizar las mesas de sierra circular
- Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica

Medidas preventivas

Para la realización de estos trabajos, se requiere la presencia del Recurso Preventivo. El acopio, de material, se hará lejos de taludes y excavaciones.

Para el manejo de los tablones de madera de encofrado se utilizarán varias; personas en función del peso.

Se extremarán las precauciones durante su manejo, carga y descarga por la posible existencia de puntas o clavos.

Los trabajos a realizar en bordes de talud o desniveles se protegerán con barandilla.

En el caso de que se justifique técnicamente que no se pueda montar la barandilla debido a las especificidades del Proceso Constructivo, se realizará un Anexo al Plan de Seguridad en el que se definirá la medida preventiva a utilizar para evitar la caída en altura.

El montaje de encofrados de poca altura se realizará desde el suelo, empleándose en caso necesario escaleras de mano para el acceso a los puntos superiores, debiéndose utilizar arnés de seguridad homologados anclados a puntos fijos y resistentes para los trabajos que sea necesario efectuar en la parte superior.

Para el montaje de encofrados de mayor altura se emplearán andamios, plataformas de tijera o articuladas desde las que se realizarán los trabajos de apriete de cangrejos y disposición y apriete de pasadores, etc.

Siempre que sea necesario encofrado, desencofrado, montaje, hormigonado o cualquier otro tipo de trabajo en general en el que por condicionantes de ejecución no sea posible disponer protección colectiva, se utilizarán arneses de seguridad homologados anclados a puntos fijos y resistentes.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se realizará por medio de escaleras de mano debidamente ancladas y nunca trepando por los paneles.

Durante los trabajos de desencofrado queda terminantemente prohibido la permanencia de personas bajo los puntos que ofrezcan peligro de caída de materiales procedentes de dicho desencofrado.

Los encofrados y apuntalamientos deberán ser lo suficientemente resistentes y estables para soportar los esfuerzos a que se destinan, debiendo contar con los cálculos justificativos necesarios.

Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso.

Todas las máquinas accionadas eléctricamente, tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interrupciones diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.

Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente después de haber desencofrado, retirando los que pudieran haber quedado sueltos por el suelo, mediante un barrido y recogida.

Los tajos quedarán limpios lo más rápidamente posible, retirando todo el material inservible.

El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe de ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.

Para la fase de encofrado de los forjados los operarios trabajarán protegidos por una protección perimetral (barandilla de seguridad homologada); según se detallará más adelante en el apartado correspondiente.

Se realizarán labores de orden y limpieza durante el montaje y desmontaje de encofrados.

Los encofrados dispondrán de nota de cálculo. Cuando no se disponga de la nota de cálculo, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse, por técnico competente, un cálculo de resistencia y estabilidad.

Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados y los apuntalamientos solo podrán ser montados o desmontados bajo la vigilancia, control y dirección de una persona competente.

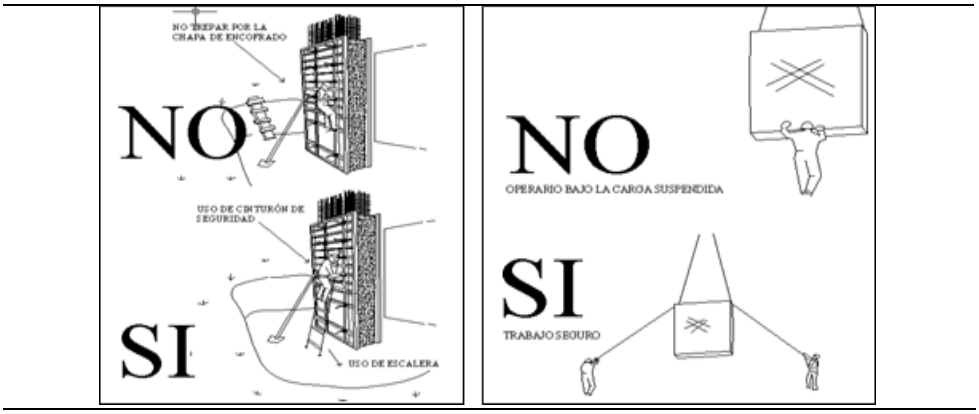
Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgos las cargas a que sean sometidos.

En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Para trabajos en altura localizados y de corta duración se podrá utilizar, según los casos, arnés anti- caídas, si previamente se ha preparado un punto fuerte y seguro donde anclarlo.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados se hará por medio de escaleras de mano reglamentarias, siempre que no exista otra solución técnica más adecuada y justificada. No se permitirá, bajo ningún concepto, encaramarse al encofrado o utilizarlo como acceso a las plataformas de trabajo.

En las siguientes figuras se muestra la correcta utilización de escaleras para subir al encofrado y el adecuado manejo de cargas suspendidas.



La orientación de las placas de encofrado suspendidas se realizará mediante sogas amarradas a sus laterales; dichas sogas serán manipuladas por tantos trabajadores como sean necesarios y su longitud será tal que permita a estos permanecer alejados de la zona de batida o caída.

En los trabajos con encofrados modulares se utilizarán, única y exclusivamente, las piezas recomendadas por el fabricante de los mismos. Se evitarán improvisaciones en las uniones de placas, elementos de izado, etc.

Previamente al izado de módulos de encofrado suspendidos por medio de un gancho de grúa, se comprobará que los accesorios están en perfecto estado de utilización, son acordes con la carga y están correctamente cogidos a la misma.

Deberá prohibirse la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas, durante las operaciones de izado de paneles de encofrado, tablones, grapas. Con esta acción se elimina el riesgo de accidentes por caída fortuita de objetos.

Las labores de ajuste y nivelación se realizarán con los encofrados lo más cerca posible del suelo y siempre desde los lugares que presenten menor riesgo para los trabajos que los manipulen en caso de caída fortuita o balanceo de la carga.

Una vez acoplados y alineados los encofrados y antes de soltarlos de la grúa, se procederá a arriostrarlos adecuadamente.

Las superficies de asiento de los encofrados deberán ser regulares y adecuadas a las cargas, de modo que no se produzcan asientos sensibles o roturas, que puedan comprometer la estabilidad del encofrado.

Antes del vertido del hormigón, el Encargado del tajo, comprobará en compañía de técnico cualificado la buena estabilidad del conjunto, así como el correcto anclaje de apoyos, puntuales, etc.

El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse la madera.

Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente después de haber desencofrado.

Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.

Se instalarán cubridores de madera (o de plástico existentes en el mercado) sobre todas aquellas puntas de redondos situadas en zonas de paso para evitar su hinca en las personas.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de las losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los elementos de encofrado se acopiarán de forma ordenada, atendiendo a su momento de utilización, sin que produzcan obstrucciones en el paso.

Todas las puntas que sobresalgan de cualquier elemento de madera para encofrados, se arrancarán o doblarán.

Los elementos de encofrado se revisarán antes de su puesta, a fin de comprobar que su estado ofrece garantías para soportar las solicitaciones producidas por el hormigón fresco, y que no tienen alguna parte desprendida capaz de ocasionar enganchones o punciones.

El montaje de paneles de encofrado en días ventosos se efectuará con sumo cuidado, y si las circunstancias lo aconsejan se suspenderá, ya que el efecto vela puede originar movimientos incontrolados de dichos paneles, con peligro de golpes y caídas de los operarios o esfuerzos adicionales en los medios de puesta en obra del encofrado.

Los armazones de los paneles verticales, o cualquier otro elemento estructural del encofrado, no se utilizarán ocasionalmente como plataformas de trabajo y como escaleras de mano. Previamente a la colocación de aquellos, es necesario el montaje de éstas en los emplazamientos correctos.

Se instalarán señales de obligatorio el uso de casco, botas y guantes.

Para el manejo de encofrados que requieren transporte desde grúas con ayudas de ganchos de cuelgue unidos a eslingas, se prohíbe la realización de tales trabajos sin una persona que dirija la maniobra. Además, se debe comprobar periódicamente el estado de las eslingas.

La maquinaria auxiliar poseerá la puesta a tierra reglamentaria, y un dispositivo de disparo diferencial en la caja eléctrica de alimentación a dicha maquinaria.

Las sierras de corte dispondrán de carcasa de protección de disco de corte. Queda prohibido la realización de trabajos con dicha maquinaria, sin dicha protección. Será necesario también, el empleo de gafas anti-impactos para los usuarios de la sierra de disco en prevención de proyecciones de partículas.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de medios sólidos y seguros, como escaleras de mano, plataformas elevadoras, andamios…, sin que se permita encaramarse al encofrado o emplearlo como medio de acceso a las plataformas de trabajo. No se permitirá que los operarios se encaramen sobre los encofrados independientemente de que puedan hacer uso de arnés de seguridad.

El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso. El orden de la obra da un gran nivel de seguridad en el trabajo.

Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para volverlos a utilizar. Los puntales se dispondrán de forma ordenada en hileras para permitir el paso a su través. Además, los puntales o dados de hormigón mediante los que se ancle el encofrado no apoyarán sobre bordes de excavación, con el objeto de no transmitir cargas que aporten inestabilidad para las mismas.

El desencofrado se realizará previo aflojado de los puntales desde un lugar sin riesgo de caída de objetos. El desencofrado se continuará en línea, crujía a crujía desde un lugar sin riesgo de caída de objetos.

El uso de escaleras de mano a más de 2 m. de altura deberá ir acompañado del de arnés de seguridad anclado a un punto estable y resistente de la estructura, ajeno a la propia escalera.

Resultarán de aplicación las medidas preventivas previstas en este Plan de Seguridad en materia de manipulación manual e izado de cargas.

Todos los operarios intervinientes en el proceso serán formados con relación a las normas de montaje y desmontaje; firmando después un recibí. De este modo, las operaciones se realizarán conforme a las normas facilitadas por el fabricante.

Es importante que los elementos de cualquier encofrado que se realice en obra para la ejecución de la cimentación, vigas, forjados, muros, etc., no se desplacen sobre ningún operario o tercero a la obra, delimitándose la zona de desplazamiento de las cargas.

Todos los encofrados para los diferentes elementos de la obra, deben ir acompañados del correspondiente "Manual de Montaje", así como de la preceptiva Certificación de conformidad del sistema o Certificación de los ensayos de resistencia pertinentes, y siempre se debe cumplir el manual de instrucciones del fabricante.

Al igual que en el montaje de armaduras, es importante planificar los medios auxiliares a emplear para la ejecución de los trabajos y para los accesos a las zonas de actuación.

Los trabajos en altura se realizarán preferentemente con andamio o plataforma elevadora y arnés de seguridad.

Ante el riesgo de desplome del encofrado dispuesto, es preciso que se designe a un Técnico competente que será el encargado de supervisar y dirigir las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, así como de elaborar o acreditar la existencia de los cálculos que garanticen su resistencia y estabilidad. Igualmente, deberá asegurarse la estabilidad tanto del conjunto del encofrado como de todas y cada una de las partes del encofrado que se van montando (en todas y cada una de las fases).

Para evitar el golpe con las cargas (chapas, puntales, etc.) durante su movimiento y/o colocación, los trabajadores se situarán siempre fuera de la zona de influencia de las cargas suspendidas, que se dirigirán exclusivamente mediante cabos de gobierno.

Es importante anteponer la colocación de protecciones colectivas (barandillas, redes, etc.) al uso de protecciones individuales.

Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de estos trabajos.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (o remacharán, según casos). Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.

El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse la madera, es decir, desde el ya desencofrado.

Antes del vertido del hormigón, el Encargado junto con un Técnico Competente del tajo, comprobará la buena estabilidad del conjunto, así como el correcto anclaje de apoyos, puntuales, etc.

El ascenso y descenso de personal a los encofrados a más de dos metros de altura se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias, hasta 3.5 metros. Para mayores alturas se requerirá el uso de arnés de seguridad o el empleo de otros medios auxiliares para el acceso: andamios o elementos apropiados.

Es esencial el control de la resistencia del plano de apoyo, teniendo en cuenta que puede disminuir durante los trabajos por la aparición de determinados elementos como, por ejemplo, el agua.

Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

Los armazones de los paneles verticales, o cualquier otro elemento estructural del encofrado, no se utilizarán ocasionalmente como plataformas de trabajo y como escaleras de mano. Previamente a la colocación de aquellos, es necesario el montaje de éstas en los emplazamientos correctos.

Se establecerá un procedimiento de información y formación específica para los trabajadores en relación a los sistemas y procedimientos de protección colectiva, en relación a las medidas preventivas, en relación a las medidas de emergencia, en relación a las medidas de carácter organizativo y procedimental y en relación a los

equipos de protección individual, que se han definido, así como en relación a las condiciones del entorno en que se realizará la obra.

Medidas de prevención en losas y forjados, impartidas en este apartado como complemento, y antesala, de las dispuestas en el apartado específico de ejecución de forjados:

- Se prohíbe pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán tableros que actúen como caminos seguros.

- Antes de autorizar la subida de personas a la losa para armarla, se revisará la verticalidad y estabilidad de los puntales y buena nivelación de las sopandas.

- En caso de ser imprescindible permanecer algún operario sobre las sopandas, si existe posibilidad se tenderá bajo él una red horizontal de seguridad. De no serlo, estará sujeto a un "punto seguro" mediante arnés de seguridad.

- El desenconfrante lo dará el operario protegido con guantes.

- La instalación de los tableros sobre las sopandas se realizará subido el personal sobre un castillete de hormigonado o sobre un andamio colocado al efecto.

- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.

- Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su puesta.

- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.

- El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.

- Antes de subir o posicionarse sobre los tableros de encofrado horizontal se habrán dispuesto y certificado las pertinentes redes horizontales, bajo tableros.

Normas de comportamiento:

- Revise el estado de las herramientas y medios auxiliares que utilice, separando o desechando los que no reúnan las condiciones adecuadas.
- Deseche los materiales (maderas, puntales, etc.), que estén en mal estado.
- Utilice arnés anti-caídas, sujetándolo a un punto fijo, cuando trabaje en altura.
- Desencofre los elementos verticales desde arriba hacia abajo.
- No deje nunca clavos en la madera.
- Asegúrese que todos los elementos de encofrado estén firmemente sujetos antes de abandonar el trabajo.
- Bajo ningún concepto trabaje encaramado en el propio encofrado.

Protecciones colectivas

- Línea de vida
- Barandillas de protección
- Plataformas de trabajo
- Se señalizarán los riesgos y equipos de protección individual que se deben utilizar
- Barandillas para losas y tableros
- Señales de tráfico
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados
- Vallas de limitación y protección
- Setas de protección

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Cinturón portaherramientas
- Calzado de seguridad, goma, etc., según proceda
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos
- Guantes de cuero, goma o P.V.C.
- Mascarilla antipolvo con filtro recambiable
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Chaleco reflectante
- Faja antilumbar
- Protectores auditivos
- Arnés anti-caída (en puntos de anclaje o líneas de vida) durante la instalación de las protecciones colectivas o lugares donde las protecciones colectivas no sean suficientes)

10.3.3. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

RIESGOS CARACTERÍSTICOS

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Cortes y pinchazos por el manejo de máquinas herramienta
- Golpes contra objetos
- Alcance por balanceo de cargas supendidas
- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho
- Aplastamiento de manos o pies al recibir las piezas
- Vuelco de piezas prefabricadas
- Caída de herramientas u objetos desde las plataformas de trabajo
- Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas y vehículos de obra
- Heridas con objetos punzantes
- Interferencia con vías en servicio y/o servicios enterrados
- Ruido

- Atrapamiento por desplome o corrimiento de tierras
- Interferencias con líneas eléctricas
- Contactos eléctricos indirectos durante el hormigonado
- Salpicaduras de hormigón en los ojos
- Rotura de cables a tesar
- Rotura de cabezas y cuñas de anclaje
- Uso de maquinaria vibratoria
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas

Se proveerá en primer lugar un acceso adecuado al fondo de la excavación mediante escaleras de mano o plataforma elevadora de personas o escaleras de mano si fuera necesario.

La plataforma elevadora de personas se utilizará cuando el fondo de excavación sea superior a 5 metros.

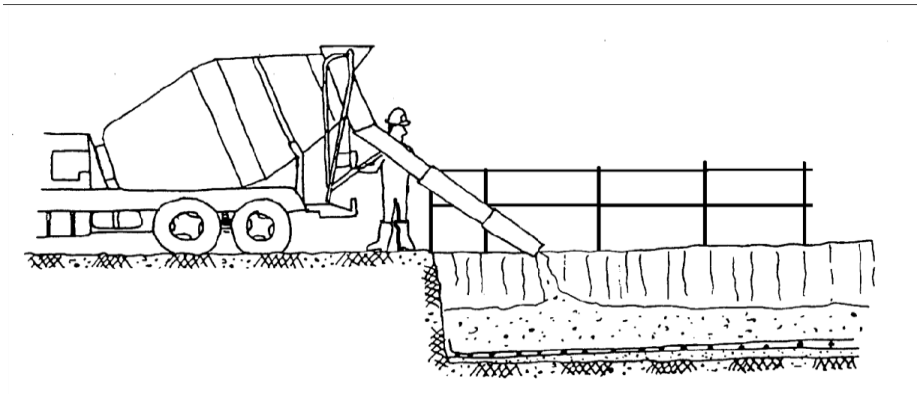
Las escaleras deberán tener zapatas antideslizantes y estarán ancladas al terreno por medio de una estaca de madera embutida en el terreno y alambre. Los principales riesgos durante esta fase son las caídas a distinto nivel y los derivados de la manipulación de la ferralla y la puesta en obra del hormigón.

El acceso a la excavación del depósito será con rampa.

En principio la excavación de la cimentación debe permanecer sin hormigonar el menor tiempo posible, siendo preferible que el proceso de excavación, ferrallado y hormigonado sea continuo o que se realice en el mismo día. Si se excava y se hormigona en el día, si no existe un gran tránsito de obra en las proximidades de la cimentación o si la altura de caída es menor de dos metros, el balizamiento perimetral de la excavación se realizará con malla stopper. En el caso de que la excavación deba permanecer más de un día abierta o la altura de caída sea mayor de dos metros, deberá protegerse con una barandilla resistente de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié. Dicha barandilla puede construirse por redondos verticales embutidos en el terreno y redondos horizontales. También podría realizarse con tablones de madera. En este último caso no deberán situarse demasiado próximos al borde de la excavación para evitar derrumbamientos.

Los riesgos derivados de la manipulación de la ferralla y el hormigón se protegen utilizando los equipos de protección personal adecuados, es decir, casco, mono, botas y guantes. Los camiones de transporte del hormigón

deben situarse perpendiculares a la excavación, con objeto de que transmitan las menores cargas dinámicas posibles al corte del terreno.



Además, la instalación eléctrica debe cumplir la normativa vigente teniendo puesta a tierra y protección diferencial.

Se comprobará que el tráfico, en especial el pesado, no sobrecarga la cabeza de la excavación; en caso de sobrecarga excesiva será necesario realizar un estrechamiento de los carriles correspondientes.

El hormigón de limpieza, caso de ser necesario, deberá estar perfectamente nivelado y regleteado en la zona de apoyo de los módulos. Se preverá un espacio libre en la obra para acopio y ensamblaje de los módulos durante el proceso de montaje. La grúa será lo suficientemente potente para el manejo y montaje de los módulos.

Serán de aplicación todas las normas preventivas contempladas en el presente Plan para el empleo de grúas automotoras, en lo referente a las cargas y, específicamente, las siguientes:

- La elevación y el descenso de las cargas se realizará lentamente, evitando arrancadas o paradas bruscas, y se hará siempre que sea posible, en sentido vertical, para evitar balanceos.
- Se prohibirá transportar las cargas por encima de lugares donde estén trabajadores.
- Se prohibirá, también, obviamente, la estancia de personas bajo la vertical de las cargas suspendidas.
- Se prohibirá, igualmente cargar la grúa por encima de su carga útil. Este valor debe aparecer grabado en lugar visible.
- No se puede transportar personas sobre las piezas, unido a los ganchos o a las eslingas.
- Los paneles se acopiarán siempre en posición horizontal y acopiados en altura, unos sobre otros, empleando travesaños de madera entre las piezas, de forma que se eviten los riesgos de desplome y derrumbamiento.

Protecciones colectivas:

- Plataformas voladas perimetrales de seguridad
- Cuerdas y anclajes para cinturones de seguridad
- Cuerdas de guía segura de cargas

Equipos de protección individual

- Botas de seguridad, con puntera y suela reforzadas.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección
- Botas de agua
- Mono de trabajo (aunque éste no se debe considerar como E.P.I. según el Real Decreto 773/97)
- Casco con barbuquejo.
- Chaleco reflectante
- Arnés de seguridad, para los trabajos en altura, al desenganchar la pieza de la grúa, al colocar las chavetas, etc.

10.3.4. FERRALLADO

Son trabajos tanto de fabricación de ferralla in situ como de su colocación en la cimentación, forjados y resto de la estructura, a base de hormigón armado.

Para la ejecución de cimentaciones, una vez ejecutada la correspondiente excavación se procederá al vertido de una capa de hormigón de limpieza en el fondo de la misma con el fin de ejecutar la solera de la cimentación.

A continuación, se procederá al armado. El armado puede ejecutarse de dos modos diferentes:

Mediante la confección, fuera de la excavación, de la jaula de armado y su posterior colocación en el interior de la excavación. Este modo será el que se priorice, en obra, al garantizar un menor tiempo de los operarios en el interior de las zanjas y zapatas de cimentación.

Mediante el atado de redondos o paneles de ferralla en la zona de hormigonado (excavación, losa, forjado…).

Aunque depende de la situación y la cuantía de la armadura a colocar, en general será necesaria la ayuda de grúa para la colocación de los paneles, jaulas de ferralla y manipulación de ferralla sin elaborar.

Para la ejecución de forjados el armado se procederá mediante el atado de redondos o paneles en el mismo forjado. Las maniobras de ubicación de armaduras, se harán por equipo de 3 personas. Dos de ellas guiarán mediante sogas la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero, que procederá manualmente a las correcciones y aplomado, etc.

Puesto que, se priorizará que el material venga cortado de fábrica, tan solo se necesitará maquinaria para la colocación: grúa torre, camiones grúa. En caso de ser necesario el uso de mesas de doblado, deberán cumplir las condiciones de la maquinaria auxiliar.

La maquinaria y medios auxiliares a emplear son:

- Camión grúa
- Andamios
- Escaleras
- Plataforma elevadora
- Herramientas manuales
- Grúa torre

Riesgos característicos

- Atrapamiento por la armadura durante su montaje y puesta en obra.
- Heridas resultantes del armado.
- Golpes o choques.
- Desprendimientos o caídas durante su colocación.
- Deslizamiento de armadura por falta de topes.
- Sobreesfuerzo.
- Caída a distinto nivel.
- Proyecciones por soldadura o corte.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.

- Atrapamiento por o entre maquinaria y objetos.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras.
- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

Para la realización de estos trabajos, se requiere la presencia del Recurso Preventivo.

En general, se recomienda que las distintas armaduras se realicen en fábrica, evitándose disponer en obra de maquinaria para el doblado y corte del hierro; así como, la realización de trabajos en altura de manera continua (ferrallado de un muro). En estos casos, se deben planificar los trabajos de izado y de desenganche del mismo, con el correspondiente medio auxiliar (plataforma elevadora...).

Ante el riesgo de caída sobre los trabajadores de las barras, ya sea en paquetes o ya preparadas para su colocación, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones preventivas:

- Además de prohibir su paso por encima del personal se delimitará la zona de barrido de cargas.
- La carga se suspenderá de dos puntos separados lo suficiente para que permanezca estable.
- Se prohibirá enganchar los paquetes de ferralla de los latiguillos con que vienen sujetos de fábrica

Ante la caída al mismo nivel en montajes de ferralla en horizontal, se considera preciso disponer sobre las parrillas, planchas de madera (no fenólicos) a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar por encima de éstas.

Es importante proteger las esperas de ferralla en zonas de trabajo o de paso mediante protecciones de pvc “setas” y/o con cajones de madera de forma que no supongan un riesgo de corte o hincado de los mismos para los trabajadores.

El acceso y las zonas de trabajo de ferrallado deben encontrarse protegidas previamente con protecciones colectivas para evitar el riesgo de caída en altura si es preciso.

Para la fase de ferrallado de los forjados los operarios trabajarán protegidos por una protección perimetral (barandilla de seguridad homologada, redes perimetrales tipo horca, etc.).

En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral de 1m. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

El izado de los paquetes de armaduras se hará suspendiendo la carga en dos puntos, separados lo suficiente para que la carga permanezca estable, y siempre evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas.

El acceso a lugares elevados, para atado y colocación de la ferralla, se realizará empleando los medios auxiliares que se precisen (andamios...) o bien, se empleará un sistema que ofrezca un grado de seguridad equivalente.

En relación a la manipulación de paquetes de ferralla o elementos de ferralla ya montados, es necesario que exista un cálculo de la resistencia del conjunto, para su manipulación, así como puntos definidos para el amarre de estos conjuntos. Los medios auxiliares para la manipulación han de disponer la resistencia necesaria, no debiendo utilizarse como punto de elevación los flejes empleados para empaquetar el material.

Los medios auxiliares para la manipulación han de disponer de la resistencia necesaria, no debiendo utilizarse como punto de elevación los flejes empleados para empaquetar el material.

Está prohibida la introducción y permanencia de trabajadores en el interior de los cuerpos de ferralla durante el montaje de ésta.

Se establecerá un procedimiento de información y formación específica para los trabajadores en relación a los sistemas y procedimientos de protección colectiva, en relación a las medidas preventivas, en relación a las medidas de emergencia, en relación a las medidas de carácter organizativo y procedimental y en relación a los equipos de protección individual, que se han definido, así como en relación a las condiciones del entorno en que se realizará la obra.

Las armaduras se confeccionarán de acuerdo con los planos de fabricación de las armaduras, doblando los redondos en frío mediante una máquina adecuada; en el caso de que fuera necesario ya que como se ha comentado en el procedimiento de trabajo el grueso de las armaduras vendrán armadas de taller.

Se utilizarán eslingas suficientes con varios puntos de enganche para asegurar la carga. El acopio se hará lejos de taludes y excavaciones.

Se colocarán setas en las esperas de la armadura.

Procurar que las armaduras a preformar y atar, así como la plataforma de apoyo y de trabajo del operario, estén a la altura en que se ha de trabajar con ellos.

No tratar de reducir el número de ayudantes que recogen y transportan las armaduras. Mantener despejados los lugares de paso de las armaduras a manipular.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible, sin tirar del material que se encuentra debajo de otro.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.

Se prohíbe trepar por la ferralla para su atado. Se montarán andamios, plataformas o se dispondrá de plataforma de tijeras o articulado para ello.

Se habilitará en obra de espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos.

Los desperdicios o recortes de redondos y alambres, se recogerán acopiándose en lugar determinado, para su posterior eliminación. Se realizará un barrido diario de puntas, alambres, y recortes en torno al banco de trabajo.

Los paquetes de armaduras y la ferralla montada se transportarán al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante dos o más eslingas.

No se utilizarán herramientas defectuosas o deterioradas por el uso.

La ferralla a instalar se trasladará por medio de eslingas, teniendo siempre presente que el ángulo que formen las horquillas de la eslinga sea menor de 90º.

Las maniobras de ubicación de la ferralla montada serán guiadas por un equipo de tres operarios; dos guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones de un tercero que procederá manualmente a las correcciones de posicionamiento o en su caso de aplomado.

Durante la elevación/bajada a cotas de losa de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.

El izado de paquetes de armaduras en barras sueltas o montadas se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. El enganche de paquetes se realizará por abrazamiento del paquete, nunca enganchando los latiguillos de empaquetado.

Las barras se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se establecerán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.

Se pondrán sobre las parrillas, planchas de madera a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar por encima de éstas.

Se cumplirá en todo momento lo especificado en el presente Plan de Seguridad para protección del riesgo eléctrico. Se desecharán los cables en mal estado, con cortes o empalmes no homologados, así como los enchufes sin marcado CE.

En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral de 1m. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Para trabajos en altura localizados y de corta duración se podrá utilizar, según los casos, arnés anti- caídas, si previamente se ha preparado un punto fuerte y seguro donde anclarlo.

Para andar por encima de las parrillas de la ferralla, tal y como se ha expuesto, se instalarán pasarelas de 90cm. de ancho formada por tablones.

El material a colocar en obra se acopiará en el tajo, clasificado de acuerdo con su orden de montaje, y de forma que no estorbe al normal desarrollo de la actividad. En caso de producirse despuntes de redondos en el tajo se apartarán de los lugares de paso, al igual que cualquier otro objeto.

En el acopio de redondos no se permitirán alturas superiores a 1,5m.

Se colocarán las setas de protección en las puntas salientes de ferralla, para reducir los riesgos de clavado, enganche o raspadura.

Se prohibirá terminantemente que los trabajadores trabajen encaramados a una armadura montada o en montaje.

Los emparrillados verticales de armaduras no podrán utilizarse como escaleras de mano para acceder a otras zonas de trabajo.

Las escaleras de mano que se empleen cumplirán las condiciones indicadas en la normativa vigente y en el presente Plan de Seguridad.

El responsable del tajo velará por el estado de las escaleras que fuera preciso emplear para el ascenso y descenso a las zapatas.

En las armaduras de ferralla no se colocarán focos para alumbrado que estén apoyados o en contacto con las armaduras, en previsión de electrocución. La iluminación de los trabajos se debe realizar con torres de iluminación. Tanto los focos, como dichas torres dispondrán de su correspondiente toma de tierra.

El estrobado de los paquetes de armadura, a transportar con grúa, se efectuará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado, a fin de garantizar la estabilidad e integridad de aquellos durante su movimiento.

En relación a la manipulación de paquetes de ferralla o elementos de ferralla ya montados, es necesario que exista un cálculo de la resistencia del conjunto, para su manipulación, así como puntos definidos para el amarre de estos conjuntos. Los medios auxiliares para la manipulación han de disponer la resistencia necesaria, no debiendo utilizarse como punto de elevación los flejes empleados para empaquetar el material.

Los paquetes de armadura se amarrarán para su izado de tal forma que quede garantizada la imposibilidad de su deslizamiento; en caso preciso, se dotará los paquetes de cuerdas guía.

Las eslingas a utilizar se verificarán antes de cada uso, y de manera especial las gazas de las mismas, sobre todo sus costuras, perrillos de agarre o casquillos prensados.

Los cables a utilizar deberán verificarse asimismo antes de cada utilización desechándose aquellos que presenten alambres rotos, oxidación interna o cualquier otro defecto.

El izado de pequeños paquetes de ferralla, así como de cualquier otro tipo de pequeño material, se hará en el interior de bateas, cajones u otros recipientes.

En el izado de ferralla el desplazamiento se realizará, tal y como se ha expuesto, ahorcando los paquetes, nunca cogiéndolos con latiguillos.

Las barras de ferralla se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos. Se acopiarán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes. De este modo y con el uso de guantes se eliminan los riesgos de erosiones, cortes y golpes.

Toda la ferralla presentada “in situ” pendiente del gancho de grúa debe quedar apuntalada de inmediato antes de ser desprendida del aparejo de cuelgue. Así se evita el riesgo de desplome de la ferralla armada sobre los trabajadores.

Cuando los paquetes de barras, por su longitud y pequeño diámetro, no tengan rigidez, se emplearán balancines o elementos similares con varios puntos de enganche.

Está absolutamente prohibida la descarga empleando latiguillos sencillos.

Antes del vertido del hormigón se comprobará la estabilidad del elemento constructivo.

Una vez concluido un determinado tajo se limpiará, eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar conocido para su posterior retirada.

Se cumplirán las medidas preventivas previstas en el presente Plan de Seguridad en materia de manipulación manual e izado de cargas.

Acopios de ferralla:

- El material a colocar en obra se acopiará en el tajo, clasificado de acuerdo con su orden de montaje, y de forma que no estorbe al normal desarrollo de la actividad. En caso de producirse despuntes de redondos en el tajo se apartarán de los lugares de paso, al igual que cualquier otro objeto.

