

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH Y LÍNEA SUBTERRANEA DE 15KV PARA LA CONEXIÓN CON LA SUBESTACIÓN ELECTRICA PRADO SANTO DOMINGO

DOCUMENTO: MEMORIA DESCRIPTIVA BESS Y LSMT

REVISIÓN: 0C

FECHA: 08/06/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	20/02/26	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE
0C	08/06/26	Atención a comentarios	JCV	FJSE

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 5
2.1. Promotor 6
2.2. Proyectista 6
3. OBJETO DEL PROYECTO 6
4. EMPLAZAMIENTO 7
4.1. Clasificación urbanística 8
4.2. Acceso 9
5. NORMATIVA APLICABLE 10
6. ORGANISMOS AFECTADOS 12
7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN 13
7.1. Características principales del BESS 14
7.2. Arquitectura general 15
7.3. Modos de operación 16
8. AFECCIONES 17
8.1. Cruzamientos 17
8.2. Paralelismos 17
8.3. Otras afecciones 17
9. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN 19
9.1. Punto de acceso y conexión 19
9.2. Sistema de baterías 20
9.2.1. Arquitectura de los Racks y Módulos 21
9.2.2. Sistema de Gestión de Baterías (BMS) 22
9.2.3. Gestión Térmica 22
9.3. Sistema de conversión (PCS) 23
9.4. Sistema de gestión de energía (EMS) 25
9.5. Sistema de ultracondensadores 25
9.6. Instalaciones auxiliares 28
9.7. Sistema contra incendios 29
9.7.1. Sistema de detección 29
9.7.2. Sistema de actuación y control 30
9.7.3. Sistema de extinción 30

9.7.4. Gestión de sobrepresiones y seguridad estructural 30
9.7.5. Integración con el sistema BESS 30
10. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 31
10.1. Protección y seguridad 32
10.2. Potencia transformador SSAA 32
11. CABLES DE BAJA TENSIÓN 33
12. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN 33
12.1. Configuración del conjunto de celdas 34
12.2. Interconexión de las celdas 34
12.3. Instalación y seguridad 35
13. CABLES DE MEDIA TENSIÓN 35
13.1. Elementos cable MT 36
13.2. Aislamiento 36
13.3. Terminales 37
13.4. CÁLCULOS LÍNEA EVACUACIÓN MT 38
13.4.1. Intensidades admisibles 38
13.4.2. Criterio de caída de tensión 40
13.4.3. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores 40
14. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 41
15. PROTECCIONES 42
16. SISTEMA CCTV 43
17. OBRA CIVIL 44
17.1. Movimiento de tierras 44
17.2. Drenajes 44
17.3. Cimentaciones 45
17.4. Zanjas 45
18. GESTIÓN DE INCIDENTES E INCENDIOS EN EL BESS 46
18.1. Detección de anomalía térmica en un módulo de batería 46
18.2. Incendio externo de otros equipos 47
18.3. Daño severo en un módulo de batería 47
18.4. Fallo extremo del sistema de refrigeración 47
18.5. Escenario extremo: embalamiento térmico 48
18.6. Protección pasiva frente a propagación exterior 48
18.7. Conclusión técnica 49

19. VIDA ÚTIL 50
20. CRONOGRAMA 51
21. PRESUPUESTO 52
22. CONCLUSIÓN 52

ANEXOS 53
ANEXO 1. Pliego de condiciones generales 54
ANEXO 2. Gestión de Residuos 55
ANEXO 3. Estudio de Seguridad y Salud 56
ANEXO 4. Memoria contraincendios 57
ANEXO 5. Estudio de Electromagnetismo 58
ANEXO 6. Planos 59
ANEXO 7. Hoja de características 60
ANEXO 8. Declaración responsable 61

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye la Memoria Descriptiva del proyecto de instalación de un sistema de almacenamiento híbrido de energía, con una potencia nominal de 5 MW y una capacidad energética de 10 MWh, denominado "BESS Móstoles 1_ST", ubicado en el término municipal de Alcorcón. Esta solución innovadora destaca por la integración combinada de armarios de baterías de litio-ferrofosfato (LFP) y racks de ultracondensadores (UCRACKS o UCAPs), lo que permite aprovechar las ventajas de ambas tecnologías para optimizar la respuesta del sistema.