- Se vigilarán las operaciones de carga y descarga, forma de embragar y estado de los cables.

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitando las alturas de las pilas superiores al 1,50m.

- Cuando los paquetes de barras, por su longitud y pequeño diámetro, no tengan rigidez, se emplearán balancines o algo similar con varios puntos de enganche.

- El acopio se hará lejos de taludes y excavaciones.

- Las barras acopiadas se colocarán entre piquetes clavados en el suelo para evitar desplazamientos laterales.

- Se establecerán pasillos limpios para el movimiento de las personas. Está absolutamente prohibido la descarga empleando latiguillos sencillos

Cimentaciones directas:

- Para subir o bajar, si fuera preciso, se emplearán las escaleras que además cumplirán las condiciones indicadas en su apartado correspondiente.

- En las armaduras de ferralla no se colocarán focos para alumbrado que estén apoyados o en contacto con las armaduras, en previsión de electrocución.

- El personal usará el correspondiente equipo de protección individual (guantes, casco, hombreras, etc.).

- El responsable del tajo velará por el estado de las escaleras que fuera preciso emplear para el ascenso y descenso a las zapatas.

- Si en algunos casos fuera necesario instalar una pasarela entre el terreno y la jaula de ferralla. Queda totalmente prohibido usar como pasarelas estructuras improvisadas: tablones de madera, chapas de encofrado, etc.

- Se utilizarán pasillos de tablones para no andar directamente sobre la ferralla.

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

- En los accesos de vehículos al área de trabajo se colocará la señal "Peligro indeterminado" y el rótulo "Salida de camiones".

- 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 esta, salvo en el caso de la excavación en terreno arenoso en que esa diferencia 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 1m de altura y rodapié de 0,20 m de altura.

- Siempre que la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,20 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.

- Las maniobras de aproximación de vehículos pesados al borde de las excavaciones serán dirigidas por un auxiliar. Siempre que no existan topes fijos se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.

Normas de comportamiento:

- Si realiza trabajos con riesgo de caída utilice arnés anti-caídas, debidamente anclado a un punto seguro.

- No emplee el acero corrugado para hacer útiles de trabajo o elementos auxiliares. Su única utilización será como armadura del hormigón.

- Procure evitar cualquier contacto de piezas de ferralla con elementos eléctricos.

- Evite la caída de piezas o herramientas a niveles inferiores; use cinturón portaherramientas.

Protecciones colectivas

- Línea de vida.
- Barandillas de protección. Setas de protección.
- Plataformas de trabajo.
- Señales de tráfico.
- Redes perimetrales con soporte metálico.
- Redes para huecos horizontales.
- Plataformas de trabajo.
- Andamios.
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados.
- Vallas de limitación y protección.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Cinturón portaherramientas
- Calzado de seguridad, goma, etc., según proceda
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos

- Guantes de cuero, goma o P.V.C.
- Mascarilla antipolvo con filtro recambiable
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Chaleco reflectante
- Faja antilumbar
- Protectores auditivos
- Arnés anti-caída (en puntos de anclaje o líneas de vida) durante la instalación de las protecciones colectivas o lugares donde las protecciones colectivas no sean suficientes)

10.3.5. HORMIGONADO Y VIBRADO

Se corresponde con todos los trabajos de hormigonado presentes en la obra.

El hormigonado y vibrado ha de realizarse observando las normas específicas de la maquinaria utilizada.

La puesta en obra del hormigón puede ser variada, empleándose fundamentalmente:

- El hormigonado directo desde el camión hormigonera.
- El empleo de grúas torre, camiones grúas y grúas autopropulsadas.
- El bombeo mediante bomba de hormigonado.

Cada uno de estos métodos presenta distintos riesgos, los cuales derivan fundamentalmente del empleo de diferente maquinaria

En cimentaciones, muros y forjados, una vez elaborada la armadura se procederá al hormigonado y al vibrado del mismo, mediante vertido de hormigón desde camión hormigonera con canaleta en el caso de cimentaciones y con camión hormigonera y cubilete (o bomba) en el caso de muros y forjados. El vibrado se realizará con vibrador eléctrico.

Para el hormigonado y vibrado de muros se utilizarán plataformas de trabajo dispuestas en los paneles de encofrado, plataformas elevadoras o andamios.

Para el hormigonado y vibrado de forjados se dispondrá perimetralmente a lo largo de todo el forjado de una barandilla de protección, de redes de protección tipo horca y, a mayores, bajo el encofrado continuo se dispondrá, igualmente, red horizontal de protección.

El hormigonado y vibrado de las cimentaciones se realizará desde el suelo o andamios. Si fuese necesario colocarse encima de la cimentación para su hormigonado se dispondrán barandillas de protección o línea de vida más arnés de seguridad cuando el riesgo de caída en altura sea superior a 2m.

El hormigonado y vibrado de los rellenos (hormigonado de instalaciones enterradas, por ejemplo) se debe realizar desde el borde de la excavación. Se dispondrán barandillas de protección o línea de vida más arnés de seguridad cuando el riesgo de caída en altura sea superior a 2m.

La maquinaria y medios auxiliares a emplear son:

- Camión hormigonera
- Bomba de hormigonar
- Grúa torre
- Cubilote de hormigonado
- Vibrador
- Ménsulas de trabajo
- Andamios
- Plataforma elevadora
- Grupo electrógeno o generador
- Herramientas manuales

Riesgos característicos

- Proyecciones de elementos.
- Ambiente Pulvígeno.
- Atrapamiento por la maquina por puesta en marcha intempestiva.
- Dermatitis por el uso de cemento.
- Heridas resultantes de la sacudida de la manguera y del material expulsado.
- Atrapamientos de personas por equipos o vehículos de hormigonado.
- Golpes o choques con objetos y equipos de trabajo (cubos, tubos, etc.).

- Desprendimientos o caídas de tubos, canaletas o mangueras desde grúas.
- Fallos en empalmes de manguera o tubos de hormigonado.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por derrumbamiento.
- Caída de objetos desprendidos.
- Contacto con sustancias cáusticas.
- Pinchazos y golpes contra obstáculos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Trabajos sobre pisos húmedos o mojados.
- Salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Vibraciones por manejo de aguja vibrante.
- Ruido puntual y ambiental.
- Contacto eléctrico.

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Uno de los aspectos preventivos más importantes durante los trabajos de hormigonado es la elección del equipo y medio auxiliar más adecuado para verter el hormigón, así como los accesos y zonas de posicionamiento para el hormigonado.

En relación con ello se deberán prever y habilitar superficies estables y niveladas, con protección perimetral en el caso de riesgo de caída en altura, desde las cuales realizar los trabajos de hormigonado, anteponiendo siempre la protección colectiva a la individual.

Es importante que se organicen los trabajos de manera que, el personal no permanezca en el radio de acción de la maquinaria, que se revise el estado de los encofrados para evitar reventones de los mismos que puedan producir derrames o incluso el colapso de la estructura montada y que en los casos en que existen cargas suspendidas, éstas no pasen sobre los trabajadores.

En el hormigonado de losas, soleras, etc., es importante la utilización de los equipos de protección individual precisos para evitar el contacto de la piel con el hormigón, debido al riesgo de quemadura que esto puede generar.

El acceso a la plataforma de trabajo se realizará mediante escaleras de módulo de andamios o escaleras de mano convenientemente arriostradas, siendo preferible el primer caso.

En el uso de plataformas de hormigonado es importante prever si el propio encofrado puede servir como elemento de protección, o si es preciso disponer según el fabricante una barandilla sujeta en el panel de encofrado del trasdós, o colocar otra plataforma al otro lado o instalar una línea de vida a la que engancharse los trabajadores, anteponiéndose las dos primeras opciones a la tercera.

En cuanto a los riesgos derivados de la utilización de maquinaria, serán de aplicación las directrices establecidas en los apartados correspondientes a movimiento de tierras y excavaciones, pues los riesgos derivados de la circulación de maquinaria pesada son idénticos en ambos casos.

Para el vertido de hormigón de limpieza, hormigonado de forjados, cimentaciones y muros los operarios trabajarán protegidos por una protección perimetral (barandilla de seguridad homologada). En el caso de que se justifique técnicamente que no se pueda montar la barandilla perimetral debido a las especificidades del proceso constructivo, se instalará un cable de seguridad amarrado a "puntos sólidos" en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos con riesgo de caída desde altura.

En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié. Para trabajos en altura localizados y de corta duración se podrá utilizar, según proceda, arnés anti-caídas, si previamente se ha preparado un punto fuerte y seguro donde anclarlo.

Antes de proceder al hormigonado se comprobará la estabilidad del conjunto formado por encofrado más armadura.

Los trabajos de hormigonado no comenzarán hasta que la zona de trabajo se encuentre libre de objetos relacionados con otra actividad, y la instalación de medios auxiliares, tales como bomba y vibradores, en correcto estado de funcionamiento.

La puesta en obra del hormigón y mortero se efectuará desde una altura lo suficientemente reducida para que no se produzcan salpicaduras o golpes imprevistos.

El vertido del hormigón en el interior de los encofrados se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar éstos.

El vertido directo con cangilón se podrá realizar cuando la altura del vertido sea inferior a dos metros y cuando se tenga acceso a todas las zonas a hormigonar con la canaleta del camión de transporte. Se hará para la puesta en obra de hormigones de limpieza, recubrimiento de tubos, obras de fábrica, cimentaciones, etc.

Se instalarán topes al final del recorrido de los camiones hormigonera en evitación de vuelcos No se pueden situar los trabajadores detrás del camión hormigonera durante el retroceso.

Se prohíbe el desplazamiento del vehículo con las canaletas desplegadas libremente.

El trabajo simultáneo en dos o más niveles superpuestos de mutua influencia se evitará siempre que sea posible. Únicamente será admitido en casos especiales, previo análisis de todas las situaciones de riesgo que pudiesen presentarse y disposición acorde con las protecciones intermedias que impidan la transferencia de riesgos causados por la simultaneidad de actividades. El diseño, composición y colocación de dichas protecciones será objeto de un estudio particular, a realizar en la obra, que incluya instrucciones de actuación, horarios de las actividades simultáneas, código de comunicaciones, etc.

Los vehículos y maquinaria utilizados serán revisados antes del comienzo de la obra y durante el desarrollo de la misma se llevarán a cabo revisiones periódicas, a fin de garantizar su buen estado de funcionamiento y seguridad.

No se sobrepasará la carga especificada para cada vehículo.

Si en esta fase de obra aún hubiera interferencias con líneas eléctricas aéreas, se tomarán las precauciones necesarias, cumpliendo al respecto la normativa especificada para este tipo de servicios afectados en el presente Plan de Seguridad y Salud.

Durante la ejecución de esta fase de obra será obligatorio el mantenimiento de las protecciones precisas en cuantos desniveles o zonas de riesgo que existan.

Las maniobras de aproximación y vertido de hormigones en la tolva, estará dirigida por un especialista, en previsión de riesgos por impericia.

Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás, que por otra parte siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m del borde de la excavación.

Los vertidos serán efectuados por un Capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán antes del vertido del hormigón puntas, restos de madera, redondos y alambres.

Siempre que sea posible, el vibrado se efectuará estacionándose el operario en el exterior del vaciado Los trabajadores deberán usar en todo momento casco de seguridad, chaleco reflectante, botas de seguridad y guantes de seguridad. Durante el vertido del hormigón es obligatorio el uso de gafas anti- proyecciones. En el caso de cortes de ferralla con radial, será obligatorio igual el uso de gafas anti- proyección

Se cumplirá en todo momento el R.D. 1311/2005 sobre exposición a vibraciones, en especial en los trabajos de vibración del hormigón

En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié. Para trabajos en altura localizados y de corta duración se podrá utilizar, según proceda, arnés anticaídas, si previamente se ha preparado un punto fuerte y seguro donde anclarlo.

Se mantendrá orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos.

Antes de proceder al hormigonado se comprobará la estabilidad del conjunto formado por encofrado más armadura.

El vertido del hormigón no se realizará desde alturas superiores a 1 m. para que no se produzcan salpicaduras o golpes imprevistos.

El vertido del hormigón se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.

Los medios auxiliares se revisarán con frecuencia, atendiendo especialmente al aislamiento de sus componentes eléctricos y a la limpieza de tuberías de impulsión de hormigón y mortero.

El personal adscrito a trabajos de hormigonado utilizará las protecciones oculares y manuales prescritas como obligatorias.

La aproximación de los vehículos de transporte de hormigón al tajo se realizará con precaución. Los mismos estarán provistos de dispositivos ópticos y acústicos, sincronizados con la marcha atrás para avisar de esta maniobra.

Vertido de hormigón mediante cubo o cangilón:

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima de la grúa que lo transporta.

- Se señalizará mediante una traza horizontal, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.

- El operador de la grúa pondrá extremo cuidado en las maniobras para evitar que el cubo se desplace por encima de los trabajadores.

- Se señalizarán las zonas batidas por el cubo.

- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca. Se procurará no golpear con el cubo los encofrados.

- Del cubo penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas y golpes por movimientos pendulares del cubo.

Vertido de hormigón mediante bombeo:

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.

- La manguera terminal del vertido, será gobernada a la vez por dos operarios, para evitar accidentes por movimiento incontrolado de la misma.

- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.

- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías)

enviando una masa de mortero de alta dosificación, para evitar atoramiento o tapones.

- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza, sin antes instalar la redecilla de recogida a la salida de la manguera, tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola se paralizará la máquina; se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.

- Los operarios sujetarán la manguera terminal a elementos sólidamente fijados antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso de limpieza.

- Se revisarán periódicamente los conductos de aceite a presión de la bomba de hormigonado, y se cumplirá con las operaciones de mantenimiento expuestas por el fabricante.

- Antes de desmontar la tubería por atasco o taponamientos, es necesario descomprimirla anteriormente para evitar proyecciones y salpicaduras.

- Se evitará todo movimiento de la tubería de la bomba de hormigonado, deberá realizarse con las máximas precauciones e incluso dirigidos los trabajos por un operario especialista.

- Se evitará la presencia de codos de radio reducido, en la medida de lo posible.

- En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

- Para trabajos en altura localizados y de corta duración se podrá utilizar, según proceda, arnés anti-caídas, si previamente se ha preparado un punto fuerte y seguro donde anclarlo.

- Se mantendrá el orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos.

- Antes de proceder al hormigonado se comprobará la estabilidad del conjunto formado por

encofrado más armadura.

- El vertido del hormigón no se realizará desde alturas superiores a 1 m.

- El vertido del hormigón se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias con el objeto de garantizar la estabilidad de los encofrados.

- Se cumplirán las medidas preventivas previstas en el presente Plan de Seguridad en materia de manipulación manual e izado de cargas.

- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado o plataformas de trabajo correctamente dispuestas.

Vertido directo mediante canaleta:

- Previamente al hormigonado se deben acondicionar los accesos a la zona contando, estos accesos, de las protecciones colectivas adecuadas.

- Se prohíbe acercar las ruedas del camión hormigonera a menos de 2 m. del borde de las excavaciones.

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya que quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas. En caso contrario el acercamiento será dirigido por un señalista.

- En caso de riesgo de caída a distinto nivel, se instalarán barandillas rígidas en el frente de las excavaciones, protegiendo el tajo del guía de la canaleta.

- Se instalará un cable de seguridad amarrado a "puntos sólidos" en el que enganchar el mosquetón del arnés en los tajos con riesgo de caída desde altura.

- La maniobra de vertido será dirigida por un operario distinto al de manejo de la canaleta que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás; que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no está situado en posición de vertido.

- Se prohíbe el desplazamiento del vehículo con las canaletas desplegadas libremente. Atención al bajar la canaleta para no sufrir atrapamientos en las manos.

- Se habilitarán "puntos de permanencia" seguros; intermedios, en aquellas situaciones de vertido a media ladera.

Normas de comportamiento:

- Nunca tire nada desde altura.

- No utilice elementos extraños (bidones, bovedillas, etc.) como plataformas de trabajo o para la confección de andamios.

- Al confeccionar protecciones o plataformas de trabajo de madera, elija siempre la mejor de entre la disponible.

- Utilice arnés anti-caídas convenientemente anclado cuando se realicen trabajos donde pueda producirse una caída de altura.

- Si trabaja en un andamio colgado, amarre el arnés anti-caídas a la cuerda auxiliar.

- Conecte los vibradores al cuadro exclusivamente con un terminal clavija-macho. Nunca enchufe los cables pelados. Si utiliza prolongadores, desconéctelos siempre del cuadro, no del enchufe intermedio.

Protecciones colectivas.

- Línea de vida.
- Barandillas de protección.
- Se balizará o vallará la zona de los trabajos para que no acceda a ella ninguna persona ajena a la obra.
- Plataformas de trabajo.
- Redes y lonas.
- Tapado o protección de huecos horizontales.
- Cuerdas de guía segura de cargas
- Bocina automática de marcha atrás.
- Tope de seguridad.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Cinturón portaherramientas
- Calzado de seguridad, goma, etc., según proceda
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos
- Guantes de cuero, goma o P.V.C.
- Mascarilla antipolvo con filtro recambiable
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Chaleco reflectante
- Faja antilumbar
- Protectores auditivos
- Arnés anti-caída
-

10.3.6. CERRAMIENTO EXTERIOR

En general, se analizan en esta unidad todos los cerramientos o revestimientos que se coloquen en la fachada, y en los paramentos verticales de zonas o equipamientos exteriores (parcela...).

Para la ejecución de los distintos cerramientos se utilizarán medios auxiliares adecuados: se plantea el uso de andamios europeos dispuestos en las fachadas y paramentos verticales. No obstante, también se puede considerar la ejecución mediante andamios eléctricos.

Los medios auxiliares y maquinaria a utilizar son:

- Camión grúa
- Grúa torre
- Andamios
- Escaleras
- Herramientas manuales
- Pequeña maquinaria eléctrica
- Manipulador telescopico “Manitou”
- Carretilla elevadora
- Plataforma elevadora

Riesgos característicos

- Caídas de altura por desplome o colapso del medio auxiliar utilizado.
- Caída en altura por ausencia de medidas de protección colectivas o individuales.
- Caídas por golpes con materiales, herramientas depositadas en las plataformas de trabajo.
- Caídas de objetos desde niveles superiores al de trabajo.
- Golpes o cortes durante la manipulación de las herramientas.
- Golpes con las planchas de aluminio en su manipulación.
- Electrocución por contactos directos o indirectos.
- Choques y golpes en la cabeza.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido procedente de la maquinaria utilizada.

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Medidas preventivas, generales, para la ejecución de los distintos cerramientos y petos de terrazas, cubiertas:

- Para la realización de los cerramientos de fachada y de los petos de terrazas, cubiertas, se utilizarán los andamios mencionados, instalados perimetralmente en el exterior de la estructura de hormigón armado ejecutada.

- La distancia de separación entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 20 centímetros., si no se puede respetar esta separación de dispondrá una barandilla del lado del paramento.

- Se prohibirá terminantemente trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

- Igualmente, no se permanecerá bajo el andamio en las operaciones de montaje y desmontaje del mismo ni cuando se esté trabajando en él.
- Ya que existirán distintos materiales (ladrillos, piezas de bloques de hormigón, mortero de cemento, reglas) repartidos a lo largo del andamio los andamios colocados tendrán plataformas de 90 cm. de ancho.

- Los andamios dispondrán de nota de cálculo o cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberán efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad.

- Se tendrá en cuenta el reparto de cargas o materiales sobre los mismos.

- No existirá ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectivas contra caídas.

- Los andamios serán montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con formación profesional que lo habilite para ello, tal y como indica el R.D 2177/04. En este caso, todos los andamios son montados por la empresa fabricante de los mismos, lo cual acredita la formación y experiencia adecuada.

- Los andamios se montarán, mantendrán y utilizarán de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- Dispondrán del Plan de Montaje, Utilización y Desmontaje aquellos andamios especificados en el pto 4.3.3. del Anexo del RD. 2177/04.

- Se nombrarán trabajadores pertenecientes a la empresa usuaria de los andamios, que se dedicarán a la inspección visual de los mismos, así como al cumplimiento del conjunto de requerimientos indicados en la Ley (RD 2177/2004).

- Previo a la utilización de los andamios, se requerirá un certificado de correcto montaje. Aquellos andamios cuyo montaje difiera de una configuración tipo deberán de contar con un cálculo de resistencia y estabilidad.

- El montaje de los andamios se llevará a cabo utilizando los equipos de protección colectiva e individual previstos por el fabricante.

- Se señalizará la prohibición de trabajar sobre aquellos andamios que se encuentran en fase de montaje y no disponen de todas las protecciones.

- Se deberá tener en cuenta la capacidad portante de los andamios para no sobrecargar los mismos con ladrillos o recipientes con mortero.

- El acceso a los andamios se realizará por las zonas especialmente previstas para ello, no permitiéndose el acceso desde las plantas si ello no se ha diseñado o previsto de forma específica.

- Se dispondrá de marquesinas y elementos de protección para evitar la caída de objeto y proyecciones sobre trabajadores o usuarios de la vía pública.

- Los medios auxiliares utilizados (andamios de fachada,…) contarán con las medidas de protección colectiva necesarias (barandillas, rodapiés, plataformas antideslizantes,…) integradas y estará certificado su correcto montaje y mantenimiento.
- Los trabajadores deberán conocer los sistemas de instalación del cerramiento de fachada y de los riesgos asociados a dicha tarea.

- Solamente se realizarán en altura las operaciones imprescindibles (colocación) realizando en el taller, instalaciones de la empresa o a nivel de suelo en obra la preparación de los materiales.

- Se retirará el material sobrante (restos de cortes,…) según se vaya produciendo.

- Utilización adecuada de los equipos de elevación de cargas existentes en obra (respetar cargas máximas autorizadas, correcto amarre de los materiales).

- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas desfavorables (fuerte viento, lluvia,…) hasta llegar al punto de no realizar las tareas en caso de riesgo inminente.

- No se soltará el material hasta haber comprobado la estabilidad de su instalación.

- Los materiales a colocar se manipularán con precaución, utilizando guantes de protección reforzados, especialmente en los casos de existencia de aristas vivas.

- Existirán redes o marquesinas en planos inferiores para garantizar la no caída de material desprendido al vacío.

- Las herramientas empleadas (taladros, radiales, sierras,…) se mantendrán en perfecto estado de conservación y utilización, verificando y comprobando éstas antes de comenzar los trabajos y poniéndolas fuera de servicio en caso de detectar cualquier anomalía (mangueras o clavijas deterioradas, ausencia de resguardos, calentamiento anormal, etc.).

- Las operaciones de corte de piezas se realizarán previa comprobación de la estabilidad de la misma, siguiendo las normas de seguridad de los equipos empleados.
- Se evitará la realización de operaciones de perforado sobre la vertical del trabajador.

En cuanto a la manipulación y colocación de los vidrios de carpinterías en fachadas:

- Se cumplirán las disposiciones mínimas de seguridad y medidas de protección indicadas para andamios en general.
- Los andamios se dispondrán de forma que el operario nunca trabaje por encima de la altura del hombro.
- Se delimitará la zona señalizándola, evitando el paso de personal por la vertical de los trabajos, si no existe marquesina.
- Nunca se efectuarán trabajos en los andamios cuando este un operario sólo.

En cuanto a los cerramientos de fachadas industrializadas (trasdosados auto-portantes):

- Antes de comenzar con los trabajos se comprueba que las plantas estén limpias, retirando restos de materiales o encofrados que hubieran quedado.
- Antes de colocar los revestimientos que estos estén perfectamente limpios y se verifiquen que las dimensiones de los paneles coincidan con las especificadas en los planos de Proyecto.
- Se debe verificar primero, con cinta métrica y nivel la situación de los cantos del forjado partiendo de los ejes de la obra.
- Se verifican las alineaciones, niveles y plomos, dejando como testigo un rastrel de replanteo que sirve para marcar nivel, paramento y los ejes de arranque.

- Marcar, por tanto, los ejes de modulación en el borde inferior del forjado llevándolos de planta en planta mediante plomos.

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

- La elevación de paneles se realizará con doble sistema de seguridad.

- El operario que maneje los aparatos de elevación, deberá tener visión directa de los paneles en cualquier fase de su elevación y montaje.

- En presencia de viento, se seguirán las instrucciones del fabricante del panel a instalar. Llegado el caso, se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse y se suspenderán los trabajos.

- Serán de aplicación todas las medidas marcadas por el capítulo, de la presente Memoria, relativo a estructura metálica y manipulación de prefabricados.

- Para la realización del cerramiento de fachada se utilizarán los andamios anteriormente mencionados, instalados perimetralmente en el exterior del edificio.

- La distancia de separación entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 20 centímetros., si no se puede respetar esta separación (fachadas longitudinales en forma de dientes de sierra) de dispondrá una barandilla del lado del paramento.

- Se prohibirá terminantemente trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

- Igualmente, no se permanecerá bajo el andamio en las operaciones de montaje y desmontaje del mismo ni cuando se esté trabajando en él.

- Ya que existirán distintos materiales repartidos a lo largo del andamio los andamios colocados tendrán plataformas de 90 cm. de ancho.

- Los andamios dispondrán de nota de cálculo o cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberán efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad.
- Se tendrá en cuenta el reparto de cargas o materiales sobre los mismos.

- No existirá ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectivas contra caídas.

- Los andamios serán montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con formación profesional que lo habilite para ello, tal y como indica el R.D 2177/04. En este caso, todos los andamios son montados por la empresa fabricante de los mismos, lo cual acredita la formación y experiencia adecuada.

- Los andamios se montarán, mantendrán y utilizarán de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deberán contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al R.D. 485/97.

- En las operaciones de montaje y desmontaje de andamios en las que exista peligro de caída de altura, será preceptivo el uso del arnés anti-caída convenientemente anclado a un punto seguro situado fuera del propio andamio o bien al propio andamio siempre que esté arriostrado previamente y sea capaz de resistir el esfuerzo en caso de caída. Además, siempre que sea técnicamente posible se complementará lo dicho anteriormente con una protección colectiva provisional que se colocará desde el nivel inferior y antes de subir al nivel superior.

- No se comenzará un nivel superior sin que el inferior esté dotado de todas las medidas de seguridad y estabilidad (cruces de san Andrés, arriostramientos, barandillas, arriostramientos,

etc.). Se comprobarán todos los tornillos del tramo ejecutado observando que queden bien apretados antes de continuar con los superiores.

- Se prohibirá terminantemente saltar de la plataforma de trabajo (a base de andamio europeo) a los forjados junto a los que se trabaje. Se dispondrá a tal efecto una pasarela con anchura de 90 cm. dotada de barandilla de 100cm., listón intermedio y rodapié. Una vez sobre los forjados y antes de abandonar la protección ofrecida por las barandillas de la pasarela los trabajadores anclaran su arnés de seguridad a la línea de vida a tal efecto instalada.

- En ningún momento se sobrecargarán los andamios más de lo permitido. No se acopiarán sobre los andamios más material que el imprescindible para la continuidad de los trabajos. Los materiales se repartirán uniformemente sobre el piso y se dispondrán de forma que no se impida la libre circulación.

- Se prohibirá terminantemente el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas a su vez sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares.

Otras Normas Básicas de Seguridad a respetar durante la ejecución de los cerramientos de fachada: con independencia de las Protecciones Colectivas o Personales que deban emplearse (barandillas perimetrales, líneas de vida), durante esta fase de obra existen unas directrices y medidas preventivas mínimas de seguridad, que son las siguientes:

- Realización de los trabajos por personal cualificado, y nunca solos. Nunca acumular materiales en los andamios.

- Se cumplirán fielmente las normas de delimitación en planta baja de zonas de descarga en plantas, mantenimiento de circulaciones definidas impidiéndose las mismas bajo los andamios, colocación de marquesinas, etc.

- Para acceder al interior de la obra, se usará siempre el acceso protegido, impidiéndose cualquier otro.

- Montaje de plataformas de descarga adecuadas: barandillas, bien acuñadas, resistentes y sólidas, etc.

- Mantenimiento de barandillas o redes hasta ejecución de cerramiento.
- Cuidar acceso a andamios desde plantas.
- Montaje de cable fiador para arneses de seguridad.
- Delimitación de tránsito bajo zonas de trabajo.
- Adecuada utilización de los Equipos de Protección Individual y de la Maquinaria.
- Cumplir lo fijado en el apartado Instalaciones Provisionales Eléctricas del presente Estudio de Seguridad.
- No se retirará ninguna protección colectiva provisional sin antes haber establecido las medidas sustitutorias de protección equivalente.
- Se utilizarán sólo equipos de trabajo y medios auxiliares en perfectas condiciones.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta (taladros, radiales, etc.), se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes. Obligatorio marcado CE.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima adecuada al trabajo.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Los paneles o perfiles metálicos de peso excesivo, serán manejados mediante cabos guía hasta

su ubicación definitiva. No se soltarán de los elementos de elevación hasta su fijación y estabilización definitiva.

- En caso de ser necesarias soldaduras se atenderá a lo dispuesto en el punto específico del presente Plan de Seguridad.

- Se tendrá especial atención a la manipulación de cargas y se respetarán las medidas preventivas mencionadas en el apartado, del presente Plan de Seguridad, que hace referencia a dicha labor.

- Se habilitarán accesos seguros a la zona de trabajo.

- Se mantendrán distancias de seguridad entre trabajadores.

- Se prestará especial atención a las medidas preventivas expuestas en el apartado de herramientas manuales.

- Se utilizará arnés de seguridad en aquellos lugares donde exista riesgo de caída a distinto nivel y no se dispongan medidas de protección colectiva.

- Todas las labores se realizarán con guantes contra agresiones mecánicas, sobre todo en el manejo de los paneles.

<u>Protecciones colectivas</u>

- Barandillas de protección.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Líneas de vida y puntos de anclaje homologados para instalar líneas de vida.
- Marquesina de protección en zonas de tránsito de personal de obra y ajenos.
- Andamio tipo europeo con sus correspondientes barandillas, anclajes, etc.
- Barreras físicas de separación.
- Señalización de seguridad.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de uso general.
- Mascarilla respiratoria.
- Gafas de protección ocular.
- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón porta-herramientas.
- Protector auditivo.
- Puntos estables a los que anclar el arnés de seguridad.

10.3.7. TABIQUERÍA Y ELEMENTOS DIVISORIOS

Dentro de esta actividad se considera la ejecución de muros o particiones de división interiores, incluyéndose dentro de los mismos, diferentes tipos de muros; tales como, muros de bloques de hormigón, muros de ladrillo o termoarcilla y muros de pladur.

Para la ejecución de las distintas particiones interiores se utilizarán medios auxiliares adecuados: cuerpos de andamios europeo con ruedas, trabajos puntuales sobre escaleras.

Los medios auxiliares a utilizar son:

- Andamios
- Escaleras
- Herramientas manuales
- Cortadora cerámica

Riesgos característicos

- Caída de personas al mismo nivel.

- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Caída de objetos en manipulación.
- Iluminación inadecuada.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Pisadas sobre objetos
- Caída en altura por ausencia de medidas de protección colectivas o individuales.

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Plataformas de trabajo como mínimo de 0,90 m de anchura. No se acopiarán materiales en las plataformas de trabajo.

Prohibido el trabajo en un nivel inferior al del tajo.

Se colocará iluminación artificial adecuada en caso de carecer de luz natural.

Todos los trabajos en altura se realizarán desde plataformas de trabajos con barandilla y rodapié. Se usarán andamios de borriquetas en alturas menores de dos metros. Se asegurará la estabilidad de las pisas de trabajo empleadas en borriquetas impidiéndose su desplazamiento transversal, así como el balanceo de las mismas.

Cuando se realizan trabajos de cerramiento en las proximidades de bordes de forjado, huecos o ventanas, dichos trabajos en todo caso de realizaran desde plataformas de trabajos con barandilla y rodapié con independencia de su altura.

Cuando se ejecuten rozas se utilizarán gafas/careta de protección anti-impactos, así como mascarilla de protección para polvo. Se comprobará, previo a su uso el estado de la rozadora.

Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas. No se trabajará en la vertical de otras tareas.

Cualquier hueco que se efectúe, en el que haya la posibilidad de caída de materiales por él o incluso personas, será convenientemente tapado, con elementos de suficiente resistencia, de manera que aguante el peso y no pueda romperse.

Se prohíbe el uso de bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

Se prohíbe el uso de escaleras, borriquetas y andamios en zonas cercanas al borde de forjado, huecos de ventanas, etc. sin protección contra las caídas desde altura. Se colocarán barandillas en estos huecos antes de iniciarse los trabajos en su proximidad.

El acopio de materiales y herramientas debe ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.

Se garantizará la instalación de protecciones, y el mantenimiento de las mismas, en todos los huecos y donde sean necesarias (por ejemplo, en los perímetros de las cubiertas en las que hay que intervenir, en los huecos horizontales de forjados, pasos de instalaciones, en huecos verticales como ventanas,...); con el fin de evitar caídas en altura y a distinto nivel.

En cuanto a las particiones y fábricas de ladrillo, tanto cerámico, como de hormigón; así como enfoscados y recibido de cercos:

- A medida que se realiza cada hilada, deben comprobarse los niveles y plomos.
- En caso de interrumpir la fábrica de ladrillos, se dejan enjarjes.
- Tener la precaución de repasar las llagas cada dos hiladas.
- Cuando las temperaturas son muy bajas, se deberán cubrir con plásticos las fábricas recién terminadas.
- Los precercos se colocan antes de empezar con la tabiquería, en fase de replanteo y colocación de miras.
- Verificar que la coronación del tabique contra los forjados se reciba con pasta de yeso para impedir posibles fisuras debido a las flechas de los forjados.
- El suministro a plantas de las piezas de arcilla cocida se realizará debidamente paletizado y flejado o en su defecto en recipientes que eviten su desplome o desprendimiento.
- Su distribución en planta se efectuará por medios mecánicos (transpaletas, carretillas, etc.), que eviten posibles sobreesfuerzos a los trabajadores.

- Todos los trabajos se planificarán y temporizarán de forma que no supongan para los operarios riesgo por movimientos repetitivos o posturas forzadas. A este respecto, se dispondrán de los medios adecuados para que los operarios siempre puedan trabajar posicionando los brazos a una altura inferior a la de sus hombros.
- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las zonas de trabajo dispondrán de una iluminación mínima general (natural o artificial) de 100-150 lux.
- Antes de la utilización de cualquier máquina herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad contra riesgos de cortes y atrapamientos instalados en perfectas condiciones. La utilización de dicha maquinaria herramienta se limitará a operarios debidamente cualificados y autorizados.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán ser de doble aislamiento o protegidas contra contactos eléctricos indirectos constituido por sistema de toma de tierra y disyuntor diferencial.
- Periódicamente se revisarán las mismas a fin de comprobar su protección contra contactos eléctricos indirectos.
- Dichas máquinas en todos los casos dispondrán de los adecuados cables y clavijas de conexión. Nunca deberán efectuarse las conexiones directas sin clavija ni se anularán las protecciones.
- En todos los casos se emplearán las herramientas manuales más adecuadas a la operación a realizar, utilizándose éstas de forma adecuada. Para su uso los operarios deberán disponer de cajas, bolsas o cinturón portaherramientas.
- El corte de piezas de arcilla cocida mediante máquinas o herramientas manuales o eléctricas, se realizará por vía húmeda, o en su defecto los operarios utilizarán para realizar dichas operaciones de mascarillas provistas de filtros mecánicos, o mascarillas autofiltrantes.
- Todas las operaciones con proyección de partículas deberán realizarse utilizando gafas de protección contra impactos.
- Los operarios con alergia o especial sensibilidad al cemento por la realización de operaciones que precisen entrar en contacto con él, usarán guantes de goma apropiados.

- Se evitarán posturas forzadas en la colocación de ladrillo. Asimismo, se procurará la colocación del ladrillo a la altura de la cintura para evitar los movimientos repetitivos de cintura.

- Se mantendrán en todo momento las protecciones colectivas de huecos interiores y de huecos en fachada. En caso de tener que retirar una protección colectiva para la ejecución de los trabajos, el personal adoptará previamente otras medidas de protección; por ejemplo trabajar con arnés de seguridad amarrado a punto fijo.
- Las protecciones de huecos en fachada (ventanales, etc.), alcanzarán la altura total del mismo en previsión de trabajos sobre escaleras o andamios de borriquetas en las proximidades desde los cuales se podría producir una caída que librase las protecciones colectivas a base de barandillas.
- El tránsito entre plantas debe hacerse por escaleras adecuadamente peldañeadas, protegidas e iluminadas.
- Se clausurará de modo efectivo el acceso a las zonas de la obra donde se puedan producir caídas de materiales y objetos desde plantas superiores, así como a todas las plantas cuyos perímetros o huecos de forjado carezcan de protección.
- Se retirarán los conductores eléctricos, tendidos por el piso, de zonas de tránsito o trabajo, colocándolos en altura y sin que resulten obstáculo para los trabajadores.
- Los acopios de materiales se efectuarán con garantías de estabilidad, sin que invadan las zonas de paso, ni provoquen sobrecargas.
- Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar los trabajos (ejecución de fábricas, enfoscados, etc.), tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para enfoscados de interiores se formaran sobre plataformas de trabajo. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el uso de borriquetas y plataformas en ventanales de fachada o en proximidad de huecos (de instalaciones, escaleras, etc.) sin protección contra las caídas a distinto nivel. Para la utilización de estos medios en estos casos (o similares), se instalará un cerramiento provisional, formado por "pies derechos" acuñados a suelo y techo, a los que se amarraran tablones formando una barandilla sólida de 1m. de altura, medido desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas.
- El transporte de miras (reglas, tablones, premarcos, etc.) se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura de casco de quien lo transporta, para evitar golpes a otros operarios (o los tropezones entre

obstáculos).

- Los sacos de aglomerados, cementos y áridos se acopiarán ordenadamente repartidos junto a los tajos en los que se vayan a utilizar, los más separados posibles de los vanos en evitación de sobrecargas innecesarias. Siempre de forma que no obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezos.
- Se revisará diariamente el estado de los medios auxiliares empleados, especialmente los andamios.
- No se apoyarán andamios sobre fábricas recién construidas.
- Los acopios de ladrillo, losas, plaquetas, etc. se dispondrán repartidos junto a los tajos en los que se vayan a utilizar, lo más cerca posible de pilares, jácenas o paredes maestras, para evitar sobrecargas innecesarias en los vanos y sin que puedan constituir obstáculo para el libre tránsito.

- Se acotarán las zonas de influencia de los tajos evitando el paso por debajo de ella.
- Se evitará lanzar escombros por los huecos de fachada, de instalaciones, etc.; debiéndose apilar ordenadamente para su posterior evacuación mediante bateas.
- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos, para la prevención de caídas.
- Los huecos de una vertical, (bajante por ejemplo), serán destapados para la instalación de la misma, concluido esta, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco, en prevención de los riesgos por ausencia generalizada o parcial de protecciones en el suelo.
- En caso de no poder disponer protecciones colectivas para evitar las caídas en altura los trabajadores dispondrán de protecciones individuales.
- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados, antes de que hayan transcurrido 48 horas.
- Los tajos se limpiarán de “recortes” y “desperdicios de pasta”.
- Si se utiliza la paleta como elemento de corte será obligatorio el uso de gafas anti- impactos.
- Se regarán con frecuencia los materiales para evitar la formación de polvo. Los precercos se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados.
- Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

- Los listones inferiores antideformaciones se desmontarán inmediatamente, tras haber concluido el proceso de endurecimiento de la parte de recibido del precerco, (o del cerco directo), para que cese el riesgo de tropiezo y caídas.
- Se vigilará que los trabajadores disponen y hacen un uso correcto de los EPI´s.
- Se comprobará que en los trabajos en altura los operarios lleven el arnés deseguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia; siempre y cuando no sea factible la colocación de protecciones colectivas.

En cuanto a las tabiquerías y particiones a base de placas de yeso laminado con estructura metálica:

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las zonas de trabajo dispondrán de una iluminación mínima general (natural o artificial) de 100-150 lux.
- Antes de la utilización de cualquier máquina herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad contra riesgos de cortes y atrapamientos instalados en perfectas condiciones. La utilización de dicha maquinaria herramienta se limitará a operarios debidamente cualificados y autorizados.
- Periódicamente se revisarán las mismas a fin de comprobar su protección contra contactos eléctricos indirectos.
- Dichas máquinas en todos los casos dispondrán de los adecuados cables y clavijas de conexión. Nunca deberán efectuarse las conexiones directas sin clavija ni se anularán las protecciones.
- En todos los casos se emplearán las herramientas manuales más adecuadas a la operación a realizar, utilizándose éstas de forma adecuada. Para su uso los operarios deberán disponer de cajas, bolsas o cinturón portaherramientas.
- Todas las operaciones con proyección de partículas, taladrado, corte, esmerilado, etc., deberán efectuarse utilizando gafas de protección ocular o pantallas de protección facial.
- Todas las operaciones que precisen realizarse sobre el nivel del suelo se efectuarán desde escaleras manuales o plataformas de trabajo adecuadas en evitación de caídas.
- Se mantendrán en todo momento las protecciones colectivas de huecos interiores y de huecos en fachada. En caso de tener que retirar una protección colectiva para la ejecución de los trabajos, el personal adoptará previamente otras medidas de protección; por ejemplo, trabajar con arnés de seguridad amarrado puntos fijos.

- Las protecciones de huecos en fachada (ventanales, etc.), alcanzarán la altura total del mismo en previsión de trabajos sobre escaleras o andamios de borriquetas en las proximidades.
- El tránsito entre plantas debe hacerse por escaleras adecuadamente peldañeadas, protegidas e iluminadas.
- Se clausurará de modo efectivo el acceso a las zonas de la obra donde se puedan producir caídas de materiales y objetos desde plantas superiores, así como a todas las plantas cuyos perímetros o huecos de forjado carezcan de protección.
- Se retirarán los conductores eléctricos, tendidos por el piso, de zonas de tránsito o trabajo, colocándolos en altura y sin que resulten obstáculo para los trabajadores.
- Se mantendrán limpias las zonas de trabajo y tránsito.
- El transporte de materiales con grúa, transpaletas, etc., debe hacerse debidamente paletizados, enflejados o sujetos.
- Las eslingas estarán en buen estado y los ganchos donde se enlacen tendrán pestillos de seguridad.
- Se realizarán las tomas de corriente con clavijas adecuadas en cuanto a aislamiento y continuidad del conductor de protección.
- Los acopios de materiales se efectuarán con garantías de estabilidad, sin que invadan las zonas de paso, ni provoquen sobrecargas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas y plataformas en ventanales de fachada o en proximidad de huecos (de instalaciones, escaleras, etc.) sin protección contra las caídas a distinto nivel. Para la utilización de estos medios en estos casos (o similares), se instalará un cerramiento provisional, formado por "pies derechos" acuñados a suelo y techo, a los que se amarraran tablones formando una barandilla sólida de 1m. de altura, medido desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas.
- Se colocarán los medios auxiliares necesarios (andamios, escaleras, etc.) con las características y condiciones de seguridad mínimas necesarias para acceder a los distintos lugares de la obra.
- Se colocarán los paneles, o placas de yeso, entre dos personas para evitar que se desplomen mientras se sujetan a la estructura metálica.
- Los operarios se colocarán bien asentados sobre superficies estables, cuando utilicen herramientas de percusión, o radiales, para evitar que en caso de atascado de la máquina o movimientos bruscos de la misma se produzcan empujes sobre el operario que le puedan

desequilibrar.

- Los operarios se colocarán de modo que las posibles corrientes de aire no proyecten partículas hacia el propio trabajador.
- Se comprobará que se dejan perfectamente estables herramientas, placas de yeso, medios auxiliares, etc. en el tajo; en todo momento.
- Cuando se muevan por la obra, los trabajadores tendrán especial precaución a los posibles trabajos que se realizan en alturas superiores.

- Cuando se trabaje al lado de ventanas o de huecos o en andamios, la protección a colocar debe ser de 1m. medida desde el punto de apoyo del trabajador.
- Se evitará trabajar con prendas sueltas o elementos que cuelguen, ya que pueden producirse atrapamientos en elementos móviles y arrastrarle hacia la zona de riesgo.
- Los operarios llevarán las herramientas en un portaherramientas.
- Se mantendrán las protecciones que tengan las distintas máquinas, estando prohibido retirar o anular cualquier protección que tengan las mismas (radial, taladro, etc.).
- No se hará caso omiso, ni se retirarán las protecciones colocadas para acceder a otro lugar; queda prohibido situarse en lugares sin protección. Así mismo, se debe respetar toda señalización y mantener los distintos medios auxiliares de la obra en perfecto estado.
- No se sobrecargarán los medios auxiliares amontonando, en ellos, materiales que sobrepasen la carga máxima admisible.
- No situarse junto a los paneles de yeso que se están colocando, si no se está seguro que están firmemente sujetos.
- Se retirarán clavos, tornillos y elementos punzantes de los materiales ya utilizados dejándolos en la zona de escombros habilitada, a tal efecto, por la empresa contratista.
- Se revisarán periódicamente todos los útiles de atado y de elevación de cargas (cadenas, ganchos, eslingas, etc.); en caso de que presenten deficiencias serán retirados de inmediato.
- Los operarios que hagan uso de los materiales, tendrán en cuenta en todo momento las fichas de seguridad de los productos para saber cómo manejarlos, tanto en lo referido a concentraciones, como en lo referido a actuaciones en caso de contacto con dichas sustancias.
- Los tajos se limpiarán de “recortes” y “desperdicios de pasta”.

Protecciones colectivas

- Barandillas de protección.
- Líneas de vida y puntos de anclaje homologados para instalar líneas de vida.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Mallazo electrosoldado o redes para huecos horizontales y de ascensor.
- Cuajado de tablones firmemente anclados en huecos horizontales o verticales.
- Marquesina de protección en zonas de tránsito de personal de obra y ajenos.
- Redes de seguridad horizontales.
- Barreras físicas de separación.

Protecciones colectivas

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Guantes para evitar contacto con el mortero de cemento
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Ropa de trabajo
- Arnés de seguridad
- Trajes para tiempo lluvioso
- Cinturón porta-herramientas
- Protector auditivo
- Puntos estables a los que anclar el arnés de seguridad.

10.3.8. CARPINTERÍA METÁLICA EXTERIOR E INTERIOR, MONTAJE DE VIDRIO Y CERRAJERÍA

Comprenden estos trabajos las unidades de obra relativas a la colocación de la carpintería tanto interior, como exterior de aluminio y la colocación de revestimientos de lamas de aluminio, celosías y cerrajería, colocación de vidrio, puertas metálicas y cortafuegos; incluso cerramientos a base de vallados de simple torsión.

En lo relativo a la COLOCACIÓN DE MARCOS: los premarcos serán acopiados en obra debidamente hasta su utilización. Durante las operaciones del replanteo del mismo se cuidará especialmente de que los operarios utilicen los EPIS debidamente. No quitaremos las piezas auxiliares hasta que no se falque parta evitar su descuadre.

Y en lo relativo a la COLOCACIÓN DE PUERTAS: Colocaremos las hojas una vez preparados todos los herrajes que se precisen, tanto en la propia hoja, como en el marco previamente colocado. Realizaremos los ajustes necesarios para que su funcionamiento sea correcto.

La maquinaria y medios auxiliares a emplear son:

- Grúa torre
- Camión grúa
- Plataformas elevadoras
- Escaleras
- Andamio
- Herramientas manuales
- Herramientas eléctricas portátiles
- Equipo de soldadura

Riesgos característicos

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de materiales o elementos en manipulación
- Choques y golpes contra objetos inmóviles
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas
- Contactos eléctricos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Cuerpos extraños en los ojos
- Atrapamiento de dedos entre objetos
- Los derivados de los medios auxiliares a utilizar

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Se garantizará la instalación de protecciones, y el mantenimiento de las mismas, en todos los huecos y donde sean necesarias (por ejemplo, en los huecos horizontales de forjados, pasos de instalaciones, en huecos verticales como ventanas,...); con el fin de evitar caídas en altura y a distinto nivel.

La colocación de cercos y pre-cercos en ventanas se realizará desde el interior contando con la protección de los andamios de fachada. En el caso de que exista riesgo de caída de altura, se dispondrá de puntos fijos para el anclaje de los trabajadores mediante arnés anti-caída y elementos de amarré.

El montaje de vidriería se realizará desde el interior, siempre contando con la protección de petos, así como de la propia carpintería.

Los trabajos de aplomado de puertas se realizarán desde escalera manual de forma que en ningún momento, el punto de operación al suelo supere los 2 metros.

Coordinación con el resto de oficios intervinientes. Prohibición de colocar ventanas sin antes haber delimitado la zona de influencia en la vertical en el exterior, para evitar posibles desplomes de materiales sobre personas.

El corte de elementos metálicos a máquina se efectuará bien en el interior del local habilitado al efecto y constantemente ventilado o bien a la intemperie.

Para evitar accidentes por interferencias y desequilibrios, está previsto que si los componentes de la carpintería, se transportan a hombro, será con un mínimo de dos trabajadores, utilizando en cualquier caso el número de trabajadores que sea necesario para evitar sobreesfuerzos.

Toda la maquinaria eléctrica a utilizar estará dotada de doble aislamiento con conexión a tierra de todas sus partes metálicas y dotadas del manillar de manejo y control revestido de material aislante de la electricidad.

Los premarcos serán acopiados en obra debidamente hasta su utilización. Durante las operaciones del replanteo del mismo se cuidará especialmente de que los operarios utilicen los EPIS debidamente. No quitaremos las piezas auxiliares hasta que no se falque parta evitar su descuadre.

Se acotarán las zonas de trabajo para evitar accidentes.

Se usarán guantes de cuero para evitar cortes; así como el resto de EPI´s estipulados como obligatorios (más abajo) para la actividad.

Los premarcos serán recibidos por más de un operario, en evitación de golpes, caídas y vuelcos. Se verificará el estado de los cables de las máquinas portátiles para evitar contactos eléctricos Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura de 2m.

La iluminación mediante portátiles se hará mediante portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.

Se prohibirá el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra

Los marcos se acopiarán verticalmente para evitar caídas de los mismos.

Las escaleras a utilizar para la colocación de marcos serán de tipo tijera, dotadas de zapatas antideslizantes, y de cadenilla limitadora de apertura.

Limpieza y orden en la obra.

No se retirará ninguna protección colectiva provisional sin antes haber establecido las medidas sustitutorias de protección equivalente.

Se utilizarán sólo equipos de trabajo y medios auxiliares en perfectas condiciones.

Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta (taladros, radiales, etc.), se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes. Obligatorio marcado CE.

En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes, metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

Se dispondrá de un extintor de polvo químico seco en las proximidades del tajo para una rápida actuación en caso de incendio.

Las carpinterías exteriores, celosías y lamas de aluminio de peso excesivo, serán manejados mediante cabos guía, hasta su ubicación definitiva. No se soltarán de los elementos de elevación hasta su fijación y estabilización definitiva.

Se tendrá especial atención a la manipulación de cargas y se respetarán las medidas preventivas mencionadas en el apartado, del presente Plan de Seguridad, que hace referencia a dicha labor.

Se habilitarán accesos seguros a la zona de trabajo.

Se utilizarán herramientas certificadas y en buen estado.

No se utilizarán mangos de herramientas pintados, verificando el estado de los mismos. Se mantendrán distancias de seguridad entre trabajadores.

Se prestará especial atención a las medidas preventivas expuestas en el apartado de herramientas manuales.

Se utilizará arnés de seguridad en aquellos lugares donde exista riesgo de caída a distinto nivel y no se dispongan medidas de protección colectiva.

Todas las labores se realizarán con guantes contra agresiones mecánicas.

Se prestará atención a la existencia de posibles puntas en los paños de cerramientos. No se levantarán pesos excesivos.

Los acopios se realizarán de forma ordenada, sin invadir las zonas de paso.

Las carpinterías, perfiles o lamas a montar se descargarán en obra en bloques perfectamente flejados pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.

Los precercos, (cercos, puertas de paso, tapajuntas), se descargarán en bloques perfectamente flejados pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.

Los acopios de carpintería de madera se ubicarán en los lugares definidos por el encargado, para evitar accidentes por interferencias.

Los listones horizontales inferiores, contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

Los listones inferiores anti-deformaciones se desmontarán inmediatamente, tras haber concluido el proceso de endurecimiento de la parte de recibido del precerco, (o del cerco directo), para que cese el riesgo de tropiezo y caídas.

El "cuelgue" de hojas de puertas, (o de ventanas), se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar los accidentes por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.

El almacén de colas y barnices poseerá ventilación directa y constante, un extintor de polvo polivalente junto a la puerta de acceso y sobre esta una señal de "peligro de incendio" y otra de "prohibido fumar" para evitar posibles incendios.

Los precercos y cercos metálicos se almacenarán linealmente repartidos junto a los lugares en los que se les vaya a instalar. No se dispondrán de tal manera que obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.

Las pletinas salientes (a la altura de los ojos...), implican un riesgo intolerable que, para evitarse, obligará a que se señalicen y protejan mediante elementos plásticos o similares.

Si los niveles de ruido superan los valores máximos establecidos por la normativa de aplicación, los trabajadores harán uso de protectores auditivos.

Para evitar los accidentes por contacto con la energía eléctrica, todas las máquinas herramienta que se utilicen, estarán dotadas de doble aislamiento, con conexión a tierra de todas sus partes metálicas, y dotadas de un manillar de manejo y control revestido de material aislante de la electricidad.

Las operaciones de mantenimiento y de sustitución de componentes recambiables se realizarán siempre con la máquina desconectada de la red eléctrica. Con esta precaución se elimina el riesgo eléctrico.

Los componentes de la carpintería metálica y cerrajería (cercos, las hojas de paso, etc.) considerados de forma unitaria, serán transportados por un mínimo de dos trabajadores, para evitar los accidentes por descontrol de la carga.

Las piezas metálicas que deban ser transportadas a hombros o brazo por un solo trabajador se inclinarán hacia atrás, procurando que la punta que va por delante esté a una altura superior a la de una persona; de esta forma se evitan los accidentes por golpes a otros trabajadores.

Se prohibirá la presencia de trabajadores en el radio de acción de la maquinaria.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, para evitar golpes, caídas y vuelcos. Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de materiales.

Las hojas de las puertas en obra se almacenarán verticalmente, en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libre de cualquier material ajeno a ellas. Una vez colocadas se señalizarán de forma que sean claramente visibles en toda la superficie.

Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilaría e celosías o lamas de aluminio. Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 metros. Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones, ordenadamente por capas horizontales.

Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.

Las maniobras de ubicación “in situ” de la estructura metálica, de las carpinterías, serán gobernadas por tres trabajadores. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.

Las operaciones de soldadura en altura se realizarán con el soldador amarrando el mosquetón del arnés a un cable de seguridad, o a puntos de la estructura; siempre y cuando no haya sido posible la instalación de protecciones colectivas.

Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje, se evitará el oxicorte en altura para evitar riesgos innecesarios.

Se prohíbe la permanencia de trabajadores dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se prohíbe la permanencia de trabajadores directamente bajo tajos de soldadura. Para soldar sobre tajos de otros trabajadores, se tenderán tejadillos, viseras, protectores de chapa, etc.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio, para ello se delimitará la zona de trabajo; prohibiéndose el acceso a la misma.

Se mantendrán libres de fragmentos de vidrio los tajos, para evitar el riesgo de cortes.

En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán siempre en posición vertical.

La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

El vidrio presentado en la carpintería correspondiente, se recibirá y terminará de instalar inmediatamente, para evitar el riesgo de accidentes por roturas.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

La colocación de los vidrios se realizará desde dentro del local, habitación...

Los andamios que deben utilizarse para la instalación de los vidrios en las ventanas, estarán protegidos en su parte delantera, (la que da hacia la ventana), por una barandilla sólida de 1m. de altura, medidas desde la plataforma de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, para evitar el riesgo de caída durante los trabajos.

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas, los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar los trabajos realizados sobre superficies inestables.

Se prohíben los trabajos con vidrio bajo régimen de vientos fuertes.

Los vidrios cuyo montaje no pudiera hacerse desde el suelo se montarán desde plataformas de un mínimo de 90 cm. de anchura, rodeadas de barandillas sólidas de 100 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Se garantizará un posicionamiento correcto y en perfectas condiciones de todos elementos de protección y elementos auxiliares, como es el caso de barandillas, plataformas de trabajo, escaleras fijas u otros medios a utilizar para los trabajos a desarrollar.

Se asegurará en todo momento la permanencia de trabajadores y materiales en condiciones seguras y estables, así como de las herramientas y maquinaría a utilizar (arnés de seguridad, escaleras, etc.).

Se comprobará diariamente el correcto estado de las herramientas y medios auxiliares a utilizar para las operaciones de izado; en aquellos casos que el tamaño y peso del vidrio a colocar así lo requiera.

Se realizará en condiciones seguras el aseguramiento del vidrio tanto en su posición provisional, como definitiva.

Para la colocación de cerramientos de simple torsión (o similares), serán de aplicación las siguientes premisas preventivas:

- Se tendrá especial precaución para no dañarse en los trabajos de desenrolle y manipulación de la malla, utilizándose obligatoriamente guantes que protejan de los posibles golpes y cortes.

- Serán de obligado cumplimiento las medidas preventivas de aplicación en la utilización de herramientas manuales.

- Para los trabajos de colocación de cerramiento definitivo en desniveles pronunciados (zonas de desmonte) se retranqueará lo máximo posible la línea de cerramiento, y se balizará con malla stopper la coronación del talud a 1 metro distancia. La colocación de la malla se realizará

siempre desde el lado contrario al talud. Dichas operaciones se supervisarán por el recurso preventivo. Una vez colocada la malla de balizamiento se procederá a la ejecución de las labores de cerramiento, siempre con la malla stopper en perfectas condiciones.

- No obstante, si fuese necesario realizar alguna operación en la que hubiese que rebasar la señalización de balizamiento, el trabajador deberá emplear el arnés de seguridad atado a un punto fijo resistente.

- Si el cerramiento no pudiese retranquearse a la distancia propuesta, se instalará una línea de vida atada a puntos fijos para que los trabajadores tengan el arnés de seguridad atado en todo momento.

- Se mantendrá el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.Se tendrá especial atención a la manipulación de cargas y se respetarán las medidas preventivas mencionadas en el apartado que hace referencia a dicha labor.

- Los acopios se realizarán de forma ordenada, sin invadir las zonas de paso.

- Se habilitará accesos seguros a la zona de trabajo, circulando la maquinaria únicamente por pendientes de trabajo recomendadas en su manual de fabricante.

- Prestar atención con las puntas de los paños de los cerramientos.

- No levantar pesos excesivos, debiendo siempre seguir lo establecido en el R.D. 487/97 y en su Guía Técnica.

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas de trabajos de manipulación de hormigón y de excavación.

- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilaría. Se compactará aquella superficie del solar que deba recibir los transportes de alto tonelaje. Los perfiles tubulares se

apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 metros. Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones, ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.

- Se prohíbe que los operarios suelden utilizando chalecos reflectantes. Cuando terminen de soldar se deben cerrar las botellas de gas, aunque se encuentren vacías.
- Se mantendrá el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Se tendrá especial atención a la manipulación de cargas y se respetarán las medidas preventivas mencionadas en el apartado que hace referencia a dicha labor.
- Los acopios se realizarán de forma ordenada, sin invadir las zonas de paso.
- Se habilitará accesos seguros a la zona de trabajo.
- Utilizar herramientas certificadas y en buen estado.
- No utilizar mangos de herramientas pintados, verificando el estado de los mismos.
- Utilizar guantes adecuados.
- Asegurarse de la trayectoria de las herramientas.
- Mantener la herramienta afilada y desembotada.
- Mantener distancia de seguridad entre los trabajadores.
- Comprobar la no existencia de enjambres, etc.

- Se prestará especial atención a las medidas preventivas expuestas en el apartado de herramientas manuales.
- Utilización de arnés de seguridad en lugares donde exista riesgo de caída a distinto nivel.
- Todas las labores se realizarán con guantes contra agresiones mecánicas, sobre todo en el manejo y tensado de cables. Evitando ponerse en la posible proyección de los mismos cuando se les está sometiendo a tensión.
- Prestar atención con las puntas de los paños de los cerramientos.
- Si utilizamos palancas al tensar la malla, utilizarlas progresivamente.
- En el tensado de la malla, vigilar los puntos de apoyo y comprobar su resistencia.
- Mantener los pies bien plantados y fuera de la trayectoria de las herramientas.
- Para el desenrollado de la malla usar un tangón o barra que sirva de eje.
- En la realización de trabajos en altura será preceptivo el uso de plataformas de trabajo seguras de al menos 90 cm. de anchura protegidas mediante barandilla perimetral, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- No se sobrepasará los valores máximos de tense de los cables.
- Se respetará lo enunciado en el apartado: Manipulación de cargas y hormigonado.

Protecciones colectivas

- Barandillas rígidas y resistentes protectoras
- Tableros anclados y de suficiente resistencia para la protección de huecos de forjado
- Conexión a tierra de todas las máquinas eléctricas, excepto las herramientas eléctricas

portátiles dotadas de aislamiento doble
- Anclajes para arnés anticaída
- Señalización y balizamiento

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Guantes de goma
- Manoplas de goma
- Muñequeras de cuero que cubran el brazo
- Botas de seguridad
- Arnés anti-caída

10.3.9. FALSOS TECHOS

Se considera dentro de esta actividad la instalación de falsos techos modulares y/o registrables; así como, la ejecución de falsos techos de escayola, pladur o similar.

El modo de fijación, se hará al hormigón de los forjados al estar constituidos estos por losas de hormigón armado; de esta manera, se resuelve la problemática que plantea tener que sustentar los falsos techos a materiales de difícil arriostramiento para los tensores como, por ejemplo: bovedillas, rasillas u otras.

La maquinaria y medios auxiliares a utilizar son:

- Carretillas
- Grúa
- Taladradora Pequeño utillaje
- Andamios o plataformas
- Niveles
- Plomadas
- Herramientas manuales

Riesgos característicos

- Cortes por el uso de herramientas manuales
- Golpes durante la manipulación de reglas y planchas
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Cuerpos extraños en los ojos

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Se garantizará la instalación de protecciones, y el mantenimiento de las mismas, en todos los huecos y donde sean necesarias (por ejemplo, en los huecos horizontales de forjados, pasos de instalaciones, en huecos verticales como ventanas); con el fin de evitar caídas en altura y a distinto nivel.

Se deberá tener en consideración que los trabajos en altura se realizarán desde plataformas de trabajo o andamios con sus correspondientes barandillas y rodapié. Los trabajos sobre escalera se limitarán a zonas en las que su utilización se haga estrictamente necesaria por el espacio libre de trabajo. En todo caso el punto de operación al suelo no superará en ningún momento los 2 metros.

Se deberá tener en cuenta que los trabajos de montaje de falsos techos no se simultanearán con el desarrollo de trabajos bajo la misma vertical.

Los trabajos de montaje de falsos techos sobre escaleras en zonas próximas a huecos se realizarán siempre empleando arnés de seguridad amarrado a un punto fijo.

Queda prohibido trabajar al lado de huecos existentes en el suelo que no permanezcan cerrados con tapas fijas al forjado, para impedir las caídas.

Queda prohibida la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos, etc., para evitar accidentes por trabajar sobre superficies inestables.