El proyecto se desarrolla como consecuencia de la actualización y adecuación de una propuesta previamente tramitada, motivada por un cambio de emplazamiento y por la necesidad de adaptación a los requerimientos técnicos y ambientales formulados por la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. y por el órgano ambiental competente. En este nuevo planteamiento, la instalación de almacenamiento se concibe como una implantación exterior en parcela, mediante soluciones modulares prefabricadas, lo que introduce condicionantes específicos en materia de integración en suelo, distancias de seguridad, protección contra incendios en instalación a la intemperie, gestión térmica y control acústico.

La Memoria Descriptiva tiene por objeto definir técnica y funcionalmente la instalación proyectada, describiendo de forma clara y coherente la arquitectura del sistema de almacenamiento, su implantación en la parcela y en la nave, los equipos principales que lo componen, las infraestructuras eléctricas asociadas, así como los criterios de seguridad, operación y mantenimiento adoptados. Todo ello se realiza con un nivel de detalle adecuado para su tramitación administrativa, garantizando la trazabilidad con el resto de documentos del expediente.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El proyecto "BESS Móstoles 1_ST" tiene su origen en la iniciativa de implantar una instalación de almacenamiento de energía hibrido mediante baterías y UCRACKS, destinada a prestar servicios al sistema eléctrico, mejorando la flexibilidad, la estabilidad de la red y la integración de generación renovable. La propuesta inicial fue objeto de una primera definición técnica y de un proceso de tramitación administrativa que incluyó la elaboración de documentación ambiental.

Durante dicha tramitación, y como resultado tanto de la evaluación realizada por el órgano ambiental competente como de los requerimientos técnicos formulados por la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., se consideró conveniente redefinir y ajustar técnicamente el planteamiento original del proyecto, al objeto de garantizar su plena compatibilidad con el entorno, con la normativa aplicable y con los criterios actualmente exigidos para este tipo de instalaciones.

Como consecuencia, se ha procedido a definir una nueva ubicación para la instalación, sobre la que se articula el presente proyecto, abandonando el emplazamiento previamente considerado. Este cambio ha permitido optimizar la implantación del sistema BESS, mejorar su integración y facilitar el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos por los distintos organismos implicados.

2.1. Promotor

El promotor de la instalación es la entidad responsable del desarrollo, financiación y futura explotación de la instalación de almacenamiento de energía mediante baterías objeto del presente proyecto:

- [redacted]

La entidad promotora asume la titularidad de la instalación una vez ejecutada, así como el cumplimiento de las obligaciones técnicas, administrativas, ambientales y de seguridad derivadas de la normativa vigente durante las fases de construcción, puesta en servicio, explotación y, en su caso, desmantelamiento de la instalación.

2.2. Proyectista

El proyectista y redactor de la documentación técnica es la empresa FIVE WORKS, S.L., responsable de la definición técnica, redacción del proyecto y coordinación del conjunto de la documentación que integra el expediente administrativo de la instalación.

- [redacted]

La empresa proyectista ha elaborado la presente Memoria Descriptiva y el resto de documentos técnicos asociados de conformidad con la normativa vigente, aplicando criterios de buena práctica profesional y asegurando la coherencia técnica entre las distintas partes del proyecto.

3. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la definición técnica y administrativa de una instalación de almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías (Battery Energy Storage System, BESS), con una potencia nominal de 5 MW y una capacidad energética de 10 MWh, denominada “BESS Móstoles 1_ST”, ubicada en el término municipal de Alcorcón.

El proyecto tiene como finalidad la obtención de las autorizaciones administrativas necesarias para la ejecución, puesta en servicio y explotación de la instalación, de conformidad con la normativa vigente en materia de energía eléctrica, seguridad industrial y protección ambiental. A tal efecto, el documento describe de forma suficiente y coherente la solución técnica adoptada, los equipos principales que integran la instalación, su implantación en la parcela y en la nave, así como las infraestructuras eléctricas asociadas necesarias para su correcto funcionamiento.