Se prohíbe ascender a escaleras de mano, de tipos apoyados o de tijera, ubicadas en descansillos y tramos de escaleras, sin estar sujeto en con el arnés de seguridad a un punto firme de la estructura.

No está permitido abandonar directamente sobre el pavimento cizallas, cortantes y similares.

Las escaleras de mano que se pretenda utilizar serán del tipo de tijera dotados de zapatas contra los deslizamientos y cadenilla de control de apertura máxima, para evitar accidentes por inestabilidad.

Las plataformas de trabajo sobre borriquetas para ser seguras deben tener un ancho mínimo de 90 cm; es decir, 3 plataformas metálicas contra los deslizamientos de 30 cm de anchura. El uso de borriquetas, en esta obra, se limita a los 2 metros de altura; además, para este caso, deben estar recercadas de una barandilla sólida de 100 cm de altura, formada por pasamanos barra intermedia y rodapié.

La zona de trabajo será accesible por lugares de tránsito fácil y seguro.

Las plataformas para la instalación de falsos techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

Los andamios para la instalación de falsos techos sobre rampas o escaleras tendrán la superficie de trabajo horizontal y bordeado de barandillas reglamentarias. Se permite el apoyo en peldaños definitivos y borriquetas siempre que esta se inmovilice y los tablones se anclen, acuñen, etc.

Se prohíbe el uso de andamios próximos a huecos, sin la utilización de medios de protección contra el riesgo de caída desde altura.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el suelo, en torno a los 2 m.

La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos, con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Se deben tener y conocer las fichas de seguridad de los productos a emplear.

Las herramientas manuales eléctricas que se empleen para el corte de la perfilaría, el anclaje de las estructuras metálicas, etc. deben tener sus clavijas macho-hembra normalizadas. Estarán convenientemente mantenidos y se prohibirá el uso de herramientas que tengas sus cables y clavijas en mal estado.

Se mantendrá perfectamente ventilada la zona de trabajo evitando la acumulación de polvo en los trabajos de corte de planchas.

Se eliminará inmediatamente las acumulaciones de restos de materiales para evitar el riesgo de incendio; se prohíbe fumar, se dispondrá de extintores de incendios en las inmediaciones.

Los materiales se transportarán mediante medios mecánicos preferiblemente en evitación de sobreesfuerzos. Se acopiarán ordenadamente repartidos junto a los tajos que se vayan a utilizar, ordenándolos de forma que no obstaculicen los lugares de paso, para evitar tropiezos innecesarios.

Se comprobará y garantizará previo a su utilización, el correcto estado de los medios auxiliares.

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Queda prohibido retirar protecciones colectivas sin adoptar previamente medidas alternativas de seguridad, y deberán reinstalarse tras realizar el trabajo si siguen siendo necesarias.

Quedan prohibidos los trabajos en la vertical de otras tareas, sin interposición de viseras resistentes de recogida de objetos. Se trata de una situación peligrosa, si la detecta, consulte la solución con el Encargado.

Se prohíbe trabajar junto a paramentos recién levantados, antes de transcurridas unas 48 h.

Queda prohibido trabajar al lado de huecos existentes en el suelo que no permanezcan cerrados con tapas fijas al forjado, para impedir las caídas.

Se prohíbe la utilización de andamios de borriquetas en balcones o ventanales sin protección. Para su uso deberá prepararse un cerramiento provisional formado por pies derechos acuñados en suelo y techo, sobre los que se fijarán tablones formando una barandilla sólida de 1m. de altura sobre la plataforma de trabajo; esta barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

El transporte de placas y paneles se realizará preferentemente sobre carretilla de mano para evitar sobreesfuerzos

Los trabajos serán realizados por personal cualificado, y nunca solos. Nunca se acumularán materiales en los andamios y borriquetas.

Para acceder al tajo, se usará siempre el acceso protegido, impidiéndose cualquier otro. Se delimitará y prohibirá el tránsito bajo zonas de trabajo.

Se garantizará una adecuada utilización de los Equipos de Protección Individual y de la Maquinaria.

Durante el empleo de colas y disolventes se mantendrán constantemente una “corriente de aire” suficiente como para la renovación constante y evitar las posibles intoxicaciones.

Se establecerá en un lugar señalado por el encargado, el almacén para las colas y disolventes en el que se mantendrá siempre la ventilación constante mediante "tiro continuo de aire". Queda prohibido mantener o almacenar botes de disolventes o pegamento, sin estar perfectamente cerrados, en evitación de la formación de atmósferas nocivas.

Se instalarán letreros de "peligro de incendio" y de "prohibido fumar" sobre la puerta de acceso a los almacenes de colas y disolventes. Se instalarán extintores de polvo químico seco, ubicados en la puerta de cada almacén.

Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que se dispone de zonas de circulación vertical y horizontal adecuadas para los operarios y libres de obstáculos.

Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que las zonas de paso interrumpidas por los trabajos disponen de vías alternativas debidamente señalizadas.

Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que se utilizan elementos adecuados para la carga, transporte y descarga de materiales.

Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que se acopian los materiales alejados de huecos o aberturas en forjados o fachadas, a fin de evitar caídas de material a niveles inferiores.

El tránsito entre plantas debe hacerse por escaleras adecuadamente peldañeadas, protegidas e iluminadas.

Los operarios se colocarán bien asentados sobre superficies estables, cuando utilicen herramientas de percusión, o radiales, para evitar que en caso de atascado de la máquina o movimientos bruscos de la misma se produzcan empujes sobre el operario que le puedan desequilibrar.

Se comprobará que se dejan perfectamente estables herramientas, placas, paneles, medios auxiliares, etc. en el tajo; en todo momento.

Se evitará trabajar con prendas sueltas o elementos que cuelguen, ya que pueden producirse atrapamientos en elementos móviles y arrastrarle hacia la zona de riesgo.

Los operarios llevarán las herramientas en un portaherramientas.

Se mantendrán las protecciones que tengan las distintas máquinas, estando prohibido retirar o anular cualquier protección que tengan las mismas (radial, taladro, etc.).

No se hará caso omiso, ni se retirarán las protecciones colocadas para acceder a otro lugar; queda prohibido situarse en lugares sin protección. Asimismo, se debe respetar toda señalización y mantener los distintos medios auxiliares de la obra en perfecto estado.

No situarse junto a los paneles que se están colocando, si no se está seguro que están firmemente sujetos.

Se retirarán clavos, tornillos y elementos punzantes de los materiales ya utilizados dejándolos en la zona de escombros habilitada, a tal efecto, por la empresa contratista.

En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes, metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

Se tendrá especial atención a la manipulación de cargas y se respetarán las medidas preventivas mencionadas en el apartado, del presente Plan de Seguridad, que hace referencia a dicha labor.

Se utilizarán herramientas certificadas y en buen estado.

No se utilizarán mangos de herramientas pintados, verificando el estado de los mismos. Se mantendrán distancias de seguridad entre trabajadores.

Se prestará especial atención a las medidas preventivas expuestas en el apartado de herramientas manuales.

Se utilizará arnés de seguridad en aquellos lugares donde exista riesgo de caída a distinto nivel y no se dispongan medidas de protección colectiva.

Todas las labores se realizarán con guantes contra agresiones mecánicas, sobre todo en el manejo de los paneles.

Protecciones colectivas

- Barandillas rígidas y resistentes protectoras
- Tableros anclados y de suficiente resistencia para la protección de huecos de forjado
- Conexión a tierra de todas las máquinas eléctricas, excepto las herramientas eléctricas portátiles dotadas de aislamiento doble
- Anclajes fijos para utilización de arnés
- Señalización y balizamiento

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en los tajos en los que exista riesgo de caída de objetos)
- Botas de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Gafas protectoras
- Protectores auditivos
- Guantes
- Ropa de trabajo
- Arnés de seguridad

10.3.10. REVESTIMIENTOS

Existen de diversos tipos de revestimientos a ejecutar en el proyecto tales como: revestimiento con paneles prefabricados ligeros y revestimiento de paredes cerámicos, conformado por baldosas de cerámica, aplacados de piedra, enlucidos.

La maquinaria y medios auxiliares a emplear son:

- Escaleras
- Plataforma elevadora
- Herramientas manuales
- Grúa
- Carretillas
- Llanas
- Plomadas
- Miras Paletas
- Cubos
- Andamios
- Borriquetas
- Gavetas

Riesgos característicos

- Caída de personas al mismo o distinto nivel
- Caída de objetos sobre las personas
- Golpes contra objetos
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales
- Dermatitis por contacto con el cemento
- Proyección de partículas en los ojos
- Sobreesfuerzos
- Electrocución

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Los trabajos de revestimientos en altura se realizarán desde andamios o plataformas de trabajo con protecciones colectivas y rodapié. En el caso de que se utilicen andamios de borriqueta la plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 90 cm dicha plataforma de trabajo contará con sistemas que impidan la traslación de los tablones, así como el volteo de los mismos.

Se tendrá en cuenta la capacidad portante de los medios auxiliares, de cara al acopio de materiales encima de los mismos.

Cuando se realicen trabajo de revestimiento en proximidad de huecos, y la altura de los trabajos sea tal que puede sobrepasar la altura de las protecciones existentes, se realizarán los trabajos desde andamios con barandillas y rodapié, en el caso de que no sea posible la instalación de andamios, y los trabajos se realcen de forma puntual sobre escaleras, se dispondrán de puntos de anclaje fijos para el amarre de arneses.

Los trabajadores que manejen elementos de corte de las piezas cerámicas, pétreas, deberán de contar con autorización expresa para el manejo de los mismos.

Se comprobará y garantizará previo a su utilización, el correcto estado de los medios auxiliares.

Se mantendrá un adecuado estado de orden y limpieza en cada tajo. Los tajos se limpiarán de recortes, desperdicios de pasta, etc.

Queda prohibido retirar protecciones colectivas sin adoptar previamente medidas alternativas de seguridad, y deberán reinstalarse tras realizar el trabajo si siguen siendo necesarias.

Las zonas de trabajo se limpiarán a diario, con el fin de evitar acumulaciones innecesarias.

Todas las zonas de trabajo deberán estar perfectamente iluminadas mediante luz natural o artificial, mínimo 200 lux. La iluminación artificial será fija y estanca. Si se usa iluminación portátil con portalámparas estancas con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla con diferenciales de 12 v para el caso de pozos y zonas muy húmedas, y de 24v para el resto de los tajos. Contarán con rejillas de protección.

Las conexiones se harán con enchufes macho – hembra y clavijas normalizados.

Se mantendrán ordenados y elevados los cables y mangueras, evitando que interfieran con las zonas trabajo o circulación.

En las zonas de trabajo se accederá siempre de forma segura.

Se prohíbe balancear las cargas suspendidas para su instalación en los tajos.

Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de 48 horas, si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, se pueden derrumbar sobre el personal.

Se utilizarán las herramientas adecuadas para cada trabajo a realizar.

En la utilización de hormigoneras eléctricas o silos (bien sean de mortero o yeso) se comprobará que esté en óptimas condiciones (carcasas de protección, conexión a tierra…).

No se realizarán trabajos simultáneos en la misma vertical a distintos niveles.

Se mantendrán en perfecto estado todas las protecciones colectivas colocadas en fase de estructura hasta que estén limitados los riesgos que cubran por la propia obra de albañilería.

Al existir andamio perimetral en todo el perímetro el trabajo en ventanas, etc. quedará protegido con el mismo, pero si esto cambiase se emplearán arneses de seguridad anclados a puntos fijos de la estructura.

Los materiales se subirán a las plantas por los lugares dispuestos para ello, utilizando la grúa, las plataformas de descarga y los puntos de anclaje para recepción de material. Se prohíbe subir y bajar material por huecos de ascensor.

Se comprobará y garantizará previo a su utilización, el correcto estado de los medios auxiliares.

Se mantendrá un adecuado estado de orden y limpieza en cada tajo. Los tajos se limpiarán de recortes, desperdicios de pasta, etc.

Queda prohibido retirar protecciones colectivas sin adoptar previamente medidas alternativas de seguridad, y deberán reinstalarse tras realizar el trabajo si siguen siendo necesarias.

Quedan prohibidos los trabajos en la vertical de otras tareas, sin interposición de viseras resistentes de recogida de objetos. Se trata de una situación peligrosa, si la detecta, consulte la solución con el Encargado.

Las plataformas sobre borriquetas para la instalación de revestimientos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

Los andamios para la instalación de revestimientos sobre rampas o escaleras tendrán la superficie de trabajo horizontal y bordeados de barandillas reglamentarias. Se permite el apoyo en peldaños definitivo y borriquetas siempre que esta se inmovilice y los tablones se anclen, acuñen, etc.

Se prohíbe la utilización de andamios de borriquetas en balcones o ventanales sin protección. Para su uso deberá prepararse un cerramiento provisional formado por pies derechos acuñados en suelo y techo, sobre los que se fijarán tablones formando una barandilla sólida de 1m. de altura sobre la plataforma de trabajo; esta barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Se prohíbe la utilización de andamios de borriquetas en las proximidades de huecos sin la utilización de medios de protección contra el riesgo de caídas.

El transporte de placas y paneles se realizará preferentemente sobre carretilla de mano para evitar sobreesfuerzos.

Los trabajos serán realizados por personal cualificado, y nunca solos. Nunca se acumularán materiales en los andamios y borriquetas.

Para acceder al tajo, se usará siempre el acceso protegido, impidiéndose cualquier otro.

Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que las zonas de paso interrumpidas por los trabajos disponen de vías alternativas debidamente señalizadas.

El tránsito entre plantas debe hacerse por escaleras adecuadamente peldañeadas, protegidas e iluminadas.

Se clausurará de modo efectivo el acceso a las zonas de la obra donde se puedan producir caídas de materiales y objetos desde plantas superiores, así como a todas las plantas cuyos perímetros o huecos de forjado carezcan de protección.

Los operarios se colocarán bien asentados sobre superficies estables, cuando utilicen herramientas de percusión, o radiales, para evitar que en caso de atascado de la máquina o movimientos bruscos de la misma se produzcan empujes sobre el operario que le puedan desequilibrar.

Se comprobará que se dejan perfectamente estables herramientas, placas, paneles, medios auxiliares, etc. en el tajo; en todo momento.

Se evitará trabajar con prendas sueltas o elementos que cuelguen, ya que pueden producirse atrapamientos en elementos móviles y arrastrarle hacia la zona de riesgo.

Los operarios llevarán las herramientas en un portaherramientas.

Se mantendrán las protecciones que tengan las distintas máquinas, estando prohibido retirar o anular cualquier protección que tengan las mismas (radial, taladro, etc.).

En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes, metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

Se dispondrá de un extintor de polvo químico seco en las proximidades del tajo para una rápida actuación en caso de incendio.

Medidas a garantizar durante la ejecución de alicatados y aplacados de piedra:

- El corte de las placas y demás piezas se realizará en vía húmeda para evitar la formación de polvo, así como en locales abiertos. Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar la red de seguridad, andamio o protección equivalente.
- La maquinaria portátil deberá tener doble aislamiento.
- Se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el suelo de 2m.
- Iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando portalámparas, con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla alimentados a 24 voltios.

- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin la utilización de clavijas macho y hembra.
- Las escaleras de mano serán de tipo de tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora.
- Se prohíbe la formación de andamios, utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas para evitar riesgos por trabajos realizados sobre superficies estrechas y seguras.

- Orden y limpieza en cada tajo. Los tajos se limpiarán de "recortes" y "desperdicios de pasta".
- Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.
- Las cajas de material de alicatar, se acopiarán apiladas en un máximo de 4 filas, en las plantas y repartidas junto a los tajos donde se las vaya a emplear y sin obstaculizar el paso normal por cada zona.
- Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 90 cm. y barandilla de protección de 1m.; limitándose su altura, en esta obra, a 2 m.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.
- Para evitar las lesiones por la formación de polvo ambiental durante el trabajo se ha previsto que el corte de las piezas cerámicas se ejecutará en vía húmeda; es decir, antes de cortar, sumerja la pieza un rato en agua, luego, córtela.
- El corte de las piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos a la intemperie, para evitar las lesiones por respirar aire con polvo en suspensión. Recuerde que las partículas de polvo menores son las que más dañan los pulmones; evite este riesgo usando mascarilla de seguridad para estas labores.
- El corte de piezas cerámicas a máquina: “tronzadora radial” o “sierra de disco”, deberá hacerse por vía húmeda para evitar las de afecciones respiratorias; para ello, sumerja la pieza a cortar en un cubo con agua, una vez mojada, córtela.
- La formación de ingletes con cortadora manual, origina el riesgo de corte por la arista obtenida. Manipule las piezas cortadas con guantes.
- Queda prohibido retirar protecciones colectivas sin adoptar previamente medidas alternativas

de seguridad, y deberán reinstalarse si una vez terminado el trabajo siguen siendo necesarias.

- Quedan prohibidos los trabajos en la vertical de otras tareas, sin interposición de viseras resistentes de recogida de objetos. Se trata de una situación peligrosa, si la detecta, consulte la solución con el Encargado.
- El uso de radiales y sierras será realizado por personal adiestrado, experto en su manejo y autorizado formalmente por el empresario.
- Las máquinas a utilizar (radiales, etc.), estarán dotadas de doble aislamiento (o conexión a tierra de todas sus partes metálicas) con el fin de evitar los accidentes por riesgo eléctrico. Así mismo tendrán el manillar de manejo revestido de material aislante de la electricidad y estarán dotadas de aro de protección anti-atrapamientos (o abrasiones).
- Los escombros se apilarán ordenadamente para su evacuación.

Medidas en jarreados, enlucidos y guarnecidos:

- Se utilizarán plataformas de trabajo con barandilla de 1 m en todo su contorno. Cable o cuerda fiador para sujeción de arnés anti-caída. Anclaje de seguridad.
- Protecciones contra el riesgo eléctrico, en caso de utilización de herramientas y equipos o receptores eléctricos. Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del funcionamiento correcto de las protecciones eléctricas.
- Utilizar accesos seguros para entrar y salir de las plataformas. Montaje seguro de cada plataforma de trabajo a utilizar. Prohibición de realizar trabajos en cotas superiores.

- Señalización de riesgos en el trabajo. La maquinaria portátil tiene que tener doble aislamiento.
- Se deberán mantener limpias y ordenadas las superficies de tránsito.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el suelo de 2m.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando portalámparas, con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin la utilización de clavijas macho y hembra.
- Las escaleras de mano serán de tipo de tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora.

- Se prohíbe la formación de andamios, utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas para evitar riesgos por trabajos realizados sobre superficies estrechas y seguras.
- En todo momento se mantendrán los tajos limpios de escombros, cascotes y restos de mezclas o morteros; limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo, para evitar los accidentes por resbalón.
- Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de paramentos horizontales, tendrán la superficie horizontal, continua y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.
- Los andamios a utilizar estarán siempre dotados de plataforma de trabajo de ancho no inferior a 90 cm y barandillas de protección de 1m.
- Se prohíbe la utilización de andamios de borriquetas en balcones sin protección. Para su uso deberá prepararse un cerramiento provisional formado por pies derechos acuñados en suelo y techo, sobre los que se fijarán tablones formando una barandilla sólida de 1m. de altura sobre la plataforma de trabajo; esta barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- El transporte de miras (reglas, tablones, etc.) se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura de casco de quien lo transporta, para evitar golpes a otros operarios (o los tropezones entre obstáculos).

Protecciones colectivas

- Señalización de la zona de trabajo.
- Carcasas de protección y toma de tierra.
- Barandillas de protección de forjados, huecos de ascensor, escaleras.
- Andamio tipo europeo en perímetro edificio.
- Cuajado de tablones para huecos y mallazos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Guantes de látex para manipulación de morteros y pegamentos
- Gafas de seguridad contra las proyecciones
- Protecciones auditivas
- Arnés antiácidas si no existe protección colectiva
- Los operarios que realicen operaciones de corte de materiales ladrillo con radial usarán, además de las protecciones anteriores: Gafas de protección contra partículas, mascarilla con filtro partículas y polvo, y protección auditiva.
- Los operarios que realicen operaciones de cargas manualmente, además de las protecciones anteriores, usarán cinturón lumbar.

10.3.11. SOLADOS

Los trabajos de ejecución de solados cerámicos, pétreos y de madera se inician con el replanteo, fijando una fila de baldosas y marcando en las paredes las cotas de piso terminado. Estos trabajos no difieren mucho de los analizados en el apartado anterior y relativo a los revestimientos de paramentos verticales.

- Elemento de elevación de material
- Cortadora de agua
- Pulidora de disco horizontal para suelo contínuo
- Reglas de cuadradillo de 2.00 y 3.00 m. de longitud
- Nivel de burbuja
- Cinta métrica. Cuerda para el replanteo
- Elemento de apisonado para solado in situ
- Pala para extender la arena y el mortero
- Cubos de goma
- Paleta triangular
- Pequeña maquinaria eléctrica
- Herramientas manuales

Riesgos característicos

- Caídas al mismo y a distinto nivel
- Golpes en las manos
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Intoxicación por falta de ventilación en interiores
- Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas
- Riesgos derivados del uso de medios auxiliares y de la maquinaria descrita

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Vigilancia permanente en el cumplimiento de normas preventivas y del funcionamiento correcto de las protecciones eléctricas con toma de tierra o doble aislamiento y resguardos con carcasas de seguridad ante la presencia de elementos móviles agresivos

Los locales de trabajo estarán adecuadamente ventilados e iluminados.

La aplicación de los adhesivos se realizará mediante brochas, pinceles o espátulas y nunca con las manos.

Medidas a respetar para el recrecido de soleras mediante mortero:

- Se atenderán en todo momento las instrucciones de tratamiento de los fabricantes del mortero utilizado en los trabajos.
- La máquina mezcladora estará conectada a tierra con pica de toma de tierra clavada al terreno una longitud mínima de 50cm.
- La máquina mezcladora, en la tolva de mezcla dispondrá de la rejilla de protección permanentemente; de este modo se evitarán posibles accidentes a la hora de intentar desatascar posibles atranques.
- La manguera conectada a la máquina, a través de la que suministra el mortero de recrecido de las soleras, estará fuertemente atada a puntales colocados a tal efecto cada 5m.; dichos puntales se colocarán en el local por todas las zonas en las que la manguera tenga que pasar hasta las zonas a recrecer. De esta manera se evitan golpes por vibraciones y movimientos de

la manguera.

- La máquina para el recrecido, sólo deberá ser utilizada en perfecto estado técnico, así como para los fines previstos y tomando en consideración las exigencias de seguridad y los riesgos existentes, conforme a lo estipulado en el manual de instrucciones del fabricante.
- Se atenderán, por tanto, en todo momento las instrucciones de manejo y se cumplirán, en todo momento, las condiciones de mantenimiento e inspección que se recojan en el manual de instrucciones del fabricante.
- Se deben observar y seguir todas las indicaciones de seguridad y de peligro, en la máquina, dispuestas; y mantenerlas en estado legible.
- Se debe revisar la máquina diariamente en cuando a daños o deficiencias que se puedan detectar exteriormente. En caso de que las alteraciones de la máquina, o el comportamiento funcional de la misma sean relevantes para la seguridad, se deberá parar la máquina inmediatamente y comunicar el fallo a la persona competente.
- La máquina de recrecidos será utilizada únicamente por personal instruido, experto en su manejo y expresamente autorizado por el empresario.
- Los trabajos en componentes eléctricos de la máquina deben ser efectuados únicamente por personal autorizado.
- Se deben observar los procedimientos de conexión y desconexión y las indicaciones de control, conforme a las instrucciones de manejo de la máquina.
    - Debe tenerse en cuenta que estas máquinas requieren gran intensidad de corriente eléctrica, especialmente a la hora de contratar el suministro de energía necesario. Está totalmente prohibido conectar directamente la manguera trifásica de la maquina a la acometida eléctrica.

- Cuando la máquina está desconectada completamente para efectuar trabajos de mantenimiento y reparación, hay que asegurarla contra la reconexión inesperada, por ejemplo: cerrando el interruptor principal y extrayendo la llave o colocando un rótulo de advertencia en el interruptor principal.
- Las mangueras deben colocarse de forma segura y de manera que no estén dobladas, en previsión de reventones. Ante trayectos largos (entreplantas, pasillos, etc.) irán siempre colocadas y sujetas a puntales para evitar golpes.

- Antes de abrir los acoplamientos de manguera, se debe eliminar la sobrepresión.
- Para quitar taponamientos, la persona que lo realice debe colocarse en una posición en la que no puede ser alcanzada por el mortero.
- La máquina de recrecidos, deberá conservar la placa identificativa de marcado CE.
- Se deberán emplear gafas antiproyecciones, guantes de goma o nitrilo y botas impermeables de seguridad para las operaciones de vertido y rastreo del mortero.

Premisas preventivas para la ejecución de solados cerámicos, pétreos y de madera:

- Orden y limpieza en cada tajo. Los tajos se limpiarán de "recortes" y "desperdicios de pasta".
- Las cajas de material en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.
- Las cajas de material, se acopiarán apiladas en un máximo de 4 filas, en las plantas y repartidas junto a los tajos donde se las vaya a emplear y sin obstaculizar el paso normal por cada zona.
- Para evitar las lesiones por la formación de polvo ambiental durante el trabajo se ha previsto que el corte de las piezas cerámicas se ejecutará en vía húmeda; es decir, antes de cortar, sumerja la pieza un rato en agua, luego, córtela. Para el corte de las piezas de madera, el personal hará uso de equipos de protección individual de las vías respiratorias y ojos.
- El corte de las piezas se ejecutará en locales abiertos a la intemperie, para evitar las lesiones por respirar aire con polvo en suspensión. Recuerde que las partículas de polvo menores son las que más dañan los pulmones; evite este riesgo usando mascarilla de seguridad para estas labores.
- La formación de ingletes con cortadora manual, origina el riesgo de corte por la arista obtenida. Manipule las piezas cortadas con guantes.
- El uso de radiales y sierras será realizado por personal adiestrado, experto en su manejo y autorizado formalmente por el empresario.
- Las máquinas a utilizar (radiales, sierras circulares, etc.), estarán dotadas de doble aislamiento (o conexión a tierra de todas sus partes metálicas) con el fin de evitar los accidentes por riesgo eléctrico.
- Serán de aplicación las normas descritas en el capítulo anterior.

- La ejecución de los trabajos deberá realizarse por personal cualificado. Los escombros se apilarán ordenadamente para su evacuación.
- El manejo de sacos de pegamento y piezas pétreas cuyo peso sea superior a 25 kg, exige la intervención de dos operarios.
- La maquinaria portátil deberá tener doble aislamiento.
- La aplicación de los adhesivos se realizará mediante paletas, llanas o espátulas; nunca con las manos.

Medidas preventivas a seguir para los trabajos de ejecución de suelos continuos:

- Se mantendrá un adecuado estado de orden y limpieza en cada tajo. Los tajos se limpiarán de recortes, desperdicios, etc.
- Queda prohibido retirar protecciones colectivas sin adoptar previamente medidas alternativas de seguridad, y deberán reinstalarse tras realizar el trabajo si siguen siendo necesarias.
- Se garantizará un acopio adecuado de perfiles, planchas y paneles de materiales, repartidos junto a los tajos donde se les vaya a emplear y sin obstaculizar el paso normal por cada zona.
- Queda prohibido trabajar al lado de huecos existentes en el suelo que no permanezcan cerrados con tapas fijas al forjado, para impedir las caídas.
- El transporte de perfiles y paneles se realizará preferentemente sobre carretilla de mano para evitar sobreesfuerzos.
- Los trabajos serán realizados por personal cualificado, y nunca solos.
- Se garantizará una adecuada utilización de los Equipos de Protección Individual y de la Maquinaria.
- Durante el empleo de colas y disolventes se mantendrán constantemente una “corriente de aire” suficiente como para la renovación constante y evitar las posibles intoxicaciones.
- Se establecerá en un lugar señalado por el encargado, el almacén para las colas y disolventes en el que se mantendrá siempre la ventilación constante mediante “tiro continuo de aire”. Queda prohibido mantener o almacenar botes de disolventes o pegamento, sin estar perfectamente cerrados, en evitación de la formación de atmósferas nocivas.
- Se instalarán letreros de “peligro de incendio” y de “prohibido fumar” sobre la puerta de

acceso a los almacenes de colas y disolventes. Se instalarán extintores de polvo químico seco, ubicados en la puerta de cada almacén.

- Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que se dispone de zonas de circulación vertical y horizontal adecuadas para los operarios y libres de obstáculos.
- Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que las zonas de paso interrumpidas por los trabajos disponen de vías alternativas debidamente señalizadas.
- Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que se utilizan elementos adecuados para la carga, transporte y descarga de materiales.
- Se comprobará y garantizará por parte del encargado, o recurso preventivo, que se acopian los materiales alejados de huecos o aberturas en forjados o fachadas, a fin de evitar caídas de material a niveles inferiores.
- El tránsito entre plantas debe hacerse por escaleras adecuadamente peldañeadas, protegidas e iluminadas.
- Se clausurará de modo efectivo el acceso a las zonas de la obra donde se puedan producir caídas de materiales y objetos desde plantas superiores, así como a todas las plantas cuyos perímetros o huecos de forjado carezcan de protección.
- Se evitará trabajar con prendas sueltas o elementos que cuelguen, ya que pueden producirse atrapamientos en elementos móviles y arrastrarle hacia la zona de riesgo.
- Los operarios llevarán las herramientas en un portaherramientas.
- Se mantendrán las protecciones que tengan las distintas máquinas, estando prohibido retirar o anular cualquier protección que tengan las mismas.

- No se hará caso omiso, ni se retirarán las protecciones colocadas para acceder a otro lugar; queda prohibido situarse en lugares sin protección.
- Así mismo, se debe respetar toda señalización y mantener los distintos medios auxiliares de la obra en perfecto estado.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico seco en las proximidades del tajo para una rápida actuación en caso de incendio.
- Se tendrá especial atención a la manipulación de cargas y se respetarán las medidas preventivas mencionadas en el apartado, del presente Estudio de Seguridad, que hace

referencia a dicha labor.

- Se utilizarán herramientas certificadas y en buen estado.

Protecciones colectivas

- Protecciones contra el riesgo eléctrico, en caso de utilización de herramientas y equipos receptores eléctricos
- Señalización de la zona de trabajo
- Carcasas de protección y toma de tierra
- Barandillas de protección de forjados, huecos de ascensor y escaleras
- Andamio tipo europeo en perímetro edificio
- Cuajado de tablones para huecos y mallazos
- Marquesina de protección

Equipos de protección individual

- Casco
- Botas de seguridad
- Fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos
- Guantes de goma o caucho
- Mascarilla con filtro en los trabajos de corte
- Chaleco reflectante
- Guantes contra agresiones mecánicas
- Gafas antipolvo y antiproyecciones (tajo de corte)
- Ropa de trabajo
- Arnés de seguridad

LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION

10.3.12. EXCAVACION DE ZANJAS

Las tierras extraídas se acopiarán a una distancia del borde de la zanja igual a la profundidad de la misma. Asimismo, antes de permitir el acceso al fondo de éstas, se saneará el talud y borde de las zanjas, que se mantendrán en todo momento debidamente protegidas con barandillas rígidas, de forma que se impida el

acercamiento inadecuado de personas y vehículos. También se señalizarán con cordón de balizamiento en el resto de su longitud.

El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano dotadas de elementos antideslizantes, amarradas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasarán en 1 m. el borde de la zanja).

Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas y, si las características del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno.

Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,60 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié.

El acopio de tuberías (o cunetas en su caso) se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto. El transporte de tuberías se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

Como normativa general de referencia y de obligado cumplimiento hay que destacar el RD 2177/2004 de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio para trabajos en altura. Además, se deberán seguir también:

UNE 12810 para andamios

UNE-EN 13374 para barandillas y demás elementos auxiliares

Se deberá disponer de un plan de montaje y desmontaje, así como su certificado de montaje y revisión. Se establecerá un mecanismo de revisión periódica de todos los elementos susceptibles de comprobación si la altura es superior a 4 metros. La estabilidad y buen montaje de estos elementos es fundamental para la seguridad de los que los utilizan y del personal cercano a estos tajos, por tanto, estos elementos serán supervisados por un miembro de las brigadas de seguridad o mando de la obra delegado por el Coordinador de Seguridad y Salud.

Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.

Una vez instalados los tubos, se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.

Las dotaciones y obligaciones de empleo de las protecciones personales, serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico.
- Chaleco reflectante.
- Guantes de protección frente a agresivos químicos (para los trabajos de manipulación del hormigón o de acelerantes de fraguado).
- Arnés de seguridad (para trabajadores ocupados al borde de zanjas profundas).
- Botas de seguridad contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajos en ambiente seco).
- Ropa impermeable al agua (en tiempo lluvioso).
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajo en la manipulación de materiales).
- Mono de trabajo.

Así como las siguientes protecciones colectivas mínimas:

- Barandillas en bordes de zanjas y/o pozos.
- Escaleras metálicas con calzos antideslizantes.
- Calzos para acopios de tubos.
- Pasarelas para el paso de trabajadores sobre zanjas, con atención especial a su diseño y construcción cuando deba pasar público.
- Balizamiento de zanjas y tajos abiertos.
- Separación de acopios de tierras extraídas a distancias de seguridad.
- Entibaciones adecuadas, cuando así se requiera.
- Señalización normalizada.

De manera específica, en el montaje de tuberías, además de las normas comunes, anteriormente consideradas, se tendrán presentes, en su caso, los riesgos propios de los trabajos de soldadura, en los que será necesario el empleo de guantes dieléctricos, herramientas aislantes de la electricidad y comprobadores de tensión.

En los trabajos de soldadura eléctrica y oxicorte se seguirán fielmente las normas dictadas para los mismos.

Se recomienda la utilización de barandillas de mano de una altura mínima de 1 metro y se dispondrán pasamanos, listón intermedio (plintos a 45 cm) y rodapié (plintos a 15 cm) y que estas barandillas estarán debidamente ancladas al elemento estructural que las soporta con la supervisión de la brigada de seguridad

encargada de supervisar estos tajos. Las normas UNE mencionadas para barandillas no son de obligado cumplimiento, pero es MUY RECOMENDABLE seguir sus indicaciones.

La ubicación de tuberías en el fondo de la zanja se realizará con ayuda de cuerdas guía u otros útiles preparados al efecto, no empleando jamás las manos o los pies para el ajuste fino de estos elementos en su posición. Antes de hacer las pruebas, ha de revisarse la instalación, cuidando que no queden accesibles a terceros, válvulas y llaves que, manipuladas de forma inoportuna, puedan dar lugar a la formación de atmósferas explosivas o a escapes peligrosos.

10.3.13. COLOCACIÓN-MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

Riesgos característicos

- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria
- Atropello o golpes con vehículos
- Caída a distinto nivel
- Caída al mismo nivel
- Caída de objetos desprendidos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Pisadas sobre objetos
- Proyección de fragmentos y partículas
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas

Está totalmente prohibido andar por encima de las tuberías instaladas ya que son superficies inestables.

No se simultanearán los trabajos de excavación y los de montaje de tubos. Deberá mantenerse al menos una distancia de 10 m.

Antes del comienzo de los trabajos se procederá a señalizar toda la zona ocupada mediante vallas para la limitación de las zonas de trabajo, y se impedirá el acceso de personal ajeno a los trabajos.

No se desplazará la carga por encima del personal. Cuando por efecto de los trabajos, sea preciso desplazar las cargas por el lugar donde se encuentra el personal, el gruista utilizará una señal acústica que advierta de sus movimientos, comprobando antes de mover la carga que todo el personal se encuentra fuera de su alcance en toda la trayectoria del movimiento.

El personal deberá subir y bajar de las zanjas o excavaciones siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m. el borde de la zanja o pozo y estarán amarradas firmemente al borde superior. Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, y cuando exista riesgo de caída en altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandilla reglamentaria, con una separación del borde del talud tal que no exista riesgo de desplome del borde del mismo.

Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, disponiendo de topes, para evitar que los tubos se deslicen o rueden. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

En los acopios de tubos a lo largo de las zanjas se procurará colocarlos en el lado opuesto al del acopio de material de excavación de la zanja.

Los materiales prefabricados para el drenaje se manipularán, según el peso, mediante los medios mecánicos adecuados. Se primará el uso de sistemas específicos, como pinzas especiales. Como alternativa se usarán eslingas de acero o nylon, las cuales abrazan o ahorcan el tubo.

Los tubos serán guiados en el aire mediante sogas de seguridad, sólo se permitirá que el personal manipule manualmente los tubos cuando estén próximos al suelo y siempre desde el lugar que no presente riesgo de atrapamiento.

Para desflejar los paquetes de tubos, se usarán las herramientas necesarias de corte de los mismos. Los trabajadores que estén recibiendo los tubos en la zanja se retirarán hasta que el tubo esté situado casi en su posición definitiva para evitar atrapamientos entre el tubo y el terreno.

Para no mantener grandes tramos de zanjas abiertas, se procurará que se monten los tubos a medida que se va abriendo la zanja.

Si el camión hormigonera se tiene que aproximar al borde de la excavación, no lo hará a menos de 2 m., siempre guiado por un operario y comprobando que no haya ninguna persona detrás durante el retroceso del camión. Se colocarán topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse a la excavación para verter hormigón.

La maniobra de vertido será dirigida por un responsable que vigilará que no se realicen maniobras inseguras, así como el buen estado de los pequeños encofrados y bordes de excavación.

Toda arqueta estará dotada de una tapa definitiva o provisional en el momento de su construcción. Siempre que una arqueta sea destapada por necesidades de trabajo, será protegida con barandilla y restituida la tapa, una vez que el trabajo finalice.

Mientras las arquetas permanezcan sin sus tapas definitivas, se colocará una superficie firme de seguridad a base de entablado efectuado con tablón trabado entre sí o con planchas de tramex. Además, se vallarán o señalizarán las arquetas sin tapa definitiva, aun estando tapada con tablones. Para cruzar de forma segura las excavaciones, se colocarán pasarelas como mínimo de 0,60 m. de anchura y provistas de barandillas si la profundidad de la excavación es de 2 m. o mayor.

Si el camión realiza maniobras de marcha atrás, dispondrá de la ayuda de un señalista.

Si permanece algún trabajador sobre la caja, los hastíales de la misma, deberán permanecer subidos en todo momento, evitando así el riesgo de caída.

No se saltará al suelo desde la carga o desde la caja. Puede en el salto fracturarse los talones, o provocarse cualquier otra lesión en piernas, columna vertebral, etc.

El acceso al interior de las excavaciones se realizará con escalera cuando la inclinación del terreno no asegure la estabilidad.

Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Dadas las dimensiones de este tipo de tuberías, cuando estén en suspensión se guiarán mediante sogas instaladas en los extremos, evitando así la situación de trabajadores bajo cargas suspendidas, los golpes, atrapamientos por el movimiento pendular.

Las herramientas de trabajo deben ser verificadas antes de su utilización desechando aquellas que presenten anomalías. La colocación de canalizaciones se realizará con herramientas adecuadas. No se manipularán equipos que sobrepasen los 25 kg de peso.

Si se tienen que acopiar en zona próxima a una excavación, se impedirá el posible deslizamiento o rodadura de los elementos acopiados, se colocarán si fueran necesario topes mediante elementos (Tablones, redondos, elementos metálicos, etc.) anclados en el terreno.

Se elegirán los ganchos y eslingas adecuadas. Se asegurarán los puntos de enganche.

La sujeción será tal que evite que se puedan caer o desplazar los tubos. No se desplazarán las cargas sobre los trabajadores.

No se desembridarán los elementos de colocación hasta que no estén debidamente sujetos y anclados los tubos.

El material para los montajes de canalizaciones se depositará de forma suave en el interior de las zanjas evitando el balanceo o arrojarlo al interior de la misma.

Si para la colocación de un tubo con otro es necesaria la colocación de una junta de goma entre ellos. Se prestará atención en su correcta colocación previa al inicio del empuje del tubo macho, son muchas las ocasiones en que se pretenden hacer rectificaciones de la junta cuando se está empujando, lo que provoca el aprisionamiento de dedos, manos o brazos.

Se tendrán en cuenta las recomendaciones dadas para la manipulación manual de cargas o manipulación de cargas por medios mecánicos.

Equipos de Protección Individual

- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Casco de seguridad, cuando existan cargas suspendidas.
- Chaleco reflectante
- Cinturón de protección dorso-lumbar
- Gafas de protección antimpactos
- Guantes contra agresiones mecánicas.

Protecciones colectivas

- Baliza luminosa portátil
- Barandilla provisional
- Barrera tipo New Jersey portátil
- Cartel informativo
- Chapón/tapa
- Señalización de seguridad
- Valla de contención de peatones

10.3.14. RELLENO, EXTENDIDO, NIVELADO Y COMPACTADO

Son aquellos trabajos necesarios para el relleno de excavaciones, tapado de zanjas y huecos.

Estos trabajos, se realizarán por tongadas de espesor máximo 30 cm compactando cada tongada por medios mecánicos.

Antes de verter arena, zahorra... para una nueva tongada, se comprobará que la compactación anterior se ha obtenido el nivel de compactación requerido por Proyecto.

La prevención de accidentes en estos trabajos, se concreta, mayoritariamente, en la adopción y vigilancia de requisitos y medidas preventivas relativas a la maquinaria de vertido y compactación.

La maquinaria y medios auxiliares a utilizar son:

- Pala cargadora.
- Retrocargadora.
- Retroexcavadora.
- Dúmper.
- Motovolquete.
- Rodillos.
- Camión o cuba de riego.
- Compactadores, rodillos y pisones.

Riesgos característicos

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento
- Caída de material desde las cajas de los vehículos
- Atrapamiento por hundimientos o desprendimientos
- Caída de personas al mismo nivel y distinto nivel
- Golpes, cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Deslizamientos o desprendimientos del terreno
- Atropellos de personas

- Vuelco de vehículos durante descarga. Colisiones.
- Proyección de partículas
- Vibraciones
- Ruido
- Polvo
- Contacto eléctrico por presencia de líneas eléctricas

Medidas preventivas

Para la realización de estos trabajos, se requiere la presencia del Recurso Preventivo.

Serán de aplicación las medidas preventivas que se incluyen en el Capítulo “Movimiento de Tierras”,

de este documento.

Los principales riesgos derivados del vertido y relleno son el vuelco de la maquinaria, el atropello por el continuo movimiento de la maquinaria y el desprendimiento de materiales; por ello, las medidas preventivas deben ir encaminadas principalmente a evitar dichos riesgos, así:

Se delimitará la zona de trabajo para limitar la presencia de personal a la estrictamente necesaria

Antes de comenzar el relleno de la excavación se comprobará que no existe personal alguno dentro de la misma y también se comprobará el estado de los taludes.

Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Los bordes de las excavaciones serán señalizados en todo caso mediante malla naranja. Los que presenten riesgo de caída en altura se protegerán mediante barandilla rígida retranqueada al menos 1m. del borde de la excavación. Dicha barandilla define una zona restringida que no se podrá invadir salvo que antes se hayan dispuesto puntos fijos y estables a los que los trabajadores anclen su arnés de seguridad.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar posibles derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que ofrezcan riesgo de desprendimiento.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde ataluzado se dispondrán topes de seguridad comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo. Esta

comprobación y la determinación de la distancia del tope serán determinadas por el Encargado/Recurso Preventivo del tajo. Se extremarán estas precauciones en al caso de camiones hormigoneras.

El Encargado y Recurso Preventivo autorizarán el inicio de los trabajos una vez comprueben que los taludes de las excavaciones son perfectamente estables.

Todas las maniobras de vertido en retroceso serán vigiladas por personal competente. Además, se instalarán topes de seguridad cuando las maniobras de vertido se realicen en las proximidades de bordes de excavaciones o taludes.

Se señalizarán los accesos, recorridos, velocidad máxima establecida para la obra, etc., con el objeto de evitar posibles interferencias con terceros u otras actividades ejecutadas en obra. Además, se señalizarán los accesos a la vía pública mediante señales normalizadas de peligro indefinido, peligro salida de camiones, y stop.

Todos los trabajadores estarán capacitados y autorizados para el uso de la maquinaria que proceda. Se planificará y supervisará el trabajo por personal competente.

Todo el personal que maneje los camiones, cargadora, etc., será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.

Habiendo operarios en el pie del talud no se trabajará en el borde superior.

Si en algún tajo fuera necesario trabajar en horas nocturnas, se dispondrá de iluminación suficiente, más intensa en los puntos que se consideren más peligrosos. En todo caso, si se estima necesario el realizar trabajos en horario nocturno, se analizará preventivamente en un Anexo al Plan de Seguridad los condicionantes productivos y preventivos de realizar trabajos nocturnos.

Los vehículos y maquinaria alquilados serán revisados antes del comienzo en obra todos sus elementos de seguridad, exigiéndose al día el libro de mantenimiento.

Los vehículos y maquinaria pertenecientes a subcontratistas se presentarán con un certificado que acredite su revisión por un taller cualificado antes de comenzar a trabajar en la obra.

Todos los vehículos utilizados para las operaciones de relleno y compactación, serán dotados de bocina automática de marcha atrás.

No se permitirá la presencia de personal bajo el radio de acción de la maquinaria. Se colocarán topes de seguridad cuando sean necesarios.

Los conductores de los rodillos serán personal debidamente formado.

La maquinaria utilizada llevara todos los dispositivos que le exija su normativa vigente.

Se hará un reconocimiento visual de la zona de trabajo previa al comienzo de las actividades, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento de tierras, rocas o árboles.

Antes de iniciar los trabajos se inspeccionarán debidamente el frente y los paramentos de las excavaciones por parte del encargado o del capataz en prevención de desprendimientos o caída de material sobre personas o cosas.

Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

El frente de excavación realizado mecánicamente no sobrepasará la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.

Los taludes de todas las excavaciones y terraplenes se ajustarán a los parámetros establecidos en el Proyecto Constructivo con el objeto de garantizar su total estabilidad. En el supuesto de que se debieran modificar las previsiones incluidas en el citado documento (o ejecutarse excavaciones no consideradas en el mismo), se justificarán mediante cálculos, realizados por técnico competente, los taludes finalmente adoptados.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar posibles derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que ofrezcan riesgo de desprendimiento.

Cuando sea imprescindible la circulación frecuente de operarios por el borde de coronación de taludes o corte vertical, se dispondrán vallas o barandillas de 1m., listón intermedio y rodapié ancladas hacia el exterior y los operarios circularán sobre entablado de madera o superficie de reparto o equivalente.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

El encargado o recurso preventivo autorizarán el inicio de los trabajos una vez comprueben que los taludes de las excavaciones son perfectamente estables.

Se prohíbe la realización de trabajos de movimiento de tierras en pendientes superiores a las establecidas por el fabricante de los equipos a emplear.

Los equipos de transporte de material no iniciarán la marcha en tanto en cuanto la caja basculante no haya descendido en su totalidad.

Todos los equipos en movimiento deberán circular con los dispositivos de señalización acústica y luminosa accionados. En el supuesto de máquinas giratorias, se cumplirá lo especificado anteriormente en cuanto al uso de los avisadores acústicos.

El ruido generado por las máquinas no debe afectar a otros trabajadores, ya que no se pueden realizar trabajos en la zona de influencia de éstas.

Cuando el terreno esté muy seco y se cree un ambiente pulverulento excesivo por el movimiento de la maquinaria, se trabajará siempre con la cabina cerrada, y si es necesario se utilizará mascarilla autofiltrante. Por otra parte, se procederá a un regado periódico de las zonas de paso de maquinaria con el objeto de evitar la formación de nubes de polvo. En relación al uso de las cubas de riego, se dará cumplimiento a lo previsto en el presente Plan de Seguridad y en el manual de instrucciones de su fabricante.

Se prohíbe cualquier tipo de trabajo de replanteo, medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentre operando la maquinaria de movimiento de tierras.

Se evitarán los períodos de trabajo en solitario.

No se trabajará con maquinaria en la proximidad de líneas eléctricas sin haber analizado los trabajos desde el punto de vista preventivo.

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, se adoptarán amplios márgenes de seguridad en la definición de la pendiente de excavaciones y zonas de paso de maquinaria.

Se prohibirá la ejecución de trabajos de manera simultánea en niveles superpuestos, en coronación y pie de excavaciones.

Se controlará las paredes de excavación sobre todo después de los días de lluvia o de la interrupción de los trabajos más de 12 horas.

En caso de presencia de agua se procederá a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.

Se impedirá la acumulación de aguas superficiales, especialmente junto a los bordes ataluzados de la explanación.

Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada de rellenos o terraplenes hasta que la última se haya secado o se escarificará dicha última capa, añadiendo la siguiente tongada más seca de lo normal, de forma que la humedad final sea la adecuada.

En caso de tener que humedecer una tongada, se hará de forma uniforme sin producir encharcamientos.

Se procurará que el relleno progrese por igual en la zona de trabajo, a fin de no provocar desniveles en el piso que podrían originar caídas.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura ambiente a la sombra descienda por debajo de 2º C.

Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y, en todo caso, se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie, dejando huella en ella.

Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal o cunetas, se realizarán lo antes posible.

La transición entre taludes en desmontes y terraplenes se realizará suavizando la intersección.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, a cuyos efectos se comprobará la existencia de bocinas en todas las máquinas, a su llegada a la obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro trabajador en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes u otros elementos cuya estabilidad no esté garantizada antes del inicio de las tareas.

Los caminos de circulación interna en la obra se mantendrán cubriendo baches, eliminando blandones y compactando, usando para resanar material adecuado al tipo de deficiencia del firme.

Se evitarán los barrizales en evitación de accidentes.

Se regarán las zonas de paso de maquinaria con el objeto de evitar la formación de nubes de polvo.

Se prohíbe expresamente la utilización de cualquier vehículo o equipo por un operario que no esté formado específicamente, facultado y autorizado para su manejo.

Las excavaciones tendrán dos accesos separados, uno para la circulación de personas y otro para las máquinas y camiones. Caso de no resultar factible lo anterior, se dispondrá de cinta de balizamiento, valla, barandilla, etc. (todo ello en función de la altura del talud de acceso y la posible existencia de riesgo de caída en altura) para proteger el acceso peatonal al tajo.

Todos los equipos de movimiento de tierras serán revisados periódicamente, quedando debidamente reflejados en su libro de mantenimiento.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de su carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma visible. Para ello, todos los vehículos de transporte de material especificarán claramente su tara y su carga máxima.

Se prohibirá el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

Se señalizarán los accesos, recorridos, velocidad máxima establecida para la obra, etc., con el objeto de evitar posibles interferencias con terceros u otras actividades ejecutadas en obra. Además, se señalizarán los accesos a la vía pública mediante señales normalizadas de peligro indefinido, peligro salida de camiones, y stop.

Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos, peligro vuelco, atropello, colisión, etc.

Cuando, en el curso de la obra, se suprima o sustituya una señal de tráfico, se comprobará que el resto de la señalización está acorde con la modificación realizada o se repondrá, en su caso el estado adecuado.

Se prohibirá la presencia de personas en un radio no inferior a los 10 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento, ya que la visibilidad para el maquinista desde su interior es inferior a la deseable dentro del entorno señalado.

Los conductores de cualquier tipo de vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad y ropa de alta visibilidad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

Las operaciones de repostaje se realizarán en lugares previamente establecidos fuera de zonas en que se ejecuten trabajos de la obra con el objeto de evitar posibles interferencias para con los mismos.

Estas operaciones se realizarán de acuerdo con lo especificado por el fabricante de los equipos, sin que en ningún caso se puedan dar posibles focos de ignición (procedentes de chispas, fumar, etc.) que generen incendios o explosiones.

El relleno en trasdós de muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria y no antes de 21 días de su construcción, si son de hormigón.

Los itinerarios de evacuación de operarios en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento de la obra.

Normas de comportamiento:

- No se sitúe en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.
- Acceda a la excavación por los lugares destinados a tal efecto.
- Si detecta riesgo de caída de altura, haga uso del arnés anti-caída. Pida que se instale un punto de sujeción seguro.
- No se sitúe a pie de talud o, en general, dentro de la zona de influencia por derrumbamiento.
- No se sitúe dentro del radio de acción de las máquinas ni bajo cargas suspendidas.

Protecciones colectivas

- Señalización de los bordes de excavación
- Se balizará convenientemente las áreas de trabajo y los itinerarios de los vehículos de transporte, en especial en zonas problemáticas mediante malla naranja o cinta de balizamiento tipo TL-9, New Jerseys, conos, etc.

- En los accesos de vehículos al área de trabajo se colocará la señal “Peligro indeterminado" y el rótulo "Salida de camiones".
- Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente indicándose los distintos peligros con las correspondientes señales de limitación de velocidad y las SNS-309: Riesgos de desprendimientos, SNS-310: Peligro Maquinaria pesada en movimiento, SNS-311: Riesgo de caídas a distinto nivel.
- Rotativos luminosos y dispositivo acústico de marcha atrás en máquinas, camiones y equipos.
- Barandillas reglamentarias de protección para caídas > 2m. Imprescindible rodapié cuando se

realicen trabajos en el nivel inferior.

- Anclajes y líneas de vida.
- Extintores en máquinas y camiones.
- Señal de entrada y salida de vehículos. Señales de STOP en salida de vehículos
- Se señalizarán los riesgos y equipos de protección individual que se deben utilizar.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Balizamiento luminoso.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Para el acceso del personal al tajo se utilizarán escaleras independientes del acceso de los vehículos.
- Ataluzado adecuado de las paredes de excavación.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo acorde a las condiciones climáticas.
- Trajes de agua
- Botas de agua
- Chaleco reflectante
- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Guantes contra agresiones mecánicas
- Gafas contra impactos y antipolvo
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos
- Arnés anticaída
- Cinturón antivibratorio.

10.3.15. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS, CALZADAS Y VIALES.

Se incluyen aquí todas las acciones necesarias para la reposición de pavimentos afectados por la ejecución de las obras.

Ante la posibilidad de tener que reponer viales o parte de los mismos (deterioro del tramo o de la zona de entrada y salida de la maquinaria pesada de obra, habilitación de acometidas o zanjas para instalaciones…), se procede en este apartado al análisis preventivo de la actividad en cuestión.

Asfaltado de firmes

En esta unidad de obra se incluirán las siguientes operaciones para el asfaltado de firmes:

- Preparación de las superficies existentes: se llevará a cabo un barrido y un tratamiento de la superficie mediante riego de adherencia o de imprimación, de forma que se elimine el material suelto o degradado existente, para asegurar una mejor adherencia posterior.
- Transporte desde la central de fabricación, y descarga de la mezcla bituminosa en caliente mediante camiones volquete, provistos de lonas de protección de la carga frente a viento, polvo o agua.
- Extensión y precompactación de la mezcla bituminosa en caliente mediante extendedora.
- Compactación de la mezcla bituminosa en caliente.

Riesgos característicos

- - Caída de personas al mismo nivel
- - Caída de personas a distinto nivel
- - Pisada sobre objetos
- - Choque y golpes contra objetos inmóviles
- - Proyección de fragmentos o partículas
- - Atrapamiento o aplastamiento (p.e. por vuelco de máquinas o vehículos, etc.)
- - Sobreesfuerzos, posturas forzadas o movimientos repetitivos
- - Exposición a temperaturas ambientales extremas
- - Contactos térmicos
- - Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- - Incendio
- - Atropellos o golpes con vehículos
- - Exposición al ruido

Medidas preventivas

Para le ejecución de los trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo.

Los operarios tendrán los equipos de protección individual correspondientes para la realización de las tareas.

Todos los vehículos serán revisados periódicamente, quedando todas las revisiones indicadas en el libro de mantenimiento.

Se prohibirá la permanencia de personal en el radio de acción de la maquinaria. Los trabajadores no permanecerán en el avance de la máquina o equipo.

Los maquinistas conocerán perfectamente el tipo de conducción, sus riesgos y las distancias a las que tienen que suspender los trabajos.

La maquinaria dispondrá de señalización acústica dé marcha atrás.

Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil limitada.

Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el chaleco reflectante y el casco de seguridad si procede para abandonar la cabina en el interior de la obra.

La disposición de las máquinas cuando estén trabajando será tal que evite todo tipo de interferencias de unas zonas a otras.

Todo el personal que maneje la maquinaria de extensión de riego, será especialista en el manejo de la misma y poseerá la documentación de capacitación acreditativa.

Los bordes de la extendedora estarán señalizados a bandas negras y amarillas.

Se vigilará la existencia de extintores de incendios adecuados en las máquinas conforme a la normativa de aplicación.

No se permitirá la presencia en la extendedora de cualquier otra persona que no sea el conductor de la misma.

Las mezcladoras de asfaltos dispondrán de dispositivos de control de humos y polvo. Deberán emplearse los equipos de protección respiratoria cuando sean necesarios.

Durante el extendido de la mezcla bituminosa, el personal utilizará única y exclusivamente las plataformas dispuestas en la maquinaria.

Las operaciones de descarga de áridos mediante camiones volquete con maniobras de macha atrás presentarán especial peligro debido a las malas condiciones de visibilidad del conductor. El resto de trabajadores presentes en el tajo permanecerán alejados de los volquetes hidráulicos.

Se regarán periódicamente los tajos de forma que se eviten ambientes pulvígenos. Seseñalizarán las zonas recién tratadas para evitar accidentes.

En los lugares de tránsito de personas se acotarán, por ejemplo con cuerdas de banderolas, las superficies recién tratadas, con el fin de evitar accidentes por caídas.

En caso de que el riego asfáltico toque la piel ésta deberá enfriarse inmediatamente con agua fría.

Todo el personal que maneje los equipos de compactación, será especialista en el manejo de los mismos y poseerá la documentación de capacitación acreditativa.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros entorno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Todos los vehículos empleados en obra, estarán provistos de bocina automática de marcha atrás. Deberá mantenerse el tajo en buen estado de orden y limpieza.

Seguir las indicaciones contempladas en el apartado de exposición a temperaturas elevadas de este plan de seguridad y salud.

<u>Protecciones colectivas</u>

- - Vallas y balizamientos para la delimitación de zonas afectadas
- - Señalización
- - Cabina y protección antivuelco
- - Avisador acústico dé marcha atrás
- - Avisador luminoso intermitente-rotativo

<u>Equipos de protección individual</u>

- - Casco homologado de seguridad

- - Guantes de PVC o de goma
- - Guantes de cuero
- - Calzado de seguridad
- - Gafas de seguridad antiproyecciones
- - Mascarilla de protección
- - Chaleco reflectante
- - Faja elástica de sujeción de cintura

11. **MAQUINARIA Y EQUIPOS**

Todas las máquinas utilizadas en la obra cumplirán el reglamento de máquinas y las I.T.C. correspondientes así como el "marcado CE" y manual de instrucciones. Aquella maquinaria que por su fecha de comercialización o de puesta en servicio por primera vez no les sea de aplicación el marcado CE, deberán someterse a la puesta en conformidad de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1215/1997.

En el caso de las herramientas se dispondrá del folleto o manual de instrucciones del fabricante. Durante el transcurso de la obra las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalizarán con carteles de aviso con leyenda: "MÁQUINA AVERIADA, NO CONECTAR". Se prohíbe la permanencia de operarios, en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas. Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el personal especializado que manipula, se suplirán mediante operarios que utilizando señales pre-acordadas suplan la visión de éste.

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales.

A continuación se especifican de forma pormenorizada los tipos de máquinas previstos en la presente obra, así como los riesgos previsibles y las consideraciones relativas a su prevención y protección.

11.1. **MINIEXCAVADORA Y EXCAVADORA**

<u>Riesgos característicos</u>

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).

- Atrapamientos.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída o vuelco por pendientes, zanjas, etc.
- Choque contra otros vehículos y máquinas.
- Incendio.
- Quemaduras.
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Golpes.
- Vibraciones.
- Proyecciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.
- Los derivados de las inhalaciones de polvo (partículas en los ojos, afecciones respiratorias etc.).

Medidas preventivas

El manejo de la máquina se hará según las instrucciones del fabricante que deberá conocer el operador. Solo deberá ser conducida por personal especializado.

Se cuidarán los caminos de circulación interna de la obra, para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad. Se prohíbe que el conductor abandone la maquina con el motor en marcha.

Se prohíbe que el conductor abandone la máquina con la pala izada y sin apoyar en el suelo.

La pala durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

No transportar personas en el interior de la pala. Las maquinas estarán dotadas de extintor en perfecto uso. Las maquinas estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

No arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de trabajo de la máquina.

Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de los pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.Los escalones, plataforma y agarraderas estarán siempre limpios en prevención de accidentes.

Se accederá a la máquina por los escalones/zona para tal fin en los laterales del chasis. Utilizar las dos manos y siempre de cara a la excavadora.

No se utilizará el inversor a modo de freno.

En caso de grave peligro (fallo de frenos) no dudar en invertir rápidamente la marcha para obtener la parada.

El descenso por una pendiente, se realizara con la velocidad que permitiría subir normalmente esa pendiente. Una pendiente debe bajarse siempre con la retención del motor, sin tener que frenar continuamente.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos funcionan correctamente: frenos, señal acústica, etc.

Asegurar la máxima visibilidad de la excavadora mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.

Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de mandos.

El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina. Asegurar que no haya personal en el radio de acción de la máquina.

Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores.

No utilizar accesorios de la máquina como andamio o plataforma de trabajo.

Mover la máquina con la pala recogida. Dejar la cuchara en el suelo una vez finalizados los trabajos. Prohibido abandonar la máquina con el motor en marcha.

No hacer pasar la pala o carga por encima de personas.

Siempre se ha de extraer el material de cara a la pendiente, no superando las pendientes fijadas por el manual de instrucciones de la máquina.

<u>Equipos de protección individual</u>

- Calzado de seguridad antideslizante, con puntera reforzada.

- Ropa de trabajo adecuada.
- Chaleco reflectante, cuando la ropa de trabajo no lo sea (fuera de la cabina).

- Guantes de protección mecánica/de cuero, cuando exista peligro por la presencia de materiales abrasivos, por cortes e incisiones. Generalmente, para trabajos de mantenimiento de la máquina
- Guantes de goma o PVC.
- Mascarillas si fuese preciso, cuando se detecte una suspensión de polvo en la atmósfera que sea perjudicial por inhalación.
- Gafas de protección mecánica si fuese preciso.
- Cascos de seguridad (fuera de la cabina).
- Botas de seguridad impermeables, en caso de terreno embarrado.

11.2. **RETROEXCAVADORA**

La retroexcavadora se utiliza habitualmente para el movimiento de tierras, para realizar rampas en solares, para abrir surcos destinados al pasaje de tuberías, cables, drenajes, zanjas, etc. así como también para preparar los sitios donde se asentarán los cimientos.

La máquina hunde sobre el terreno una cuchara con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior.

El chasis puede estar montado sobre cadenas o bien sobre neumáticos. En este último caso están provistas de gatos hidráulicos para fijar la máquina al suelo.

Se incluye el uso del cazo y del martillo rompedor.

Riesgos característicos

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva, sobrecarga, etc.).
- Caída por pendientes, zanjas, etc.
- Caída de personas desde la máquina.
- Choque contra otros vehículos y otras máquinas.
- Incendio (mantenimiento).

- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Atrapamientos.
- Proyecciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.
- Los derivados de las inhalaciones de polvo (partículas en los ojos, afecciones respiratorias etc.).

Medidas preventivas

En la proximidad de línea enterrada se mantendrá una distancia de seguridad de 0,50 m. En caso de líneas eléctricas aéreas de menos de 66.000 V. la distancia de la parte más saliente de la máquina al tendido será como mínimo de 3 m. y 5 m. para las de más de 66.000 V.