La instalación proyectada está concebida para prestar servicios al sistema eléctrico, permitiendo la gestión de energía mediante procesos de carga y descarga controlados, contribuyendo a la mejora de la flexibilidad y estabilidad de la red de distribución a la que se conecta, de acuerdo con las condiciones técnicas establecidas por la empresa distribuidora.

El alcance del proyecto incluye, entre otros, los siguientes aspectos:

- La definición del sistema de almacenamiento en baterías, incluyendo la tecnología empleada y la configuración del sistema.
- La descripción de los equipos de conversión y transformación eléctrica, así como de las redes de baja y media tensión necesarias para la evacuación de la energía.
- La definición de las medidas generales de seguridad, operación y mantenimiento, y su coordinación con la Memoria de Protección Contra Incendios y el Estudio Acústico que forman parte del expediente.
- La identificación de las obras civiles y adecuaciones necesarias para la correcta implantación de la instalación.

Quedan fuera del alcance del presente proyecto aquellos elementos que, aun estando relacionados con la instalación, se desarrollan en documentos técnicos específicos o en fases posteriores de detalle, sin perjuicio de su compatibilidad funcional con la solución aquí definida.

4. EMPLAZAMIENTO

La instalación objeto del presente proyecto se localiza en el término municipal de Alcorcón, sobre una parcela clasificada como suelo urbano sin edificar, situada en el ámbito del PP Ensanche Sur y colindante con la Subestación Eléctrica Prado Santo Domingo. La parcela ha sido seleccionada por su idoneidad técnica para la implantación de infraestructuras energéticas, dada su proximidad inmediata al punto de interconexión y la disponibilidad de superficie para el desarrollo de la instalación proyectada.

El proyecto se desarrolla con las siguientes características:

PARÁMETRO	DATO PROYECTO
Coordenadas UTM ETRS89	X: 428.708 Y: 4.464.274
Área de la parcela	15.743 m^2
Área ocupada	721,59 m^2
Referencia catastral	8844702VK2684S0001JJ
Nº Parcela	322
Altitud	680 msnm
Potencia generación	5 MW
Potencia consumo	5 MW
Capacidad instalada	10 MWh
Capacidad AC (punto de interconexión)	5 MW
Tensión en el punto de interconexión	15 kV

Tabla 1. Parámetros generales

La totalidad de las infraestructuras proyectadas se implantan dentro de los límites de la parcela objeto del proyecto. Dada su colindancia directa con la Subestación Eléctrica Prado Santo Domingo, el trazado de la conexión en media tensión se realizará desde el interior de la parcela hasta el punto de interconexión situado en la subestación, sin afección a terrenos de terceros ni necesidad de ocupaciones externas adicionales distintas de la propia infraestructura de conexión autorizada.

4.1. Clasificación urbanística

La parcela objeto del proyecto está clasificada como suelo urbano sin edificar, integrada en el ámbito del PP Ensanche Sur del término municipal de Alcorcón. De acuerdo con la información urbanística disponible, el ámbito se encuentra actualmente incluido dentro de la red de Espacios Libres (zonas verdes) del planeamiento municipal; no obstante, se encuentra en tramitación una concesión administrativa ante el Ayuntamiento de Alcorcón que habilita la implantación de la infraestructura energética proyectada en dicho emplazamiento. El entorno inmediato presenta un carácter predominantemente infraestructural y de servicios, destacando la colindancia directa con la SE Prado Santo. Esta configuración resulta compatible con la naturaleza de la instalación BESS proyectada.

Las edificaciones residenciales más próximas se sitúan a una distancia aproximada de 155 metros, medida en su punto más desfavorable desde el vértice del cerramiento perimetral proyectado hasta las fachadas más cercanas. Dicha separación permite garantizar, mediante las medidas técnicas previstas, el cumplimiento de la normativa aplicable en materia de seguridad y emisiones acústicas.

No se identifican en el entorno próximo espacios naturales protegidos, bienes catalogados u otros elementos singulares que supongan incompatibilidad directa con el uso previsto.



Ilustración 1. Localización parcela

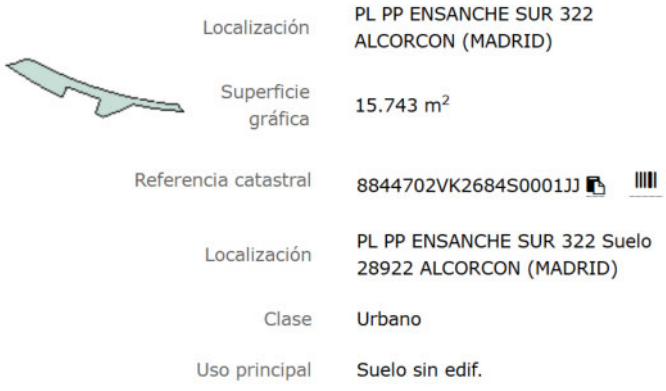


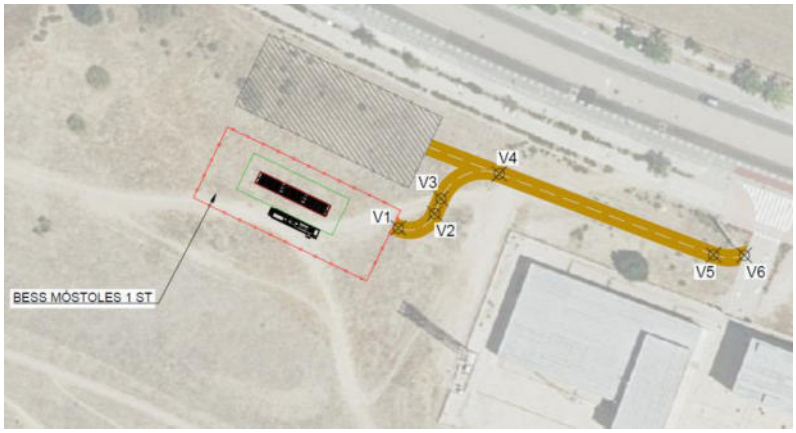
Ilustración 2. Datos descriptivos del inmueble

4.2. Acceso

El acceso a la parcela se realizará desde la vía pública Ronda Naciones Unidas (28922, Alcorcón, Madrid), mediante la ejecución de un vial de nueva construcción con una longitud aproximada de 120 metros hasta la zona de implantación de la instalación.

El trazado previsto del camino de acceso se recoge en la figura correspondiente, donde se representan su recorrido y las coordenadas más representativas del mismo. Dicho vial será dimensionado para permitir el tránsito de vehículos pesados durante la fase de obra, así como el acceso posterior de vehículos de operación, mantenimiento y servicios de emergencia.

El firme y la sección del vial se proyectarán en función de las cargas previstas y de las características geotécnicas del terreno, garantizando condiciones adecuadas de estabilidad, drenaje y seguridad en su utilización. A continuación, se adjunta la tabla de coordenadas del vial con el sistema de referencia ETRS89, proyección UTM, huso 30N:



COORDENADAS CAMINO		
Nombre	Coord. X	Coord. Y
V1	428730,1720	4464269,2415
V2	428738,1242	4464272,3897
V3	428739,4953	4464275,6283
V4	428752,2347	4464281,0857
V5	428799,1256	4464263,3906
V6	428805,8667	4464263,2760

Ilustración 3. Trayectoria camino de acceso



Ilustración 4. Acceso a la BESS

5. NORMATIVA APLICABLE

La redacción del presente proyecto, así como el diseño, ejecución, puesta en servicio y explotación de la instalación de almacenamiento de energía mediante baterías proyectada, se han realizado de conformidad con la normativa vigente que resulta de aplicación, tanto a nivel estatal como autonómico y local, atendiendo a la naturaleza de la instalación y a su emplazamiento en el término municipal de Alcorcón.
A continuación, se recoge la principal normativa de referencia, sin perjuicio de la aplicación de cuantas disposiciones legales, reglamentarias o técnicas resulten exigibles durante las distintas fases del proyecto.

Normativa en materia de energía eléctrica y seguridad industrial

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector 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 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por Real Decreto 842/2002, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 337/2014, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y guías técnicas de aplicación que resulten de obligado cumplimiento o de uso habitual en instalaciones de almacenamiento energético.

Normativa específica de almacenamiento de energía y sistemas asociados

- Disposiciones y criterios técnicos emitidos por la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., en relación con conexión, protección, medida y telecontrol.