Al entrar en contacto alguna parte metálica de la retroexcavadora con una línea eléctrica en tensión, el conductor deberá apearse de un salto, para impedir el paso de corriente por su organismo desde el chasis a tierra.

Está rigurosamente prohibido el transporte de personas.

El motor no puede, bajo ningún concepto, permanecer funcionando si el conductor no está en el asiento.

Solo deberá ser conducida por personal especializado y autorizado para ello.

Se cuidarán los caminos de circulación interna de la obra, para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria. No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad. Se prohíbe que el conductor abandone la máquina con el motor en marcha.

Se prohíbe que el conductor abandone la máquina con la pala izada y sin apoyar en el suelo.

La cuchara, durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad. No transportar personas en el interior de la cuchara. No elevar a personas en el interior de la cuchara. Las máquinas estarán dotadas de extintor en perfecto uso.

Las máquinas estarán dotadas de luces y bocina de retroceso. La marcha atrás tendrá incorporado un dispositivo de alerta acústica automática, y además se deberán tener retrovisores adecuados y en buen estado, para evitar colisiones y atropellos.

No arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de trabajo de la máquina.

Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de los pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

Se acotará a una distancia igual a la del alcance del brazo excavador, el entorno de la máquina no permitiendo trabajos en el entorno de la misma. Prohibido permanecer en el radio de acción de la máquina.

En el entorno de la máquina, se prohibirá la realización de trabajos o la permanencia de personas. Esta zona se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Estas precauciones deberán extremarse en presencia de otras máquinas, en especial, con otras retroexcavadoras trabajando en paralelo. En estos casos será recomendable la presencia de un señalista.

El manejo y mantenimiento de la máquina se hará según las instrucciones del fabricante que deberá conocer el operador.

Los escalones, plataforma y agarraderas estarán siempre limpios en prevención de accidentes. Se accederá a la retro excavadora por los escalones instalados para tal fin en los laterales del chasis. No se utilizará el inversor a modo de freno.

En caso de grave peligro (fallo de frenos) no dudar en invertir rápidamente la marcha para obtener la parada.

Si se estaciona la retro excavadora en una rampa, se colocarán unos calzos delante o detrás de las ruedas motrices exteriores, según el sentido de la pendiente. Se retirarán los calzos cuando se vuelva a utilizar la máquina.

El descenso por una pendiente, se realizará con la velocidad que permitiría subir normalmente esa pendiente. Una pendiente debe bajarse siempre con la retención del motor, sin tener que frenar continuamente.

Las operaciones de acoplamiento y desacoplamiento de implementos deberán realizarse siguiendo de manera estricta y rigurosa las instrucciones del fabricante contempladas en el manual de la máquina, siempre y cuando estén permitidas en el mismo. Dichas operaciones serán realizadas únicamente por personal autorizado por el titular de la máquina o maquinista, no debiendo encontrarse trabajador alguno en el radio de acción de la máquina.

El maquinista deberá posicionarse siempre alejado de la posible zona de desprendimiento o caída del implemento montado o desmontado, pues el implemento puede salir rodando (caso de la cuchara) o caer de forma pendular (caso del martillo rompedor).

Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que mermen la seguridad de la circulación de estas máquinas.

El maquinista debe tomar toda clase de precauciones cuando trabaja con cuchara bivalva, que puede oscilar en todas las direcciones y golpear la cabina o a las personas circundantes que trabajan en las proximidades, durante los desplazamientos.

El avance de la excavación de las zanjas se realizará según lo estipulado en los planos.

Si se emplea cuchara bivalva, el maquinista antes de abandonar la máquina deberá dejar la cuchara cerrada y apoyada en el suelo.

La retroexcavadora deberá llevar apoyada la cuchara sobre la máquina durante los desplazamientos, con el fin de evitar balanceos.

Los ascensos o descensos de las cucharas en carga se realizarán siempre lentamente.

Se prohibirá el transporte de personas sobre la retroexcavadora, en prevención de caídas, golpes y otros riesgos.

Se prohibirá utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder así a trabajos elevados y puntuales.

Se prohibirá realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización. Antes de abandonar la máquina deberá apoyarse la cuchara en el suelo.

Quedará prohibido el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Si, excepcionalmente, se utiliza la retroexcavadora para colocar elementos, deberán tomarse las siguientes precauciones:

La cuchara tendrá en su parte exterior trasera una argolla soldada expresamente para efectuar cuelgues.

El cuelgue se efectuará mediante ganchos o mosquetón de seguridad incorporado al balancín.

Los tubos se suspenderán siempre de los extremos (dos puntos), en posición paralela al eje de la zanja, con la máquina puesta en la dirección de la misma y sobre su directriz. Puede emplearse una uña de montaje directo.

La carga será guiada por cabos manejados por dos operarios. La maniobra será dirigida por un especialista.

En caso de inseguridad de los paramentos de la zanja, se paralizarán inmediatamente los trabajos.

El cambio de posición de la retroexcavadora se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).

Se prohibirá realizar cualquier otro tipo de trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retroexcavadora.

Se instalará una señal de peligro sobre un pie derecho, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la retroexcavadora. Esta señal se irá desplazando conforme avance la excavación.

Se prohibirá verter los productos de la excavación con la retroexcavadora a menos de 2 m del borde de corte superior de una zanja o trinchera natural, para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.

Si la retroexcavadora ha de realizar la excavación por debajo de su plano de sustentación, el cazo nunca deberá quedar por debajo del chasis. Para excavar la zona de debajo del chasis de la máquina, ésta deberá retroceder de forma que, cuando realice la excavación, el cazo nunca quede por debajo del chasis.

En la fase de excavación, la máquina nunca deberá exponerse a peligros de derrumbamientos del frente de excavación.

Con objeto de evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, el maquinista deberá apoyar primero la cuchara en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina. A continuación, podrá ya realizar las operaciones de servicio que necesite.

A los maquinistas de estas máquinas se les entregará el PSS, igual que al resto de trabajadores, y deberán tener en cuenta de manera especial las siguientes normas preventivas, antes del inicio de los trabajos:

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitará lesiones por caída.
- No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal, sujetándose con ambas manos.
- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para vd.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en marcha

puede sufrir lesiones.

- No permita que personas no autorizadas suban a la máquina.
- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárela
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina, a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado recomendado por el fabricante de la máquina.

Si la máquina empieza a inclinarse hacia adelante, bajar el martillo neumático rápidamente para volver a equilibrar.

No utilizar martillos y accesorios más grandes de lo que permite el fabricante.

Mover la máquina siempre con el martillo recogido. En desplazamiento por terrenos con pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

No derruir elementos que estén situados por encima de la retroexcavadora.

Dejar el martillo en el suelo una vez se han finalizado los trabajos, aplicando una ligera presión hacia abajo.

Trabajar con la cabina cerrada.

El martillo nunca se situará sobre personas.

Para comenzar los trabajos hay que colocar, en terreno compacto, los estabilizadores.

Está prohibido abandonar la retroexcavadora con martillo neumático con el motor en marcha.

Otros aspectos de seguridad para el uso de la retroexcavadora con equipo de martillo rompedor:

Durante trabajo con equipo de martillo rompedor, es necesario hacer retroceder la máquina.

Estos movimientos están previstos que sean vigilados expresamente por el Encargado. La retroexcavadora usará la señalización acústica de retroceso de manera obligatoria. Así se evitarán los riesgos de atropello a las personas o las cosas.

Antes de reanudar cada turno de trabajo se comprobará la presión de los neumáticos. De esta manera se eliminan los riesgos por deslizamiento de la máquina, atoramiento y respuesta fallida en situación de frenado.

Antes del comienzo de un trabajo se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y materiales por las vibraciones que se transmitan al terreno, existiendo instalaciones subterráneas y edificios colindantes.

Se prohíbe, por ser una situación de alto riesgo, abandonar el equipo del martillo rompedor con la barrena hincada.

Cuando la máquina esté trabajando, está expresamente prohibido en esta obra al personal, el acceso a la zona comprendida en su radio de trabajo. De esta forma se evitan los riesgos de atropello, proyección de partículas y ruido.

No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposado en el suelo el equipo de martillo rompedor, parado el motor, retirada la llave de contacto y puesto en servicio el freno.

Quedan expresamente prohibidas en el interior de la obra las reparaciones sobre la máquina o el equipo rompedor con el motor en marcha.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo adecuada.
- Chaleco reflectante, cuando la ropa de trabajo no lo sea.
- Guantes de protección mecánica/de cuero.
- Guantes de goma o PVC
- Mascarillas si fuese preciso, cuando se detecte una suspensión de polvo o en la atmósfera que sea perjudicial por inhalación.
- Gafas de protección mecánica.
- Cinturón antivibratorio.
- Casco de seguridad (fuera de la cabina).
- Calzado de seguridad antideslizante, con puntera reforzada
- Botas de seguridad impermeables, en caso de terreno embarrado.

11.3. **MARTILLO ROMPEDOR HIDRÁULICO (M.R.H)**

El martillo rompedor hidráulico es un útil que se acopla a la maquinaria, como retroexcavadoras, mini- retros, mixtas, etc., que se utiliza fundamentalmente para trabajos de demolición.

Riesgos característicos

- Caídas de personas al mismo o distinto nivel
- Caída de objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Vuelco. Sobreesfuerzos
- Atropellos
- Exposición al ruido
- Colisión con otras máquinas de la obra
- Atrapamientos
- Exposición a contactos eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Interferencia con conducciones enterradas
- Interferencias con otros trabajos

Medidas preventivas

Estará prohibido mantenerse dentro del radio de acción de la maquinaria y de la proyección de fragmentos o partículas. Será obligatorio que los trabajadores y el operador del martillo rompedor hagan uso de protecciones auditivas y visuales.

Debe respetar las normas establecidas en la obra en cuanto a la circulación, la señalización y el estacionamiento; respetar la velocidad y los viales de circulación de vehículos. Debe conocer el estado de la obra: si existen zanjas abiertas, terraplenes, trazado de cables, etc.

Debe prestar atención al mantenimiento de los cables, que deberán estar limpios y engrasados. Cuando vea que están deteriorados, los cambiará por unos nuevos.

Cuando tenga que bajar o subir de la cabina, lo hará frontalmente a ella, utilizando los peldaños dispuestos a tal efecto; no bajará saltando. Tampoco lo hará si el martillo rompedor está en movimiento.

En zonas urbanas, la zona de trabajo estará bien delimitada para evitar interferencias con otros trabajos o los peatones.

No está permitido llevar personas ni utilizar la máquina para levantar personas para acceder a trabajos puntuales.

Cuando el martillo esté trabajando, la máquina debe estar parada y con los frenos acoplados, no debe realizar movimientos bruscos. No dejará el vehículo en rampas pronunciadas o en las proximidades de zanjas.

Cuando circule en pendientes la máquina deberá llevar una marcha puesta, nunca estará en punto muerto. Siempre se debe disponer de señalización acústica de marcha atrás y señalización luminosa.

Si la zona de trabajo tiene un exceso de polvo, se regará para mejorar la visibilidad.

Después de circular por lugares con agua, se comprobará el buen funcionamiento de los frenos.

El mantenimiento y las intervenciones en el motor deben llevarse a cabo por personal formado adecuadamente, previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendios por líquidos inflamables o quedar atrapado por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

El acopio del útil M.R.H debe ser estable. Se depositará en el suelo, apoyándose éste, sobre el lado de mayor anchura para evitar vuelco inesperado del útil.

Equipos de protección individual

- Casco de protección contra choques o impactos (obligatorio al abandonar la maquina).
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de protección.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Protectores auditivos contra el ruido.

11.4. **CAMIÓN BASCULANTE**

Se consideran los riesgos comprendidos desde el acceso a la salida de la obra.

Riesgos característicos

- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque contra otros vehículos (entrada, circulación interna, salida, flujo de tráfico carretera, etc.).
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes o de taludes).
- Vuelco por desplazamiento de carga.
- Caídas (al subir o bajar de la cabina/caja).
- Atrapamientos (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas).
- Incendios.
- Quemadura.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

Durante las operaciones de carga, descarga y transporte:

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas cuando existan rampas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.
- El ascenso y descensos de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas por ganchos de inmovilización y seguridad.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes. Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante para prevenir los riesgos de sobrecarga.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.
- El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.
- En caso de falta de visibilidad o dificultad de maniobras de carga y descarga, éstas serán dirigidas por un operario conocedor del proceder más adecuado.
- No gatear o trepar a la caja de los camiones.
- Si debe guiar las cargas en suspensión, hacerlo mediante <<cabos de gobierno>> atados a ellas, evitando empujarlas directamente con las manos para no tener lesiones.

- No saltar al suelo desde la carga o desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.
- El camión deberá de ir dotado de un extintor contra incendios, según la normativa que le sea de aplicación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución, con la ayuda de señales o señalista según la maniobrabilidad y visibilidad.
- Para evitar la generación de polvo deben llevar la lona de la caja puesta.

El conductor del camión cumplirá la siguiente normativa de seguridad:

- Para subir o bajar a la cabina o la caja del camión, utilizará los peldaños y escalerillas dispuestos para tal función, (evitará lesiones por caída).
- No tratar de realizar "ajustes" con el camión en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No trabajar con el camión en situación de avería o semiavería.
- En caso de calentamiento del motor, no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, puede causar quemaduras graves.
- Evitar tocar el líquido anticorrosivo, (hacerlo con guantes y gafas antiproyecciones).
- No cambiar el aceite cuando el motor esté caliente, esperar a que se enfríe.
- No fumar cuando se manipule la batería, puede incendiarse.
- No fumar cuando se abastezca de combustible, puede inflamarse.
- No tocar directamente el electrólito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo por algún motivo, protéjase con guantes impermeables.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, (instalar antes los tacos de inmovilización en las ruedas).
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- Se prohíbe que los conductores abandonen el camión con el motor en marcha.
- Los camiones a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Uso del cinturón de seguridad cuando el vehículo esté circulando por cualquier tipo de vía.

Equipos de protección individual

- Casco de Polietileno (fuera de la cabina).
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Guantes de protección, cuando exista peligro por la presencia de materiales abrasivos, por cortes e incisiones.

11.5. **DUMPER**

Vehículo automotor compuesto por cabina, chasis sobre neumáticos y caja basculante, utilizado para el transporte de materiales de excavación entre puntos distantes entre sí.

Riesgos más frecuentes:

- Vuelcos.
- Choques o colisiones.
- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos.
- Caídas al subir o bajar de la cabina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Polvo.
- Contacto eléctrico (máquina, líneas eléctricas, etc.)
- Puesta en marcha fortuita.
- Caída de la carga.
- Golpes por la manguera de suministro de aire.

Medidas preventivas

Diariamente, antes del comienzo de la jornada, se inspeccionará el buen funcionamiento del motor, sistema hidráulico, frenos, dirección, luces, bocina, neumáticos.

Los vehículos en estación, quedarán señalizados mediante "señales de peligro". Esto es, se debe diferencia la zona de tránsito a la de estacionamiento.

La carga se regará superficialmente para evitar posibles polvaredas, es decir, cuando el material esté seco y haya evidencias de generación de polvaredas.

Se prohíbe cargar los camiones dúmper por encima de la carga máxima marcada por el fabricante. Se establecerán topes de final de recorrido, ubicados a un mínimo de 2 m del borde de los taludes.

Se instalarán señales de PELIGRO y de PROHIBIDO EL PASO ubicada a 15 m de los lugares de vertido de los dúmperes. Para subir o bajar de la cabina, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal función.

La subida y bajada del camión se hará de forma frontal (mirando hacia él), asiéndose con ambas manos.

Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico cuando el motor esté frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.)

Vigile constantemente la presión de los neumáticos. Trabaje con el inflado a la presión marcada por el fabricante.

El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente del 5%. Nunca superar la carga máxima permitida.

Se prohíbe trabajar o permanecer a distancias inferiores a 10 m de los vehículos pesados. No trate de realizar ajustes con el camión en movimiento o el motor en marcha.

No guarde trapos grasientos ni combustible en la cabina, pueden incendiarse.

No libere los frenos en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.

Los dúmperes dispondrán de avisador acústico para marcha atrás y lona de cobertura de la caja.

El basculante debe bajarse inmediatamente después de efectuada la descarga, pero si por causas de fuerza mayor, se ha de circular con la caja levantada, se eliminarán las colisiones, mediante la instalación de gálibo ante los obstáculos de altura reducida, y con un indicador óptico en el salpicadero.

Al entrar en contacto alguna parte metálica del camión con una línea eléctrica en tensión, el conductor deberá apearse de un salto, para impedir el paso de la corriente por su organismo, desde el chasis a tierra.

Si el vehículo tiene caja con visera, el conductor debe permanecer en la cabina durante la carga. En caso contrario, debe permanecer fuera, a distancia conveniente y con la impedimenta de protección personal adecuada.

Al bascular en vertederos, debe siempre colocarse unos topes que limiten el recorrido marcha atrás. El conductor se cerciorará, antes de indicar la operación, que el freno de aparcamiento esté accionado.

Al circular cuesta abajo debe estar engranada una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.

Si el basculante ha de permanecer levantado algún tiempo, se accionará el dispositivo de sujeción o se calzará, en previsión de un descenso intempestivo.

El motor no puede, bajo ningún concepto, permanecer funcionando si el conductor no está en el asiento.

Con el fin de evitar vuelcos, atropellos, deslizamientos, etc., las vías de circulación de la obra no tendrán curvas pronunciadas ni pendientes que superen el 20% y además su superficie deberá tener buena adherencia.

Después del lavado del vehículo o de haber circulado por zonas encharcadas, conviene ensayar la frenada dos o tres veces, ya que la humedad podría haber mermado la eficacia de los frenos.

Al finalizar el servicio y antes de dejar el dúmper, el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta, y caso necesario, bloquear las ruedas mediante calzos. Las llaves de contacto y de enclavamiento, permanecerán siempre bajo su custodia. Dispondrá de extintor si la normativa de aplicación lo requiere.

Ruedas con dibujo en buenas condiciones.

Se dispondrá de un dispositivo quitapiedras entre las gemelas, de eficacia suficiente para impedir la proyección de piedras durante la marcha.

La marcha atrás tendrá incorporado un dispositivo de alerta acústica automático, y además se deberán tener retrovisores adecuados y en buen estado, para evitar colisiones y atropellos.

Se dispondrá de un dispositivo de sujeción del basculante o en su defecto, de calzos adecuados y en buen estado, para evitar colisiones y atropellos.

Se dispondrá de un dispositivo de sujeción del basculante o en su defecto, de calzos adecuados que permitan la reparación o cualquier otra operación con él levantado, sin que se produzca la caída fortuita de la caja.

El asiento del conductor es deseable que sea anatómico y regulable.

El vehículo deberá poseer los dispositivos de señalización que marca el código de circulación.

Se seguirán las revisiones generales del vehículo y su mantenimiento, conforme a lo establecido en las instrucciones marcadas por el fabricante.

<u>Equipo de Protección Individual:</u>

- Calzado de seguridad antideslizantes, con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo ajustada.

- Casco en las inmediaciones del vehículo durante las operaciones de carga y descarga, incluido el conductor cuando está fuera de la cabina.
- Guantes de protección de cuero o serraje para el manejo de herramientas manuales, colocación lona, etc.
- Chaleco reflectante (fuera de la cabina)
- Mascarilla autofiltrante en presencia de polvo.

11.6. **CAMIÓN HORMIGONERA**

Riesgos característicos

- Atropello de personas (entrada, circulación interna, salida, flujo de tráfico carretera, etc.).
- Maquina en marcha fuera de control.
- Choque o colisiones contra otros vehículos (entrada, circulación interna, salida, flujo carretera en servicio, etc.).
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes o de taludes, etc.).
- Vuelco por desplazamiento de carga.
- Sobreesfuerzos
- Caídas de personas, al mismo o distinto nivel.
- Golpes o cortes por manejo canaletas.
- Golpes o cortes por el cubilote de hormigón.
- Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas, por el movimiento del tambor, etc.
- Los derivados por contacto con el hormigón.
- Incendios.
- Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o limpieza.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- El personal encargado de la conducción de la maquinaria será especialista en el manejo de la misma.
- Todos los camiones dedicados al hormigonado en esta obra, estarán en perfectas condiciones

de mantenimiento y conservación.

- Las rampas de acceso a los tajos no superaran el 20%.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previstos para dicho fin.
- La puesta de estación y los movimientos del vehículo antes de las operaciones de vertido serán dirigidas por un señalista.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones hormigonera sobrepasen la línea de seguridad, a 2 metros del borde.
- Se comunicará cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina al jefe más inmediato.
- Se mantendrá la máquina limpia de grasa y aceite, en especial los accesos.
- El ascenso y descenso a la cabina o al tambor, se efectuará mediante las escalerillas dispuestas para tal menester.
- Antes de maniobrar el conductor deberá asegurarse de que la zona de trabajo está despejada.
- Los trabajadores no deben permanecer en el radio de acción de camión hormigonera, excepto cuando ya esté descargando la carga y no se vaya a desplazar.
- En caso necesario, las maniobras serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Está prohibido gatear o trepar al tambor de los camiones.
- No saltar al suelo desde la cabina o desde el tambor si no es para evitar un riesgo grave.
- El camión deberá de ir dotado de un extintor contra incendios conforme a la normativa de aplicación.
- Se circulará siempre a velocidad moderada, respetando en todo momento la señalización existente.
- Durante el posicionamiento de la canaleta, nunca se quedará desprotegido con caída a distinto nivel, disponiendo de protección colectiva o respetando distancia de seguridad al hueco horizontal.
- Se circulará siempre a velocidad moderada, respetando la señalización existente.
- Se desconectará el cortacorriente y se quitará la llave de contacto al finalizar la jornada.
- Se prohíbe expresamente fumar durante las operaciones de carga de combustible y durante la manipulación manual de herramientas o elementos como la canaleta.

<u>Además, el operador cumplirá la siguiente normativa de seguridad:</u>

- En el arranque inicial compruebe siempre los sistemas de frenado y dirección.
- Haga sonar la bocina antes de iniciar la marcha. Cuando circule marcha atrás avise acústicamente.

- Evite los caminos y puntos de vertido en los que pueda peligrar la estabilidad del camión.
- Para subir o bajar a la cabina o al tambor del camión, utilizara los peldaños y escalerillas dispuestos para tal función, (evitará lesiones por caída).
- No tratar de realizar "ajustes" o reparaciones con el camión en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Con la cuba en movimiento permanecer fuera de la zona de contacto.
- Ante una parada de emergencia en pendiente, además de accionar los frenos, sitúe las ruedas delanteras o traseras contra talud
- Después de recorrido en agua o barro, compruebe la eficacia de los frenos.
- No limpie la hormigonera con agua en proximidad a líneas eléctricas.
- No trabajar con el camión en situación de avería o semiavería.
- En caso de calentamiento del motor, no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, puede causar quemaduras graves.
- Evitar tocar el líquido anticorrosivo, (hacerlo con guantes y gafas antiproyecciones).
- No cambiar el aceite cuando el motor esté caliente, esperar a que se enfríe.
- No fumar cuando se manipule la batería, puede incendiarse.
- No fumar cuando se abastezca de combustible, puede inflamarse.
- No tocar directamente el electrólito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo por algún motivo, protéjase con guantes impermeables.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, (instalar antes los tacos de inmovilización en las ruedas).
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- Ancle debidamente las canaletas antes de iniciar la marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen el camión con el motor en marcha.
- El camión hormigonera a utilizar en esta obra, estará dotado de luces y bocina de retroceso.
- Siempre llevará el cinturón de seguridad cuando esté circulando por cualquier tipo de vía.

<u>Equipos de protección individual</u>

- Casco de seguridad (fuera de la cabina).
- Calzado de seguridad antideslizantes, con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo o chaleco reflectante.

- Guantes de uso general, cuando exista peligro de contacto con materiales abrasivos, por cortes e incisiones.
- Gafas contra salpicaduras, cuando exista riesgo de proyecciones de hormigón.

Para limpieza de canaletas:

- Guantes impermeabilizados.
- Mandil impermeable.

11.7. **HORMIGONERA ELÉCTRICA**

Riesgos característicos

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Exposición a contactos eléctricos
- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.).
- Ruido ambiental.

Medidas preventivas

Las hormigoneras pasteras no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de excavación, para evitar los riesgos de caída a otro nivel.

Las hormigoneras pasteras no se ubicarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa, para prevenir los riesgos por derrames o caídas de la carga.

La zona de ubicación de la hormigonera quedará señalizada mediante cuerda de banderola, una señal de peligro, y un rótulo con la leyenda: “PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS”, para prevenir los accidentes por impericia.

Las hormigoneras pasteras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión-correas, corona y engranajes-, para evitar los riesgos de atrapamiento.

Estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.

Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras pasteras estarán conectadas a tierra.

La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.

Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.

Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

La alimentación eléctrica se realizará a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución) eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.

El cambio de ubicación de la hormigonera pastera a gancho de grúa, se efectuará mediante la utilización de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda de cuatro puntos seguros.

Está prohibida la permanencia de personas innecesarias en la zona de trabajo de la máquina.

Inspección y registro de máquina en buen estado (conexiones eléctricas, botoneras conexión de tierra volantes, bastidor, pestillos, resguardos engranajes).

El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a la intemperie y su conexionado a bornes perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa.

La máquina quedará en posición horizontal y estable para la correcta ejecución de los trabajos; llegado el caso, se procederá a calzar la misma.

En las inmediaciones de la maquina se instalará y garantizará la correcta disposición de señalización, en la que se prohíba expresamente el acceso a toda persona ajena a las operaciones y mediante la que, además, se controle del área de trabajo.

<u>Equipos de protección individual</u>

- Casco de seguridad
- Guantes de PVC o goma
- Guantes de cuero

- Ropa de trabajo
- Botas de seguridad
- Traje impermeable
- Chaleco reflectante

11.8. **VIBRADORES**

Riesgos característicos

- Contactos eléctricos
- Caídas desde altura durante su manejo
- Caídas a distinto nivel del vibrador
- Salpicaduras de lechada
- Vibraciones
- Pérdida de control durante el manejo del vibrador

Medidas preventivas

Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables. Se procederá a la limpieza diaria del vibrador después de su utilización.

El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.

Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento. Adecuada estanqueidad y aislamiento del cable de alimentación y conexión.

Se deberá comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma de tierra. No se debe permitir que el vibrador trabaje en vacío.

No se permitirá realizar operaciones de vibrado en condiciones climatológicas adversas. Se evitará que el vibrador se enganche en las armaduras.

Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándoselo alrededor de su cuerpo, se efectuará, si procede, entre dos operarios.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo

- Chaleco reflectante, si la ropa de trabajo no lo es.
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad de goma
- Guantes de seguridad
- Gafas de protección contra salpicaduras

11.9. **CAMIÓN GRÚA**

Se refiere a los camiones con pluma instalada, a través de las cuales se trasladas materiales frecuentemente.

Riesgos característicos

- Choques o colisiones contra objetos móviles (otros vehículos a la entrada, circulación interna, salida, flujo tráfico carretera en servicio, etc.)
- Pérdida de seguridad en operación por deficiente señalización o visibilidad.
- Atrapamiento por desplome/derrumbamiento
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelvo de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Atropello de personas (entrada, circulación interna, salida, flujo de tráfico carretera en servicio, etc.).
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes o de taludes).
- Vuelco debido a la carga, por peso excesivo.
- Caídas (al subir o bajar o durante el posicionamiento para mayor visibilidad)
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de objetos desprendidos, izados o en manipulación.
- Caída de objetos por desplome.
- Quemaduras
- Cortes
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Los derivados de los trabajos realizados en la elevación de cargas.
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectiva.

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- Inspeccionar el terreno alrededor de la grúa y retirar obstáculos.
- Iluminar adecuadamente el entorno de la grúa.
- En proximidades a fuertes desniveles, habrá que determinar el espacio en que se mueve mediante protecciones perimetrales.
- Inspeccionar la carga antes de su manejo.
- Preparar la carga tanto para su estrobado como su recepción.
- Fijar las cargas antes de izarlas.
- Todas las grúas dedicadas a la elevación de cargas en esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación. Nunca trabajar con la grúa averiada o si le falla algún dispositivo de seguridad.
- El ascenso y descenso a la cabina o la plataforma del sistema hidráulico, si fuese necesario, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester.
- Las maniobras serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Está prohibido gatear o trepar a la pluma de la grúa.
- No saltar al suelo desde la cabina o desde la plataforma del sistema hidráulico, si no es para evitar un riesgo grave.
- La grúa deberá de ir dotado de un extintor contra incendios conforme a la normativa de aplicación.
- Se prohíbe la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina y en la trayectoria de la carga, evitando cargas suspendidas.
- Prohibido que nadie se suba a la carga o se cuelgue del gancho.
- Respetar siempre las indicaciones, rótulos y señales adheridas a la máquina y hacer que el resto del personal también lo haga. Estas deberán estar en buen estado para su visualización y comprensión.
- No dejar cargas suspendidas u otros objetos colgados del gancho en ausencia del gruista.
- No realizar tareas de izado en condiciones meteorológicas adversas, especialmente con fuertes vientos e intensas lluvias.
- No se deberá arrastrar o arrancar objetos fijos del suelo o paredes, así como cualquier otra operación extraña a las propias de manutención de cargas.
- No se deberá utilizar los equipos de elevación para hacer tracciones oblicuas de cualquier tipo. Nunca arrastres o tirones porque el camión puede volcar o deteriorarse el sistema interno del

brazo.

- Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos, desplazando el camión grúa por los lugares previstos para ello.
- Las rampas para acceso no superaran inclinaciones del 12% como norma general.
- Después de usar estrobos, eslingas, cadenas, pinzas, etc. se debe comprobar su estado para detectar posibles deterioros y proceder en consecuencia. Se comprobará que todos los accesorios tienen marcado CE.
- El gruista dirigirá y será responsable del amarre, elevación, distribución, posado y desatado correcto de las cargas. En el caso de utilizar encargado de las señales este asumirá la responsabilidad. Deben estar formados y autorizados.
- No se deberán colocar los ramales de eslingas formando grandes ángulos puesto que el esfuerzo de cada ramal crece al aumentar el ángulo que forman.
- El tipo de amarre debe ser tenido en cuenta, respetando los datos del fabricante de la eslinga, puesto que según se coloque su capacidad de carga varía.
- Se deberá comprobar diariamente: estado del pestillo de seguridad, estado de cables de acero, cordones, hilos, paso de poleas y enrollado en el tambor, según caso. Aquello que esté deformado o no sea acorde a su estado normal se sustituirá inmediatamente.
- Evitar que el cable roce estructuras u otros elementos que puedan dañarlo.
- Si se entra en contacto con una línea eléctrica, se deberá pedir auxilio con bocina y esperar recibir instrucciones. No intentar abandonar la cabina, aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado, podría sufrir lesiones, sobre todo, no se permitirá que nadie toque el camión grúa, puede estar cargado de electricidad.
- Evitar que el gancho apoye en el suelo y afloje el cable de elevación porque puede provocar la salida del cable de las poleas o el mal enrollamiento en el cabestrante, dañándolo.
- Se deberá elevar y descender las cargas de manera progresiva comenzando y terminando las maniobras con la velocidad más lenta.
- Se debe conocer y respetar las limitaciones de carga.
- Terminantemente prohibido utilizar la grúa como transporte de personal, elevar cargas superiores a las especificadas por el fabricante, trabajar con accesorios no adecuados, trabajar con vientos superiores a los definidos por el fabricante.
- Las cargas se amarrarán en función de sus características:
    - Tubos: apilarse en capas separadas y sujetos contra deslizamiento.
    - Granel: elevación mediante jaulas o contenedores con el perímetro completamente cerrado.

  - No se llenarán por encima del borde contenedores, carros, etc. cerrar para evitar derrames según el material izado.
  - Cargas paletizadas: sujetas por zunchado, empacado o flejado y se elevarán con pinzas portapalets.
  - Cargas alargadas o viguetas: usar horquillas metálicas.
  - Dirigir cargas: si fuera preciso, atar una cuerda para luego guiarla, estando siempre la persona que guía fuera del alcance de la carga.
  - Las cargas se colocarán equilibradas, de forma que dos eslingas distintas no se crucen, es decir, no deben montar unas sobre otras en el gancho de elevación y además, deben estar perfectamente niveladas, podría provocar su volteo incontrolado.
  - Las cargas alargadas se sujetarán con eslingas dobles, para evitar el deslizamiento.

- El conductor de la grúa cumplirá la siguiente normativa de seguridad:
- Para subir o bajar a la cabina o a la plataforma de la grúa, utilizará los peldaños y escalerillas dispuestos para tal función, (evitará lesiones por caída).
- Tendrá prohibido situarse en zonas donde haya riesgo de caída en altura sin protección colectiva adecuada, o sistemas anticaídas anclado en caso de que tenga formación adecuada para ello y el reconocimiento médico sea apto para tal caso.
- No tratar de realizar “ajustes” con la grúa en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No trabajar con la grúa en situación de avería o semiavería.
- Utilizar guantes apropiados resistentes a los cortes.
- No utilizará la fuerza muscular para equilibrar o guiar cargas.
- No permanecer bajo la vertical de las cargas o izado.
- Inspeccionar el estado de los cables, ganchos etc. Y sustituirlos cuando estén deteriorados. Ver apartado correspondiente en este plan de seguridad y salud.
- Respetar los límites de carga indicados por el fabricante.
- Comprobar siempre si existen líneas eléctricas aéreas.
- Comprobar las distancias mínimas entre la línea en el extremo de la pluma y o su máxima posición de trabajo.
- Si la distancia es inferior a cinco metros, se deberá solicitar la descarga.
- En caso de contacto accidental con la línea eléctrica, el gruista debe permanecer en la cabina hasta que la línea eléctrica sea puesta fuera de servicio.
- En caso de calentamiento del motor, no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, puede causar quemaduras graves.
- Evitar tocar el líquido anticorrosivo, (hacerlo con guantes y gafas anti-proyecciones).

- No cambiar el aceite cuando el motor esté caliente, esperar a que se enfríe.
- No fumar cuando se manipule la batería, puede incendiarse.
- No fumar cuando se abastezca de combustible, puede inflamarse.
- No tocar directamente el electrólito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo por algún motivo, protéjase con guantes impermeables.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, (instalar antes los tacos de inmovilización en las ruedas).
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la grúa con el motor en marcha.
- La grúa a utilizar en esta obra estará dotada de luces.
- Durante los desplazamientos por cualquier tipo de vía, siempre usar el cinturón de seguridad.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (fuera de la cabina).
- Calzado de seguridad antideslizantes, con puntera reforzada.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo y chaleco reflectante.
- Guantes de protección mecánica para manipular las cargas y elementos de izado de la carga, preparado de la carga, etc.

11.10. **MINI BARREDORA**

Riesgos característicos:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Vuelvo de la máquina.
- Golpes en general o contactos con elementos móviles de la máquina.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.

- Atrapamientos.
- Contactos térmicos. Quemaduras.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Incendio.
- Polvo.
- Ruido.
- Vibraciones.

Prevención de Riesgos y protecciones colectivas:

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- Utilizar los accesos y elementos previstos por el fabricante para el acceso y salida de la cabina.
- Se evitará elevar o girar bruscamente la máquina o frenar de repente. Estas acciones ejercen una sobrecarga adicional en los elementos de la máquina y pueden desestabilizar el conjunto.
- Los operarios estarán fuera de la zona de acción de la máquina.
- No abandonar la máquina con el motor en marcha.
- Disponer de avisador acústico y lumínico dé marcha atrás automático.
- Almacenar los trapos con aceite y otros materiales combustibles en un lugar seguro.
- Emplear la barredora en las condiciones indicadas por el fabricante.
- Se recomienda que la barredora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.
- Ha de estar dotada de señal acústica dé marcha atrás.
- Comprobar que todos los dispositivos de la barredora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, etc.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la barredora mediante la limpieza de los parabrisas.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes del acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la barredora únicamente por el acceso previsto por el fabricante.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la barredora.

- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.
- Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.
- Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.
- No se utilizará como medio para transportar personas, excepto que disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.
- No subir ni bajar con la barredora en movimiento.
- Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar).
- Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.
- No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que los gases se han extraído.
- Trabajar, siempre que sea posible, con viento posterior para que el polvo no impida la visibilidad del operario.
- No utilizar accesorios más grandes de lo que permite el fabricante.
- Trabajar a baja velocidad y sin realizar giros pronunciados cuando se trabaje en pendientes.
- En trabajos en pendientes, hay que trabajar en sentido longitudinal, nunca transversalmente.
- Si la máquina empieza a inclinarse hacia adelante, bajar el accesorio barredor rápidamente para volverla a equilibrar.
- Durante los trabajos hay que mantener siempre la puerta y las ventanas cerradas, para evitar los niveles de ruido y la proyección de partículas.
- Llevar la carga a poca altura. No cargar la barredora por encima del límite indicado por el fabricante.
- Si la zona de trabajo tiene demasiado polvo, hay que regarla para mejorar la visibilidad.
- En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.
- En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Efectuar las tareas de reparación de la barredora con el motor parado y la máquina estacionada.
- Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que

segregarlos en contenedores.

- En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la barredora y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.
- Estacionar la barredora en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m. de los bordes de coronación). Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería y el compartimento del motor.
- Regar para evitar la emisión de polvo.
- Está prohibido abandonar la barredora con el motor en marcha.
- Se cuidarán los caminos de circulación interna de la obra, para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina de seguridad.
- No abandonar la máquina con el motor en marcha.
- No abandonar la máquina con el accesorio de la barredora izada y sin apoyar en el suelo.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- No transportar personas en el interior desde el accesorio de la barredora.
- No izar personas en el accesorio de la barredora para acceder a trabajos puntuales.
- Las máquinas a utilizar estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas estarán dotadas de luces, rotativo luminoso y bocina de retroceso.
- No arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.
- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes, o lesionarse.
- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárela primero, luego reinicie el trabajo.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (fuera de la cabina).
- Calzado de seguridad antideslizante y con protección en la puntera. Impermeable en terreno embarrado.
- Chaleco reflectante.
- Protectores auditivos (cuando sea necesario).
- Guantes de protección mecánica (en tareas de mantenimiento).
- Guantes de goma o PVC.
- Gafas antiproyecciones.
- Cinturón elástico antivibratorio.

11.11. **CAMIÓN BITUMINADOR**

Riesgos característicos:

- Atropello de personas (entrada, circulación interna, salida, flujo de tráfico carretera en servicio, etc.), por el propio camión o por maquinaria/vehículos de la obra o de terceros.
- Choque o colisión contra otros vehículos (entrada, circulación interna y salida, salida de vía, etc.).
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes o de taludes).
- Vuelco por desplazamiento de carga.
- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel.
- Los derivados de los trabajos realizados a altas temperaturas (suelo caliente+ radiación solar+ vapor).
- Incendios, averías, defectos, etc.).
- Quemaduras.
- Aplastamiento.
- Golpes y cortes.
- Posturas inadecuadas.
- Exposición a contaminantes químicos.

Prevención de Riesgos y protecciones colectivas:

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.

Durante las operaciones de calentamiento y riego:

- Todos los camiones dedicados al riego en esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Para encender los mecheros de la bituminadora se utilizará un hisopo adecuado.
- El ascenso y descenso a la cuba, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester.
- Las maniobras serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Está prohibido gatear o trepar a la cuba de los camiones.
- No saltar al suelo desde la cabina o desde la cuba si no es para evitar un riesgo grave.
- El camión deberá de ir dotado de un extintor contra incendio.
- El conductor del camión cumplirá la siguiente normativa de seguridad:
- Para subir o bajar a la cabina o la caja del camión, utilizará los peldaños y escalerillas dispuestos para tal función, (evitará lesiones por caída).
- No tratar de realizar <<ajustes>> con el camión en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No trabajar con el camión en situación de avería o semiavería.
- En caso de calentamiento del motor, no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, puede causar quemaduras graves.
- Evitar tocar el líquido anticorrosivo, (hacerlo con guantes y gafas antiproyecciones).
- No cambiar el aceite cuando el motor esté caliente, esperar a que se enfríe.
- No fumar cuando se manipule la batería, puede incendiarse.
- No fumar cuando se abastezca de combustible, puede inflamarse.
- No tocar directamente el electrólito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo por algún motivo, protéjase con guantes impermeables.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, (instalar antes los tacos de inmovilización en las ruedas).
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

- Se prohíbe que los conductores abandonen el camión con el motor en marcha.
- El camión cuba a utilizar en esta obra, estará dotado de luces y bocina de retroceso.
- Para evitar los riesgos de atropello y atrapamiento, el personal que trabaje a pie debe ir equipado en todo momento de chaleco reflectante homologados y, en perfecto estado de visibilidad.
- Deberá evitarse la presencia de personas en la zona de trabajo. Para ello se debe señalizar el recorrido de los vehículos y personal de a pie en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- En caso de mantenerse la circulación pública por carriles anexos, se dispondrá de señalización vial adecuada al tipo de desvío y personal encargado de la coordinación del tráfico dotado de las protecciones individuales y colectivas que obligue la normativa.
- Se dispondrá de extintor en el camión.
- No se utilizará gasolina ni otro disolvente inflamable para la limpieza de herramientas.
- Se garantizará la ventilación cuando se trabaje en túneles o lugares cerrados.
- No dejar la máquina o vehículo en pendiente si no está parada y convenientemente calzada.
- Realizar las revisiones sobre las máquinas y registrarlas en Libro de mantenimiento
- Asegurar la parada de órganos móviles en las operaciones de manipulación.
- Prestar especial atención a las líneas eléctricas.
- Seguir recomendaciones de maquinaria y equipos de trabajo.
- El conductor siempre llevará puesto el cinturón de seguridad, cuando esté circulando por cualquier tipo de vía, obra.

<u>Equipos de protección individual:</u>

- Casco de seguridad (fuera de la cabina).
- Calzado de seguridad antideslizantes, con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo o chaleco reflectante, si la ropa no lo es.
- Guantes de cuero, cuando exista peligro por la presencia de materiales abrasivos, por cortes e incisiones y por temperaturas elevadas.
- Gafas contra salpicaduras, cuando exista riesgo de proyecciones de emulsión bituminosa.
- Mascarillas, cuando exista peligro de inhalación de vapores derivados de emulsiones asfálticas.
- Fajas contra sobreesfuerzos.

11.12. **EXTENDEDORA DE AGLOMERADO ASFÁLTICO**

Riesgos característicos:

- Caída de personas desde la máquina.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de material desde el equipo de extendido.
- Proyección de partículas.
- Aplastamiento.
- Atropellos por el equipo o por maquinaria en obra, o terceros vehículos.
- Golpes o colisiones con vehículos.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.
- Vuelco de la máquina.
- Siniestros de vehículos por exceso de carga, mal mantenimiento o inadecuado estado de los caminos de servicio.
- Los derivados de los trabajos realizados bajo altas temperaturas (suelo caliente+radiación solar+vapor).
- Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico (nieblas de humos asfálticos).
- Quemaduras (contacto con asfalto caliente, partes calientes de la máquina, por la combustión de materiales inflamables, etc.).
- Irritación de la piel y ojos producida por los humos desprendidos del asfalto en caliente.
- Irritación de las vías respiratorias producidas por inhalación de los humos desprendidos del asfalto en caliente.
- Contacto eléctrico por interferencias con líneas aéreas.
- Sobreesfuerzos (paleo circunstancial).
- Atropello durante las maniobras de acoplamiento de los camiones de transporte de aglomerado asfáltico con la extendedora.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Ruido.
- Vibraciones.

Prevención de riesgos y protecciones colectivas:

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las

zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.

- Solo deberá ser conducida por personal especializado. Todo el personal que maneje la maquinaria necesaria para la ejecución de estos trabajos, será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- El manejo de la maquina se hará según las instrucciones del fabricante que deberá conocer el operador.
- El equipo será revisado periódicamente quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- No se permite la permanencia sobre la extendedora en marcha a otra persona que no sea su conductor, para evitar accidentes por caída.
- En la ejecución de firmes deberá evitarse la presencia de personas en la zona de maniobra. Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- El personal no debe permanecer en el avance del equipo de extendido.
- Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos en la tolva estarán dirigida por un especialista, en previsión de los riesgos por impericia.
- Todos los operarios de auxilio quedarán en posición en la cuneta por delante de la máquina durante las operaciones de llenado de la tolva, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante las maniobras.
- Los bordes laterales de la extendedora, en prevención de atrapamientos, estarán señalizados a bandas amarillas y negras alternativas.
- Todas las plataformas de estancia o para seguimiento y ayuda al extendido asfáltico, estarán bordeadas de barandillas tubulares en prevención de las posibles caídas, formadas por pasamanos de 90 cm. de altura barra intermedia y rodapié de 15 cm. desmontable para permitir una mejor limpieza, cuando exista riesgo de caída de altura.
- Se prohíbe expresamente, el acceso de operarios a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.
- No se transportarán objetos sueltos sobre la máquina.
- Antes de poner en marcha la maquina se verificará la ausencia de personas cerca o debajo de ella.
- Nunca se dejará la extendedora sin vigilancia y con el motor en marcha.
- Se ha de mantener una distancia de seguridad a bordes y pendientes.
- Se prohíbe el subir y bajar a la maquina en movimiento.
- Sobre la máquina, junto a los lugares de paso y en aquellos con el riesgo especifico, se adherirán

las siguientes señales:

* Peligro substancias calientes (<<peligro, fuego>>).
* Rotulo: NO TOCAR, ALTAS TEMPERATURAS.

- En caso de mantenerse la circulación pública por carriles anexos, se dispondrá de señalización vial adecuada al tipo de desvío, y personal encargado de la coordinación del tráfico dotado de las protecciones individuales y colectivas que obligue la normativa.
- Todas las máquinas que intervengan en el extendido y compactación irán equipadas de un avisador acústico y luminoso dé marcha atrás.
- Se mantendrán libres de objetos las vías de acceso a las máquinas, así como la pasarela de cruce de la extendedora.
- No se utilizará gasolina ni otro disolvente inflamable para la limpieza de herramientas.
- El equipo de compactación mantendrá una distancia de seguridad respecto al de extendido mínima de 8 metros.
- Se garantizará la ventilación cuando se trabaje en túneles o lugares cerrados.
- Los trabajadores no podrán modificar forma habitual de los E.P.I's (subir mangas, desabrochar camisa...), ya que estarían expuestos a graves quemaduras. Aquellos que trabajen junto a la máquina extendedora tendrán conocimiento de cuáles son las partes extensibles y basculantes de esta, así como de los riesgos que corren.
- La maquinaria contará con extintores de polvo químico o dióxido de carbono, según se defina en la normativa de aplicación.
- Sobre la máquina, junto a los lugares de paso y en aquellos con el riesgo específico, se adherirán las siguientes señales: Peligro sustancias calientes (Peligro, fuego).
- Se vigilará el izado de las cajas de los camiones en curvas de pronunciado peralte y en zonas con presencia de tendido aéreo.
- Hacer las pausas de trabajo necesarias para evitar golpes de calor o similares debido a la exposición a altas temperaturas.
- Disponer de líquido para soportar la temperatura de trabajo.

<u>Equipos de protección individual:</u>

- Calzado de seguridad antideslizante, con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo adecuada, amplia con cuello y puños cerrados.
- Chaleco reflectante si la ropa de trabajo no lo es.
- Guantes de cuero que cubran las muñecas y suficientemente holgados de modo que se puedan

quitar con un golpe de muñeca.

- Mascarillas de protección facial si fuese preciso, cando exista peligro por inhalación de vapores derivados de betunes asfálticos.
- Cinturón antivibratorio, cuando el uso de la maquinaria lo requiera.
- Casco de seguridad (solo cuando se salga de la cabina, cuando exista peligro de caída o de caída de objetos).

11.13. **RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO**

Riesgos característicos

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno, inclinación excesiva, etc.).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, otras máquinas, vehículos carretera en servicio, etc.).
- Incendio.
- Quemaduras.
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Atrapamientos.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.
- Los derivados de ambientes pulvígenos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias etc.).

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- Solo serán conducida por personal especializado y autorizado. Los conductores serán operarios de probada destreza en el manejo de estas máquinas, en prevención de riesgos por impericia.
- El manejo de la máquina se hará según las instrucciones del fabricante que deberá conocer el

operador.

- Antes de iniciar cada turno de trabajo, se comprobará mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.
- Los compactadores estarán dotados de cabinas antivuelco y anti-impactos.
- Dispondrán de luces de marcha adelante y de retroceso.
- Los escalones, plataforma y agarraderas estarán siempre limpios en prevención de accidentes.
- Se accederá al compactador por los escalones instalados para tal fin en los laterales del chasis.
- Se mantendrán bien legibles las señalizaciones de seguridad y de peligro que están colocados en el compactador.
- No se utilizará el inversor a modo de freno.
- En caso de grave peligro (fallo de frenos) no dudar en invertir rápidamente la marcha para obtener la parada.
- Si se estaciona el compactador en una rampa, se colocarán unos calzos delante o detrás de las ruedas motrices exteriores, según el sentido de la pendiente. Se retirarán los calzos cuando se vuelva a utilizar la máquina.
- El descenso por una pendiente, se realizará con la velocidad que permitiría subir normalmente esa pendiente. Una pendiente debe bajarse siempre con la retención del motor, sin tener que frenar continuamente.
- Se prohíbe abandono del rodillo vibrante con el motor en marcha, y fumar durante las operaciones de carga de combustible.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre el rodillo vibrante.
- Tener las precauciones habituales en el mantenimiento del vehículo.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de rodillos vibrantes.
- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, ponga en servicio el freno de mano, bloquee la máquina, pare el motor extrayendo la llave de contacto.
- No guarde combustibles ni trapos grasientos sobre la máquina, pueden producirse incendios.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar el aceite del motor del sistema hidráulico cuando el motor esté frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.)
- Protéjase con guantes si por alguna causa debe tocar líquido anticorrosivo, utilice además gafas anti-proyecciones.

<u>Normas de seguridad del operador</u>

- Antes de usar la máquina debe usted conocer su manejo y adecuada utilización.
- En el arranque inicial, compruebe siempre la eficacia de los sistemas de frenado y dirección.
- Atención a los desplazamientos con desniveles, por posibles vuelcos
- Extreme las precauciones cuando trabaje al borde de taludes.
- Antes de las maniobras asegúrese que la zona de trabajo esta despejada.
- Procure aparcar en terreno horizontal y accione el freno correspondiente.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o el motor en marcha.
- Desconecte el cortacorriente y saque la llave de contacto al finalizar la jornada.
- No libere los frenos de la posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de los rodillos.
- En los compactadores con posibilidad de trabajo en dos gamas de velocidades, seleccione éstas con la máquina parada y en terreno horizontal.
- Para subir o bajar de la cabina utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitará caídas y lesiones.
- No acceda a la máquina encaramándose por los rodillos
- No salte directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (cuando se salga de la cabina, cuando exista peligro de caída de objetos o golpes en la cabeza).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de protección mecánica y polvo.
- Ropa de trabajo adecuada, traje impermeable en caso necesario.
- Protectores auditivos.
- Guantes de uso general, cuando exista peligro por la presencia de materiales abrasivos, por cortes e incisiones y por temperaturas elevadas.
- Chaleco reflectante.

11.14. **PEQUEÑAS COMPACTADORAS – PISONES MECÁNICOS**

Riesgos característicos:

- Ruido

- Atrapamiento.
- Golpes.
- Explosión de combustible.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Proyección de objetos.
- Vibraciones.
- Caída al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Atropellos, golpes o colisiones con vehículos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Todo el personal y vehículos, maquinaria o equipos utilizados deberá estar en el interior de las zonas acotadas y/o señalizadas de obra. O a salvo en la acera contigua a la zona de trabajos.
- Antes de poner en funcionamiento el pisón, montar todas las tapas y carcasas protectoras.
- Guiar el pisón de avance frontal. Evitar desplazamientos laterales porque puede descontrolarse la máquina.
- Usar la mascarilla antipolvo. El pisón produce polvo ambiental de apariencia ligera. Regar siempre la zona a aplanar o usar la mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Utilizar siempre casco o tapón antirruido.
- Utilizar faja elástica.
- Las zonas en fase de compactación se cerrarán al paso.
- El personal que deba manejar los pisones mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales.
- Utilizar siempre calzado con puntera reforzada.
- No dejar el pisón a ningún operario no autorizado
- Las zonas en fase de compactación quedarán cerradas al paso, mediante señalización.
- El personal que deba manejar los pisones mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales. Hará uso del equipo conforme al manual del fabricante.

Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno con protectores auditivos incorporados.
- Casco + Protectores auditivos, independientes.
- Guantes.

- Botas de seguridad.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Chaleco reflectante.

11.15. **HERRAMIENTAS MANUALES**

Riesgos característicos

- Riesgo por impericia
- Caída de las herramientas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel por tropiezo
- Corte y golpes

Medidas preventivas a adoptar

Las herramientas de mano serán de material de buena calidad y especialmente las de choque, deberán ser de acero cuidadosamente seleccionado, lo suficientemente fuerte para soportar golpes sin mellarse o formar rebordes en las cabezas, pero no tan duro como para astillarse o romperse.

Los mangos serán de madera dura, lisos y sin astillas o bordes agudos. Estarán perfectamente colocados.

Tanto la herramienta como sus mangos tendrán la forma, peso y dimensiones adecuadas al trabajo a realizar.

No deberán usarse si se observan defectos tales como:

- Cabezas aplastadas, con fisuras o rebabas.
- Mangos rajados o recubiertos con alambre.
- Filos mellados o mal afilados.

Las zonas con riesgos especiales (gases inflamables, líquidos volátiles, etc.) requieren elección de herramientas fabricadas con material que no de lugar a chispas por percusión.

En trabajos eléctricos se utilizarán herramientas con aislamiento adecuado.

En cada trabajo se utilizará la herramienta adecuada. No se emplearán, por ejemplo, llaves por martillos, destornilladores por cortafríos, etc.

Las herramientas que se golpean se mantendrán sin rebabas, como cortafríos, punteros, etc. Las herramientas se mantendrán limpias y en buenas condiciones.

Las herramientas de corte se mantendrán afiladas y con el corte protegido o tapado mediante tapabocas de caucho, plástico, cuero, etc.

No se utilizarán herramientas de mangos flojos, mal ajustados y astillados. Se pondrá especial cuidado en los martillos y mazas.

Para sostener punteros, botadores, remachadores, en general herramientas que reciben golpes fuertes, las citadas herramientas tendrán mangos para sujetarlas con pinzas o tenazas.

No se usarán herramientas sin haberlas examinado y comprobado que se hallan en buenas condiciones.

No se golpeará sobre acero templado que, por su fragilidad, puede romperse en esquirlas y proyectarse a gran velocidad.

Las herramientas se manejarán sin forzarlas a trabajos impropios de ellas.

No se usarán herramientas que requieran mango y no lo tengan, como limas, escoplos, formones, etc.

Se usarán llaves inglesas y similares de la medida correcta, que se ajusten perfectamente a la tuerca y para la fuerza prevista. No se usarán tubos o cualquier otro medio para aumentar el brazo de palanca de la llave. En el manejo no se empujará a la llave, sino que se tirará de la misma protegiéndose así dedos y nudillos.

En trabajos de altura se llevarán las herramientas en bolsas portaherramientas sujetas al cinturón con el fin de tener las manos libres.

El almacenamiento debe hacerse de tal forma que su colocación sea correcta, que la falta de alguna de ellas sea fácilmente comprobada, que estén protegidas contra su deterioro por choques o caídas y que tengan acceso fácil sin riesgo de cortes con el filo de sus partes cortantes.

No se deben dejar detrás o encima de órganos de máquinas en movimiento. Proteger la punta y el filo de los útiles cuando no se utilicen. El desorden hace difícil la reparación de los útiles y conduce a que se usen inapropiadamente.

Se prohíbe lanzar herramientas. Se deben entregar en mano.

El usuario es el responsable de recibir y conservar las herramientas y de mantenerlas en las mejores condiciones de uso.

MARTILLOS DE BOLA

- Deben tener un mango, bien sujeto con una cuña, adecuado para el tipo de cabeza utilizada. La cuña será de acero o fundición y obligará al apriete de la madera contra las superficies laterales del orificio de fijación; si se introduce oblicua, el apriete se realizará tanto en los lados mayores de dicho orificio como en los menores.

- Si la madera del mango no se apoya contra el ojo de la cabeza en todos los puntos, cepillar el mango hasta que ajuste bien. Después volver a colocar el mango en la herramienta observando el correcto centrado de la cabeza y colocar de nuevo la cuña.

- El mango deberá ser liso, no tener aceite, estar configurado para que se adapte bien a la mano y ser del tamaño y longitud adecuado.

- Es importante la selección del martillo; uno demasiado ligero resulta tan inseguro como otro que sea demasiado pesado, no empleándose nunca un martillo de acero sobre superficies de acero templado, cementado o cianurado.
- Debe golpearse con la cara de la herramienta, sujetando el martillo en un ángulo tal que, cuando dé en el objeto, su cara quede paralela a la superficie de la pieza que recibe el impacto. De esta forma se distribuye la fuerza del golpe en toda la cara del martillo y se evitan daños en las orillas.

MARTILLOS DE UÑA

- Están especialmente diseñados para clavar y arrancar clavos.
- Las esquinas de las uñas no deben utilizarse para hacer palanca ya que pueden saltar y romperse.
- Las bocas deben mantenerse bien acondicionadas en todo momento para reducir el peligro de que salten los clavos mientras se introducen en un pedazo de madera, utilizándose a veces un martillo con cabeza estriada.

- Para la extracción de un clavo de un pedazo de madera, puede utilizarse un bloque de madera colocado debajo de la cabeza con el fin de aumentar la acción de la palanca y reducir el esfuerzo aplicado sobre el mango.

MARTILLOS ESPECIALES

- En medios inflamables, bien sea debido a líquidos altamente volátiles, a gases u otras sustancias explosivas, es conveniente utilizar martillos "antichispas" cuyas cabezas estén fabricadas con aleaciones poco oxidables, tales como el bronce de berilio, siendo válidos también los de madera o plástico.

- Estas herramientas reducen el peligro de chispas pero no lo eliminan.

- Es preciso inspeccionar las herramientas cada vez que se vayan a utilizar, para asegurarse de que no han recogido partículas extrañas que las originen al ser utilizadas.

CINCELES

- Las condiciones de trabajo requieren que el material sea tenaz para que resista sin deformarse y suficientemente grueso para que no se curve ni se alabee al ser golpeado.
- Se ha de afilar y rectificar en un ángulo de 60º y se redondeará ligeramente las esquinas de los filos de corte.
- Se ha de escoger siempre uno suficientemente grande para el trabajo a realizar, empleándose un martillo adecuado a su tamaño.
- Debe agarrarse con el pulgar y el índice de la mano izquierda cerca del extremo superior, firmemente, pero sin apretar y fijando la herramienta en un ángulo vertical que permita que una gran parte biselada del filo esté plana contra el plano de corte.

- El trabajo se efectúa siempre en sentido opuesto al cuerpo del trabajador, fijando adecuadamente las piezas pequeñas a labrar mediante prensa de tornillo.
- Se deberá utilizar un guardamanos acoplado al cincel para evitar lesiones.
- El cincel debe tener buen filo para poder cortar, debiendo afilarse o rectificarse en una muela de esmeril, manteniendo el ángulo original de la orilla cortante.
- Durante la operación se sumergirá en agua para que no se caliente demasiado y se destemple.

DESTORNILLADORES

- No debe utilizarse como punzón, cuña o palanca, pues un mango roto, una hoja doblada, una

punta roma o retorcida pueden ocasionar la salida del destornillador de la ranura y originar lesiones en la mano.

- Si los tornillos tienen la ranura de forma especial, en cruz, en estrella, etc., se deben utilizar los destornilladores correspondientes.
- Se deberá elegir el tamaño y el tipo de destornillador adecuado al trabajo a realizar, adaptando la punta, mediante limado, a la ranura del tornillo.

- La punta del destornillador se mantendrá a escuadra y perfectamente afilada para ajustar a la ranura de la cabeza del tornillo. Esto no solo evita la formación de rebabas en la ranura y el daño de la hoja., sino que reduce la presión de trabajo y favorece el amarre.

- Si está bien amolada los costados de la hoja están prácticamente paralelos.

- No se atornillará o destornillará un tornillo sujetando la pieza con la palma de la mano. Si se produce un resbalamiento del destornillador, se puede sufrir una grave lesión. Se deberá apoyar la pieza sobre una base sólida.

- No se deben forzar por medio de alicates o tenazas los tornillos que estén excesivamente apretados.

- Se deben lubricar.

ALICATES

- Los alicates han sido concebidos para operaciones de agarre y corte. Luego no se deben emplear en lugar de llaves pues sus mordazas resbalan frecuentemente marcando vástagos y redondeando esquinas de las cabezas de pernos y tuercas, lo que dificulta la posterior utilización de una llave.
- Si son de corte lateral pueden producir lesiones en el corte de extremos pequeños de alambre siendo preciso utilizar gafas de seguridad.

- Se han de conservar con las mandíbulas limpias y bien afiladas, ya que si no tienen buen corte pueden patinar.
- No se deben utilizar como martillo o llave para tuercas.
- Cuando se usen los alicates para trabajos eléctricos hay que aislar los mangos debidamente.

TENAZAS

- Las mordazas de corte tendrán la dureza especificada por el fabricante para la clase de material que vayan a cortar.
- Los extremos de las empuñaduras estarán siempre redondeados.
- No se trabajará con ellas en las proximidades de circuitos eléctricos en tensión.

- Las tenazas corrientes solamente deben emplearse para arrancar clavos y para cortar alambres o piezas metálicas de sección y resistencia media.
- Para sujetar o sostener piezas sometidas a esfuerzos que puedan provocar proyecciones violentas no deben usarse tenazas, ya que no aseguran una buena sujeción.
- Entre los brazos de las tenazas debe haber espacio suficiente que evite el aprisionamiento de la mano del operario.

- No se deben utilizar como martillo, ya que por la convexidad de su superficie de choque es fácil que produzcan lesiones en las manos.

LLAVES DE CASQUILLO Y DE TUBO

- Resultan adecuadas cuando es necesario ejercer bastante fuerza y la seguridad sea un factor importante.

- Nunca se sobrecargará la capacidad de una llave utilizando una prolongación del tubo sobre el mango o golpeando éste con un martillo, etc. El abuso debilita la llave y puede ocasionar su rotura.

- Es necesario utilizar la llave correcta para cada tuerca o perno.
- El tamaño inadecuado puede redondear las aristas del tornillo o tuerca haciendo que resbale la llave, así como que resulte difícil después aplicar el tamaño de la llave correcta. Los casquillos se mantendrán en su interior limpios de mugre y suciedad.

LLAVES DE BOCA

- Solamente se utilizarán llaves fijas de dimensión adecuada al trabajo a realizar, ya que pueden resbalar si no encajan debidamente.
- La llave debe estar siempre colocada perpendicularmente al eje del tornillo, ya que si está inclinada no puede ajustarse perfectamente y es fácil que resbale.
- Como regla general se ha de tirar de la llave en vez de empujar; si ésta se suelta repentinamente, el operario puede lesionarse.

- De no haber más remedio que empujar la llave, la mano permanecerá abierta para no desollarse los nudillos.
- No se deben utilizar prolongaciones de las llaves, como tubos, otras llaves, etc.