- Recomendaciones y buenas prácticas técnicas aplicables a sistemas de almacenamiento con baterías, en particular en lo relativo a: Sistemas de gestión de baterías (BMS), sistemas de control y supervisión (EMS/SCADA), condiciones de operación y seguridad.

Normativa en materia de protección contra incendios y seguridad en edificación

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006, y sus documentos básicos, en especial: DB-SI Seguridad en caso de incendio y DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI), aprobado por Real Decreto 2267/2004, en lo que resulte de aplicación a la instalación proyectada.
- Normativa autonómica y municipal en materia de prevención y protección contra incendios.
- Normas UNE y guías técnicas de referencia en materia de detección, extinción y control de incendios en instalaciones industriales.

Normativa ambiental

- Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2023, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- 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.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas de máquinas de uso al aire libre.
- 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 la zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de febrero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Acuerdo de 27 de noviembre de 2018, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la estrategia de gestión sostenible de los residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024.

Normativa urbanística y municipal

- Planeamiento urbanístico vigente del Municipio de Alcorcón.
- Normativa municipal en materia de licencias urbanísticas, obras, actividades y uso del suelo.
- Ordenanzas municipales que resulten de aplicación durante la fase de ejecución y explotación de la instalación.

Normativa en materia de prevención de riesgos laborales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Resto de normativa específica en materia de seguridad y salud laboral que resulte de aplicación.

6. ORGANISMOS AFECTADOS

De acuerdo con el planeamiento urbanístico vigente de la Comunidad de Madrid, y en particular en lo relativo al término municipal de Alcorcón. La ejecución y puesta en servicio de la instalación se encuentra sujeta a la intervención y supervisión de distintos organismos y administraciones públicas, en función de las afecciones derivadas de la interconexión eléctrica. A continuación, se identifican los principales organismos afectados:

- **i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.**, en su condición de empresa distribuidora titular de la red de 15 kV y de la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO, al establecerse el punto de acceso y conexión en una posición existente del embarrado de 15 kV (identificador único 8865814), conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión. La actuación afecta exclusivamente a dicha posición de subestación y a la ejecución de la línea subterránea particular de 15 kV hasta el punto frontera, no habiéndose identificado otras afecciones sobre instalaciones de distribución existentes, tales como líneas subterráneas adicionales o redes aéreas.

- **Excmo. Ayuntamiento de Alcorcón**, en el ejercicio de sus competencias en materia urbanística y municipal, en relación con la compatibilidad de uso, otorgamiento de licencias, autorizaciones de obra y ocupación de la vía pública derivadas de la ejecución de la obra.

No se prevén afecciones a otras infraestructuras, sin perjuicio de que, en fase de obra, se verifique la inexistencia de conducciones no inventariadas y se actúe conforme a la normativa aplicable en caso de detectarse servicios adicionales.

7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación objeto del presente proyecto consiste en un sistema de almacenamiento de energía híbrido, con una potencia nominal de 5 MW y una capacidad energética de 10 MWh, implantado en una parcela clasificada como suelo urbano sin edificar en el municipio de Alcorcón, mediante una solución íntegramente exterior compuesta por sistemas modulares prefabricados de almacenamiento, conversión y media tensión, sin integración en edificaciones existentes.

El sistema de almacenamiento se basa en baterías de ion-litio con química litio-ferrofosfato (LFP) suministradas por CEGASA Energía, S.L.U., seleccionadas por su elevada estabilidad térmica, seguridad operativa y adecuación a instalaciones estacionarias en entornos industriales.

De forma complementaria, la instalación incorpora un sistema de ultracondensadores (UCRACKS o UCAPs), destinado a proporcionar una respuesta de muy alta velocidad ante transitorios eléctricos y variaciones rápidas de potencia. Este sistema actúa como elemento de soporte dinámico del conjunto, reduciendo los picos de potencia y corriente que recaerían directamente sobre las baterías y contribuyendo a optimizar su operación y a prolongar su vida útil. La operación de los UCRACKS se encuentra coordinada con el resto del sistema de almacenamiento y conversión, formando parte de la arquitectura híbrida del BESS.