LLAVES INGLESAS

- Dos precauciones hay que tomar cuando hay que ejercer mucha fuerza en estas llaves, bien sea para aflojar una tuerca trabada o para apretar fuertemente una tuerca o perno:
  - ✓ Colocar la llave en la tuerca de modo que la fuerza de tracción se aplique al lado del mango en que se halla la quijada fija. La fuerza tiende así a forzar la mordaza móvil sobre la tuerca.

  - ✓ Después de colocar la llave en la tuerca se aprieta la ruedecilla o moleta para mejorar el apriete.
- La llave se ha de mantener limpia introduciéndola de vez en cuando en disolvente o petróleo y ha de aplicarse un poco de aceite a la moleta y a los costados de la quijada ajustable en la parte corredera.

LLAVES PARA TUBOS

- Las llaves para tubos, tanto rectas como de cadena, deben tener mordazas vivas y mantenerse limpias para evitar que resbalen, haciéndolas trabajar siempre a tracción.
- La tuerca de ajuste de la llave ha de inspeccionarse frecuentemente poniéndola fuera de servicio si está agrietada.
- No deben utilizarse en tuercas, tornillos, válvulas o accesorios de montaje de latón, cobre u otro material blando que pueda ser aplastado o deformado, obteniéndose los mejores resultados en el amarre de objetos redondos situados en el centro de las quijadas.

- Las llaves de cadena para tubos se colocarán sobre el tubo únicamente después de que se haya alineado y esté listo para apretar.

LIMAS

- Si son para madera se denominan escofinas y sus dientes son triangulares.
- La selección de la clase correcta de lima para el trabajo a realizar evitará lesiones y prolongará la vida útil de la misma.

- Cuando una lima se embota, debe limpiarse la superficie con una carda de lima, nunca golpeando contra un objeto metálico.
- No se usará como palanca, cincel o cualquier otro tipo de herramienta.
- Las limas no deben usarse nunca sin mango, ni cuando éste presente grietas o no sea liso.
- Al ejercer presión, el extremo de la cola puede introducirse en la mano o si el mango está defectuoso, causar lesiones en la misma.
- El mango elegido debe tener casquillo o virola que impida su apertura y además un tamaño adecuado, con el agujero adecuado al extremo de cola.
- La forma correcta de manejo es agarrar firmemente el mango en una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta; si las piezas son pequeñas se sujetarán mediante tornillo de mano o banco.
- Para su almacenamiento se envolverá cada lima en un paño o papel seco para evitar la oxidación manteniéndolas limpias y libres de aceite o grasa.

SIERRA PARA METALES

- Formada por dos partes, bastidor y hoja, se ajustará correctamente para evitar el pandeo y rotura de ésta última.
- La hoja se ha de colocar con los dientes apuntando hacia adelante y hacia el frente del marco.
- Debe ejercerse fuerza solamente durante el recorrido en ese sentido, levantando ligeramente la sierra en el camino de retroceso.
- Al empezar un corte delineado se ha de guiar la hoja hasta comenzar el trazo prosiguiendo después y empujando en línea recta; debe utilizarse siempre la longitud total de la hoja en cada carrera.
- No se debe continuar un corte ya iniciado después de cambiar una hoja nueva; el triscado de ésta es más marcado y la hoja generalmente se atasca.
- Cuando la hoja no esté en uso, se mantendrá debidamente protegida de forma que los dientes no sean dañados por otros útiles u objetos de metal.
- Se ha de limpiar la hoja a menudo con un trapo aceitado para que no se oxide.
- Para metales de dureza media, la sierra debe manejarse a la velocidad de 40 a 50 carreras por minutos. Si la velocidad es excesiva, el corte puede producir suficiente calor para destemplar la hoja.

- Si el metal es duro, se reducirá la velocidad de corte.

SIERRAS DE MADERA

- El material a cortar ha de estar adecuadamente fijado mediante gatos y libre de elementos metálicos, extremándose las precauciones en macera con nudos y utilizando la sierra adecuada al tipo de operación a realizar.

- Para iniciar el corte, se debe marcar primero la guía o guiar la hoja con el dedo pulgar. Si éste se inicia de forma indebida, la hoja salta.
- Las sierras tendrán los dientes bien afilados y triscados. Se guardarán, cundo no se usen en estantes o colgadas del mango.

FORMONES Y GUBIAS

- Los mangos son de madera, sin grietas y si son golpeadas por un martillo deben protegerse mediante una banda metálica o de cuero para evitar que se astillen.
- Las gubias y formones se utilizarán de forma que, si se produce un resbalamiento, la dirección de la fuerza tenga lugar hacia fuera del cuerpo, de manera que la mano izquierda quede detrás del filo debiéndose sujetar adecuadamente la pieza a trabajar.
- No se utilizarán como palanca y se mantendrán afilados y rectificados con el ángulo adecuado.
- La pieza no debe tener clavos, ya que si el filo golpea contra metal puede saltar algún fragmento.

- Cuando no se emplea, debe guardarse en un estante sobre un banco de trabajo o sección ranurada de la caja de herramientas.
- Para su afilado se puede emplear una piedra de aceite encajada firmemente en un bloque de madera colocado en un banco. Una vez conformada, ha de amolarse sobre una piedra para producir un filo de corte vivo.

CUCHILLOS

- El recorrido de corte debe efectuarse hacia afuera del cuerpo, evitando dar tirones o sacudidas, asegurando a los operarios que los utilicen espacio suficiente para trabajar.

- Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas, asimismo, las áreas donde se ubiquen estarán limpias y sin obstáculos y tendrán, a ser posible, superficie antideslizante.
- Los cuchillos han de mantenerse perfectamente afilados, tomando precauciones especiales para efectuar esta operación:

  - ✓ Si se emplean muelas se protegerán correctamente debiéndose usar gafas de seguridad.
  - ✓ Si se emplean piedras de afilado manuales se protegerán de forma adecuada para evitar que la herramienta resbale y corte la mano, siendo también recomendable proteger la mano.
  - ✓ Las piedras de aceite se colocarán en una superficie estable y plana, a ser posible, encajada en un bloque de madera, no usándolas nunca secas.

- El transporte se realizará siempre utilizando fundas o estuches, guardándolos cuando no se utilicen en estantes con los filos protegidos.

- Cuchillos abandonados sobre bancos, ocultos debajo de productos, juegos o prácticas inseguras como limpiar las herramientas sucias con el delantal u otra prenda, son objeto de accidentes, lo que ha de implicar supervisiones frecuentes y prohibición de este tipo de actos.

CIZALLAS DE MANO

- Para evitar aprisionamiento de la mano o dedos entre los extremos de los brazos de la cizalla o tijeras, se deben emplear cizallas con los brazos vueltos hacia fuera, con topes o en forma de anillos en los cuales se puedan meter los dedos.

- Con objeto de no herirse con la chapa que se está cortando, es conveniente utilizar cizallas de brazos “desviantes”, con los cuales el paso de la mano queda libre por encima de la chapa que se está cortando.

HACHAS Y SIMILARES

- Las hachas y herramientas parecidas deben estar siempre bien afiladas. Si no es así se pueden desviar y causar lesiones.

- Las empuñaduras deben estar cuidadosa y firmemente ajustadas a las cabezas.
- Antes de usarlas se debe asegurar que hay espacio suficiente y despejado de obstáculos; estos

pueden desviar el golpe.

OTRAS

- Se incluyen aquí otras herramientas manuales, tales como palas, picos, llanas, maquinaria manual de cortar azulejos, etc.
- Estas herramientas serán revisadas periódicamente de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

CARRETILLAS MANUALES

- Las carretillas manuales están ideadas para transportar materiales y no personas, luego no se debe permitir que se transporten pasajeros.
- Hay que cargar la carretilla de forma que el material no se deslice ni ruede hacia fuera.
- No se debe hacer un esfuerzo excesivo. Si la carga es muy pesada y difícil de llevar, hay que pedir ayuda.

- Es peligroso utilizar una carretilla vacía como si fuese un patinete, dándole impulso y montándose en ella.
- Todo aquél que maneje una carretilla debe llevar calzado de seguridad y guantes para el manejo de materiales.

- Si se tiene que dejar una carretilla parada, aunque sea por poco tiempo, se aparcará en un lugar seguir apartada del pasillo.
- Habrá que tener mucha atención al doblar una esquina sin visibilidad.

- No se debe utilizar una carretilla averiada. Se deberán revisar antes de usarlas.
- Se podrán poner guardamanos en las carretillas. Con estas protecciones se evitarán muchos golpes.
- Se deberá ir despacio al aproximarse a zonas peligrosas, tales como puertas de montacargas, fosos, pendientes, etc.
- Las carretillas no se sobrecargarán.

- El material deberá colocarse de forma que siempre se tenga suficiente visibilidad.
- No se debe conducir a oscuras. Se avisará enseguida siempre que se observe que hay pasillos o zonas de paso mal iluminadas.

CARRETILLAS DE MANO DE CUATRO RUEDAS

- Se pondrá atención a mantener los pies fuera del rectángulo que determinan las cuatro ruedas mientras se carga la carretilla o se hacen maniobras.
- Se llevará siempre la carretilla delante, empujándola. Si se necesitan dos hombres para manejar la carga, uno debe empujar y otro tirar de ella.
- Poner la carga de tal forma que no impida ver por encima de ella, cuando se empuja la carretilla.
- Al empujar, atención dónde se colocan las manos, ya que, al pasar cerca de una pared o material, pueden chocar los dedos lesionándose.

CARRETILLAS DE MANO DE DOS RUEDAS

- La primera y más importante norma para manejar con seguridad una carretilla de dos ruedas es la de aprender a equilibrar la carga, para lo cual hace falta colocarla de forma que no se desplace.

- Si no coloca la carga de forma que quede equilibrada, probablemente se tendrá que hacer un esfuerzo excesivo.
- Mucho cuidado con las varas de la carretilla que estén rotas o astilladas.
- Las carretillas se deben dejar en lugares seguros, de forma que si vuelcan por cualquier causa, no lo hagan sobre un pasillo o lugar de paso.

- Al bajar una rampa no se debe ir nunca delante de la carretilla. Si una carretilla se transporta sobre una plataforma hay que sujetarla muy bien, con calzos, cuerdas, etc.

CARRETILLAS DE MANO DE UNA RUEDA

- No se debe correr nunca con las carretillas de mano, es peligroso.

- Cuando se transporta una carga pesada en una carretilla, hay que mantener la espalda vertical, levantándola con los brazos y las piernas flexionados, con objeto de evitar esfuerzos en los músculos dorsales.
- Equilibrar todas las cargas pesadas, para que no puedan, con su peso, tirar al conductor de la carretilla.

- Si se ladea una carga pesada, aléjese lo más posible de las varas de la carretilla.

- Comprobar el buen estado del material de la caja de la carretilla.
- Procurar no usar carretillas que tengan las varas agrietadas o rotas, las ruedas en mal estado, las patas flojas o los bordes con rebabas.
- Mucho cuidado con los pasillos estrechos; o, mejor aún, proteger los nudillos de sus manos con manoplas de cuero, o poner en las varas protecciones de metal, madera o cuero.
- Es peligroso conducir una carretilla con las manos húmedas o grasientas. Usar guantes o llevar un trapo para limpiarse las manos.

PALETAS, PALETINES O LLANAS

- Las paletas, paletines o llanas están sujetos a riesgo de cortes pues son chapas metálicas sujetas con un mango. Para evitar los cortes, no apoye la otra mano sobre el objeto en el que trabaja y utilice guantes impermeabilizados de loneta de algodón lo más ajustados posible.
- Si se le escapa de la mano una plomada, una paleta, un paletín o una llana, puede caerle su hoja sobre los pies y cortarle; para evitar la posible lesión, utilice las botas de seguridad.

- Estas herramientas se suelen transportar en espuertas; Las espuertas pueden caerse desde los andamios o desde las plataformas. Para evitarlo, no las sitúe al borde de las mismas.
- Los objetos transportados en las espuertas pueden salirse de ellas durante el transporte a mano y caer; piense que al coger las dos asas, la espuerta se deforma y alarga, produciendo dos bocas por las cuales pueden derramarse los líquidos o los objetos transportados. Si una plomada, paletín, paleta o llana, cae desde altura puede causar lesiones muy graves e incluso la muerte.
- Al manejar la llana, lo hace dando pasadas largas sobre una pared que enfosca o enluce.

- Esto le obliga en ocasiones a realizar gestos de giro amplio con los brazos y cintura.
- Procure realizarlos suavemente. Si le provocan un sobreesfuerzo y usted está subido sobre la plataforma de un andamio, le puede hacer caer desde altura.

Equipos de protección individual

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Casco de seguridad
- Gorra de Seguridad (siempre y cuando no haya cargas suspendidas o maquinaria

trabajando de forma muy próxima a la zona de trabajo)

- Calzado de seguridad
- Ropa de alta visibilidad amarilla, con bandas reflectantes

12. **PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS**

Se realizará de acuerdo con la normativa vigente, los desvíos de calles y señales de advertencia de salida de vehículos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Habrá de considerarse la incidencia que para el tráfico peatonal se produzca en la ejecución de las zanjas.

Por otro lado, será obligatorio utilizar operarios como señalistas de obra en todos los movimientos que la maquinaria realice fuera del perímetro vallado de las obras, especialmente si dichos movimientos interfieren en la circulación de vehículos de personas ajenas a la obra.

Habrá de extremar la precaución en la utilización de los medios de maquinaria, definiendo y señalizando las zonas de circulación y trabajo de la misma, protegiendo aquellos elementos y estructuras susceptibles de ser dañados y disponiendo los medios de seguridad en excavaciones, terraplenes y demás trabajos a efectuar en la ejecución de las obras. Para ello se inspeccionará previamente a la ejecución de cada trabajo, las condiciones del terreno existente y dichos elementos, realizando la selección de maquinaria, apeos, refuerzos, entibaciones y protecciones adecuadas para cada caso.

Se asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento durante la ejecución de la obra. Los trabajos que impliquen el corte o desvío de tráfico se señalizarán de acuerdo con los criterios establecidos por la Normativa en Carretera 8.3 I.C. Señalización de obras, así como por las ordenanzas del Ayuntamiento.

Toda la señalización será ratificada por el Ingeniero Director de la Obra.

Señales correspondientes al código de circulación

Situadas en zona frontal y acceso que indiquen zona de obra, precaución, limitaciones de velocidad, STOP, salida de camiones y maquinaria, etc.

Carteles informativos de obra y de prohibición

- Cartel de prohibido el paso a personal ajeno a la obra.
- Cartel informativo del nombre de la empresa y razón social, así como la denominación de la obra.

Señales de seguridad en el interior de la obra

- Señales normalizadas de seguridad, en distintos puntos de la obra, según norma de señalización en los centros de trabajo (R.D. 485/1997, de 14 de abril).

13. COMPORTAMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS QUE TRABAJAN EN VÍAS CON CIRCULACIÓN

13.1. SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS Y VIAS OCUPADAS POR LAS OBRAS

Toda señalización, para que sea efectiva y cumpla con la finalidad de facilitar la circulación y prevenir los accidentes durante el tiempo que duren las obras, debe de:

- Atraer la atención de quien lo reciba.
- Dar a conocer el riesgo con suficiente antelación.
- Ser suficientemente clara.
- Tener una interpretación única.
- Informar sobre la actuación conveniente en cada caso concreto.
- Posibilidad real de cumplir con lo indicado.

La utilización indiscriminada de la señalización puede convertirse en factor negativo, neutralizando o eliminando su eficacia.

Condiciones generales

- La señalización no sólo alcanzará a la propia obra, sino a aquellos lugares en que resultase necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.
- No se podrán comenzarse obras en la vía pública sin que se hayan colocado las señales informativas de peligro y de delimitación previstas.
- La señalización se ajustará en todo momento a lo establecido al efecto en el vigente Código de la Circulación y a la Norma de Carreteras 8.3-IC sobre señalización provisional en las obras.

Como normas generales tendremos:

- En un mismo poste no podrán ponerse más de una señal reglamentaria. Como excepción las señales combinadas de «dirección prohibida» y «dirección obligatoria» podrán situarse en un mismo poste ya la misma altura.
- En combinación con una señal reglamentaria se podrán añadir indicaciones suplementarias para lo cual se utilizará una placa rectangular, que deberá ir colocada debajo de la señal.
- Toda señalización deberá encontrarse en perfecto estado de conservación y limpieza.
- La colocación de la señalización será la adecuada al trazado en planta y perfil longitudinal.
- El número de señales será el menor posible, siempre que se incluyan las especificadas como necesarias. En los casos de peligro se podrán repetir señales o añadir información suplementaria.
- La señalización se colocará en el arcén derecho, salvo que la intensidad del tráfico, la falta de visibilidad adecuada, aconsejarán repetirlas en ambos arcenes.
- Las señales habrán de ser claramente visibles por la noche, por lo que serán reflectantes.
- Será obligatorio modificar o anular la señalización, balizamiento y, en su caso, defensa, cuando se modifiquen las circunstancias en que se desarrolla la circulación.
- Cuando las señales no corresponden a la situación real, hace que los conductores no respeten el conjunto de la señalización al reducir su credibilidad.
- Se deberá prever la ocultación temporal de aquellas señales fijas y existentes en la vía que puedan eventualmente estar en contraposición con la señalización provisional que se coloca en ocasión de las obras y que podrán producir errores o dudas en los usuarios.
- Los elementos utilizados para la ocultación de aquellas señales se eliminarán al finalizar las obras.
- Las señales estarán en todo momento perfectamente visibles, eliminándose todas las circunstancias que impidan su correcta visión.
- Si por la estación del año la vegetación interfiriera por su crecimiento con la señalización se procederá a la poda de las ramas y hojas si fuera posible, y si no se

procederá a modificar el emplazamiento de la señalización

- Si la situación de las obras coincide en el trazado de una curva, deberá situarse la señalización con la debida antelación de forma que permita a los conductores reducir su velocidad e informarse sobre la situación en cada caso concreto.
- Las señales deberán tener las dimensiones mínimas que correspondan a cada tipo de vía.
- Siempre se procurará que la maquinaria y contenedores para el acopio de materiales, fuera de las horas de trabajo, no ocupen la calzada con circulación. Si fuera necesario se situará la señalización, balizamiento y defensa necesarios.
- Cuando sea necesario colocar la señal de adelantamiento prohibido (TR-305) se situará en el arcén derecho e izquierdo y no solamente en el derecho.
- Las señales de preaviso no deberán invadir aquellos carriles abiertos al tránsito y deberán quedar siempre completamente situados sobre los arcenes, sin rebasar el límite vial de los mismos. Toda señal que forme parte del tramo en obras deberá quedar situada dentro del área delimitada para tal fin.
- Al descargar material de un vehículo de obras destinado a la ejecución de las mismas o a la señalización, nunca se dejará ningún objeto depositado en la calzada abierta al tráfico, aunque sólo sea momentáneamente con la intención de retirarlo a continuación.
- Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que pudieran representar algún peligro para el tráfico.

Cuando se suspendan los trabajos, bien sea al terminar la jornada laboral o por cualquier otra causa, se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- Cuando las obras y el material acumulado junto a la misma no represente ningún peligro para el tráfico, podrá retirarse la señalización y volverse a colocar al reanudar los trabajos.
- En caso contrario, se mantendrá la señalización durante todo el tiempo que estén parados los trabajos y durante la noche se colocará además la señalización adicional que sea necesaria.

- Se restituirá la señalización, su emplazamiento y limpieza en caso de deterioro pero es necesario proceder en los casos que estas circunstancias sean ajenas a la misma de la siguiente forma:
- Cuando una misma situación de señalización provisional se prolongue en el tiempo, se levantará acta notarial.
- Se denunciará mediante escrito la desaparición, deterioro o modificación de dicha señalización

- Se reflejará en los partes diarios el nombre de los trabajadores encargados de la colocación y mantenimiento de la señalización. Estos partes irán firmados por el jefe del equipo, capataz o encargado de la obra.
- Todo accidente ocasionado en la obra por vehículos ajenos a la misma, que ocasionen daños materiales, daños en la señalización o al personal de la obra, dará lugar siempre que sea posible a la obtención del mayor número de datos de conductores y vehículos y circunstancias que rodean el accidente.

Características específicas que debe reunir la señalización provisional

- No se utilizarán señales que contengan mensajes escritos del tipo «PELIGRO OBRAS», «DESVÍO A 250 m.» o «TRAMO EN OBRAS, DISCULPE LAS MOLESTIAS». Se procederá a colocar la señal reglamentaria que indique cada situación concreta.
- Las señales con mensajes indicadas anteriormente serán sustituidas por las señales de peligro, TP-18 (Obras) y de indicación TS-60, TS-61 o TS-62 (Desvíos).
- En las ocupaciones totales o parciales del arcén y de un carril de la calzada se emplearán preferentemente las señales TR-401, TP-18, TP-17B, límite de velocidad TR-301, así como TP-14B, TR-305, paneles direccionales TB-1, así como los correspondientes conos y señalización nocturna si procede.
- Todas las superficies planas de las señales y elementos reflectantes, excepto la marca vial TB-12, deberán estar perpendiculares al eje de la vía, quedando prohibido situarlas paralelas u oblicuas a la trayectoria de los vehículos dado que se disminuirá su visibilidad.

- El borde inferior de todas las señales deberán estar a 1 m del suelo. La utilización de soportes con forma de trípode para las señales podrá ser válida siempre que mantengan la señal en posición perpendicular al eje de la vía y con el borde inferior situado a 1.
- La colocación de señales situadas a menos de un metro sobre el eje y en situaciones climatológicas adversas, como lluvia, dará lugar a que las señales se ensucien por la proyección del agua desprendida de las ruedas de los vehículos que circulan.
- Las vallas de cerramiento para peatones conocidas con el nombre de palenques formadas por elementos tubulares, no podrán ser utilizadas como dispositivos de defensa y balizamiento, sobre todo puestas de perfil. Si la valla sustenta señales reglamentarias que cumplen con las dimensiones y altura sobre el eje de la vía podrá utilizarse.
- Las señales estarán colocadas de forma que se garantice su estabilidad con especial atención a las zonas con vientos dominantes. No se utilizarán para la sustentación de las señales piedras u otros materiales que puedan presentar un riesgo añadido en caso de accidente.
- En ningún caso se invadirá un carril de circulación, aunque sea para trabajos de poca duración, sin antes colocar la señalización adecuada.
- Las zonas de trabajo deberán siempre quedar delimitadas en toda su longitud y anchura mediante conos de caucho situados a no más de cinco o diez metros de distancia uno de otro según los casos.
- Los extremos de dichas zonas deberán, a su vez, señalarse con paneles direccionales reglamentarios, situados como barreras en la parte de calzada ocupada por las obras.
- De noche o en condiciones de escasa visibilidad, los conos y los paneles direccionales se alternarán con elementos luminosos cada tres o cinco elementos de balizamiento.
- La señal de peligro «OBRAS», si es necesario situarla en horas nocturnas o en condiciones de visibilidad reducida, puede estar provista de una luz ámbar intermitente. Este elemento luminoso deberá colocarse además, de noche o con escasa visibilidad, en la primera señal dispuesta, aunque tal señal no sea la de

«OBRAS».

- Cuando sea necesario señalizar una misma situación de prohibición u obligación continuada en largos recorridos, deberá ser reiterada o anulada antes de que haya transcurrido minutos desde que el conductor que circule a la velocidad prevista la haya divisado.
- Las limitaciones a la libre circulación, especialmente en lo que se refiere a la velocidad, serán las que resulten creíbles y por tanto, puedan ser razonablemente exigidas.
- Cuando sea necesario limitar la velocidad, es conveniente completar la señalización con otros medios, como puede ser el estrechamiento de los carriles o realizar con el debido balizamiento, sinuosidades en el trazado.
- Solamente en casos excepcionales se utilizarán resaltos transversales para limitar la velocidad, colocando la señal indicativa de dicho peligro.
- La limitación progresiva de la velocidad se hará en escalones máximos de 30 km/h, desde la velocidad normal permitida hasta la máxima autorizada por las obras.
- Las desviaciones deberán proyectarse para que puedan ser recorridas a velocidades que no produzcan retenciones.
- Los paneles direccionales (TB-1, TB-2, TB-3 y TB-4) se colocarán perpendiculares a la visual del conductor y nunca sesgados respecto de su trayectoria.
- Si la situación hiciera necesario mantener dichos paneles direccionales en horas nocturnas o de reducida visibilidad (niebla, lluvia intensa o por estar en un túnel) se complementarán con luminosos intermitentes situados sobre la esquina superior del panel más próxima a la circulación.
- Será obligatorio el balizamiento con marcas viales provisionales, de color naranja o amarillo en caso de modificación de carriles. En zona lluviosa deberá reforzarse con capta faros.
- Si la restricción a la libre circulación permaneciera durante la noche, será obligatorio disponer un balizamiento con marcas viales provisionales y los capta faros así como con elementos luminosos, cuyo funcionamiento deberá ser vigilado.
- Con ordenaciones de la circulación en sentido único alternativo, deberá siempre

considerarse la longitud de las retenciones de vehículos, de forma que estos no se detengan antes de la señalización y balizamiento previstos.

Normas referente al personal en obra

- El encargado, capataz, jefe de equipo, etc. estará provisto de las normas de seguridad y gráficos correspondientes a las distintas situaciones que puedan presentarse.
- En todo momento un mando intermedio permanecerá con el grupo de trabajo y solamente se alejará cuándo por circunstancias de la obra fuera necesario.
- Todos los operarios que realicen trabajos próximos a vías con circulación deberán llevar en todo momento un chaleco de color claro, amarillo o naranja, provisto de tiras de tejido reflectante, de modo que puedan ser percibidos a distancia lo más claramente posible ante cualquier situación atmosférica.
- Cuando un vehículo o maquinaria de la obra se halle parado en la zona de trabajo, cualquier operación de entrada o salida de trabajadores, carga o descarga de materiales, apertura de portezuelas, maniobras de vehículos y maquinaria, volcado de cajas basculantes, etc., deberá realizarse exclusivamente en el interior de la demarcación de la zona de trabajo, evitando toda posible ocupación de parte de la calzada abierta al tráfico.
- El conductor que, emprendiendo la marcha a partir del reposo, deba salir de la zona de trabajo delimitada, está obligado a ceder la preferencia de paso a los vehículos que eventualmente lleguen a aquélla.
- No se realizará la maniobra de retroceso, si no es en el interior de las zonas de trabajo debidamente señalizadas y delimitadas. Esta maniobra se realizará con la ayuda de un trabajador que ha de estar provisto del chaleco con cintas reflectantes.
- Todas las maniobras citadas anteriormente que requieran señalización manual, deberán realizarse a una distancia de, por lo menos, cien metros de la zona en que se realiza la maniobra que puede complementarse con otros señalistas que provistos del chaleco con cintas reflectantes y bandera roja se situarán en todos los puntos donde puedan surgir interferencias entre los vehículos que circulan por la parte de

la calzada libre al tráfico y el equipo de construcción.

- Ningún vehículo, maquinaria, útiles o materiales se dejarán en la calzada durante la sus pensión de las obras.
- Si fuera necesario por exigencias del trabajo el corte total o parcial de la calzada, todos los medios de trabajo y los materiales deberán agruparse en el arcén lo más lejos posible de la barrera delantera.
- Cuando la situación lo requiera se dispondrá personal que con la debida formación pueda realizar las misiones encomendadas.
- El personal formado y preparado para estas misiones controlará la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuándo las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento o de los vehículos que circulan.
- Procederá a su limpieza en el caso de que por inclemencias del tiempo dificulte su interpretación.
- En la colocación de las señales que advierten la proximidad de un tramo en obras o zona donde deba desviarse el tráfico, se empezará con aquellas que tengan que ir situadas en el punto más alejado del emplazamiento de dicha zona y se irá avanzando progresivamente según el sentido de marcha del tráfico.
- Al colocar las señales de limitación de la zona de obras, tales como conos, paneles y otras, el operario deberá proceder de forma que permanezca siempre en el interior de la zona delimitada.

Al retirar la señalización, se procederá en el orden inverso al de su colocación, de la forma siguiente:

- Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras, cargándolas en el vehículo de obras que estará estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal.
- Una vez retiradas estas señales, se procederá a retirar las de desviación del tráfico (sentido obligatorio, paneles direccionales, señales indicativas de desvío, etc.) con lo que la calzada quedará libre.
- Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas

posteriormente por un vehículo. Deberán tomarse las mismas precauciones que en el caso anterior, permaneciendo siempre el operario en la parte de la calzada aislada al tráfico.

- Siempre que en la ejecución de una operación hubiera que ocupar parcialmente la calzada de marcha normal, se colocará previamente la señalización prevista en el caso de trabajos en este carril ocupándolo en su totalidad, evitando dejar libre al tráfico un carril de anchura superior a las que establezcan las marcas viales, cosa que podría inducir a algunos usuarios a eventuales maniobras de adelantamiento
- Normalmente, el trabajador con la bandera roja se colocará en el arcén adyacente al carril cuyo tráfico está controlado o en el carril cerrado al tráfico. A veces puede colocarse en el arcén opuesto a la sección cerrada. Bajo ninguna circunstancia, se colocará en el carril abierto al tráfico. Debe ser claramente visible al tráfico que está controlado desde una distancia de 150 m. Por esta razón, debe permanecer solo, no permitiendo nunca que un grupo de trabajadores se congregue a su alrededor.
- Siempre que se utilicen señales con banderas rojas, se seguirán las siguientes normas de señalización:
- Para detener el tráfico, el trabajador con la bandera hará frente al mismo y extenderá la bandera horizontalmente a través del carril en una posición fija, de modo que la superficie completa de la bandera sea visible. Para requerir una mayor atención puede levantar el brazo libre, con la palma de la mano vuelta hacia el tráfico portando siempre en la otra el disco de «STOP» o paso prohibido.
- Cuando se permita a los vehículos continuar en su marcha, el hombre se colocará paralelamente al movimiento de tráfico, con el brazo y la bandera mantenidas en posición baja, indicando el movimiento hacia adelante con su brazo libre, no debe usarse la bandera roja para hacer la señal de que continúe el tráfico, se utilizará el disco azul de paso permitido.
- Para disminuir la velocidad de los vehículos, hará primero la señal de parar y seguidamente la de continuar, antes de que el vehículo llegue a pararse.
- Cuando sea necesario llamar la atención a los conductores por medio de la bandera roja pero no se requiera una sustancial reducción de la velocidad, el trabajador con

la bandera se situará cara al tráfico y hará ondular la bandera con un movimiento oscilatorio del brazo frente al cuerpo, sin que dicho brazo rebase la posición horizontal. Por la noche se procederá a la colocación de elementos luminosos en cascada.

- El personal que esté encargado de realizar trabajos topográficos próximos a vías con circulación utilizará chalecos reflectantes y se dispondrá señalización que informe de su presencia en la calzada.

14. PLAN DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA DE LA OBRA

El contratista está obligado a establecer un Plan de Evacuación de la Obra. En este plan deben estar recogidas las formas de evacuación de cada puesto de trabajo incluido en esta obra.

Dicho Plan se redactará por escrito y se completará mediante los planos que sean necesarios para su correcta representación gráfica. Deberá colocarse en obra, en un lugar bien visible, un cartel con los teléfonos de emergencia más importantes.

Este plan deberá hacerse conocer al concesionario y explotador.

15. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento de lo establecido en el Art. 7º del R.D.1627/1997 cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Este Plan no podrá suponer bajo ningún concepto disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio de Seguridad y Salud.

En Valencia, junio de 2026

Firmado FELIX GARCIA FITO y num colegiado 8424 por el COGITISE el día 08-06-2026	Firmado digitalmente por ANGEL|ZAHONERO|RUIZ Fecha: 2026.06.08 12:34:42 +02'00'
Félix García Fito Ingeniero Técnico Industrial ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L. COGITI 8424	**Ángel Zahonero Ruiz** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ENERGY MANAGEMENT & INNOVATION, S.L. CICCPCV 31899