La instalación se configura mediante una disposición exterior integrada de los distintos equipos, ubicándose los sistemas de almacenamiento así como los equipos de conversión de potencia (PCS), control, protección y servicios auxiliares, directamente sobre la parcela mediante soluciones modulares prefabricadas; esta configuración permite optimizar la ocupación del espacio disponible, garantizar accesos adecuados para mantenimiento y para la intervención de los servicios de emergencia, en particular los de extinción de incendios, y asegurar las distancias de seguridad respecto a linderos y parcelas colindantes, realizándose la elevación a media tensión (15 kV) mediante un transformador de potencia de 5,6 MVA (0,69/15 kV) integrado en la Power Station, junto con los correspondientes equipos de conexión, seccionamiento y protección en media tensión.

La gestión y control de la planta se realiza mediante un sistema de gestión de energía (EMS) de fabricación europea, compatible con las baterías CEGASA, el sistema de ultracondensadores y el resto de subsistemas del BESS. Dicho sistema se encarga de coordinar la operación de carga y descarga, el intercambio de potencia con la red y la supervisión global de la instalación, cumpliendo los requisitos de integración en red, ciberseguridad y seguridad funcional exigidos por la normativa vigente.

Los distintos bloques funcionales de la instalación se interconectan mediante una línea subterránea de media tensión (15 kV) hasta el punto de conexión autorizado, situado en una posición existente del embarrado de 15 kV de la Subestación ST PRADO SANTO DOMIN, con identificador único 8865814, conforme a lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión. Desde dicha posición se realiza la conexión directa a la red de distribución, en los términos y condiciones definidos por i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., quedando el límite de propiedad en las bornas de salida de la posición de conexión.



Ilustración 5. Contenedor de baterías

7.1. Características principales del BESS

La información general de la planta se resume a continuación:

POTENCIAS	
Parámetro	**Valor**
Potencia instalada	5 MW
Potencia nominal por contenedor	5 MW
Unidades de contenedor de almacenamiento	1
Capacidad de acceso (generación)	5 MW
Capacidad de acceso (consumo)	5 MW
PCS	ISS 3Power HV C-Series
Tensión del PCS	690 V
Potencia inversores CA (salida 40 ºC)	5 MVA
CAPACIDAD DE ENERGÍA	
Parámetro	**Valor**
Capacidad de almacenamiento instalada	10 MWh
Horas de almacenamiento a potencia nominal (BOL)	2 h
Marca	CEGASA
Capacidad nominal DC por contenedor	10 MWh
Rango de tensiones DC	1165 V - 1498 V
CARACTERÍSTICAS UCRACKS	
Parámetro	**Valor**
Potencia Nominal	1250 kW
Capacidad Energética	4,09 MWs
Rango de Tensión	854 V – 1392 V
Funciones Principales	Estabilización de red, respuesta rápida ante perturbaciones y suavizado de rampas de potencia (power smoothing)
CONEXION DE MEDIA TENSIÓN	
Parámetro	**Valor**
Niveles de tensión BT / MT	0,69 / 15 kV
Marca y modelo del transformador	ORMAZABAL
Potencia del transformador	5.600 kVA
Tipo de transformador	Trifásico, sumergido en aceite y herméticamente sellado
Grupo de conexión	Dy11y11
Unidades de transformador	1
Longitud línea CT a SE	48 m

Tabla 2. Características generales

7.2. Arquitectura general

El sistema BESS se estructura de manera modular, permitiendo una amplia flexibilidad y una adecuada gestión de la potencia y la energía almacenada. De forma general, la arquitectura del sistema comprende los siguientes bloques funcionales:

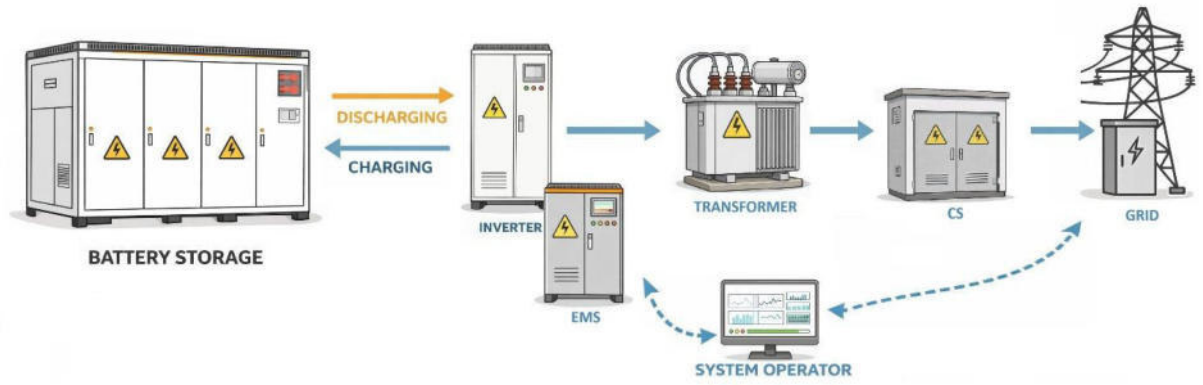


Ilustración 6. Esquema simplificado BESS

Al tratarse de un sistema de almacenamiento híbrido de energía, la arquitectura centralizada se modifica ligeramente, permitiendo una alta flexibilidad operativa y una gestión optimizada de los activos. De forma general, la arquitectura comprende los siguientes bloques funcionales:

• **Sistema de almacenamiento híbrido:** Encargado de almacenar y suministrar energía mediante la combinación de armarios de baterías de litio-ferrofosfato (LFP) para alta densidad energética y racks de ultracondensadores (UCAPs) para respuestas de potencia ultrarrápidas.

• **Sistema de conversión de potencia (PCS):** Utiliza equipos bidireccionales centralizados con capacidad de formación de red (grid-forming), encargados de realizar la transformación entre corriente continua (CC) y alterna (CA) adecuando los niveles de tensión (690 V) para su elevación.

• **Sistema de control y supervisión (EMS/PPC):** Basado en la plataforma InMS (Intelligent Node Management System) y la suite Grid Core, actúa como el cerebro de la instalación gestionando algoritmos avanzados de despacho, monitorización de estados en tiempo real y comunicaciones ciberseguras.

• **Infraestructuras eléctricas asociadas:** Incluyen el transformador de potencia de 5.600 kVA, celdas de media tensión (15 kV), cuadros de distribución de BT/CC y los sistemas de medida y protección integrados en el skid de potencia.

• **Instalaciones auxiliares:** Comprenden sistemas de climatización (HVAC), enfriadores de líquido (chillers) para la refrigeración de los racks, iluminación de emergencia y sistemas avanzados de detección y extinción de incendios.

El sistema opera de forma bidireccional y multiservicio, permitiendo la absorción o entrega de energía para funciones críticas como el arbitraje energético, Power Smoothing y regulación de frecuencia entre otros. Durante los periodos de carga, el sistema almacena excedentes de red o generación renovable; por el contrario, en periodos de descarga, inyecta potencia para cubrir déficits, mejorar la calidad del suministro o suavizar rampas de potencia en el punto de interconexión (POI).

La decisión de operación se encuentra gobernada por la plataforma InMS, que actúa de forma automática considerando parámetros como el estado de carga (SOC) y de salud (SOH) de las baterías y ultracondensadores, las condiciones de la red de distribución y los límites técnicos de seguridad.

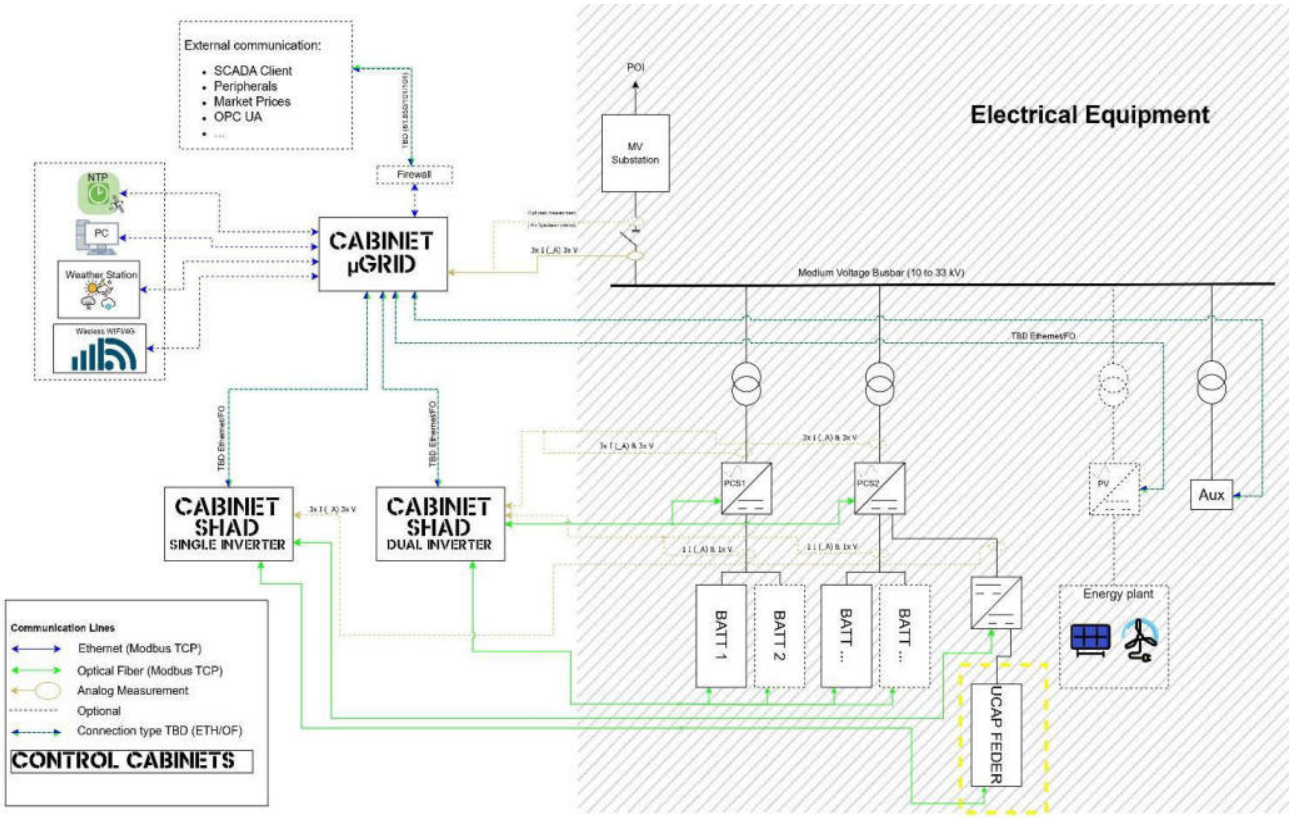


Ilustración 7. Arquitectura general para un sistema híbrido de almacenamiento de energía

7.3. Modos de operación

El sistema BESS puede operar en distintos modos, definidos por la lógica de control y los objetivos energéticos del proyecto. A continuación, se describen los principales modos de funcionamiento:

- **Carga y descarga programada**
  El sistema toma energía de la red o de una fuente renovable (como una planta fotovoltaica), normalmente durante horas de baja demanda o menor coste. Esta energía se almacena en las baterías para su uso posterior. El proceso se realiza de forma automática, siguiendo consignas horarias o señales externas (por ejemplo, precio del mercado eléctrico o producción solar disponible).
  En este modo, el sistema entrega energía almacenada para abastecer cargas locales, reducir la demanda de red o responder a condiciones específicas (como cortes de suministro o picos de consumo). La descarga se ejecuta según los parámetros establecidos por el sistema de gestión, garantizando la seguridad, la estabilidad de la red y el estado de las baterías.

- **Regulación de potencia (peak shaving y valley filling)**
  El sistema se utiliza para suavizar los picos de demanda (descargando energía cuando el consumo es alto) y para almacenar energía en los valles de carga (cuando el consumo es bajo). Esto permite optimizar el perfil de consumo y reducir los costes asociados a la potencia contratada.

- **Modo de respaldo (backup)**
  Ante una interrupción en el suministro eléctrico, el BESS puede actuar como fuente de energía de emergencia. En este modo, el sistema proporciona energía de forma autónoma a cargas críticas, permitiendo la continuidad del servicio hasta que se restablezca la red o se active un generador auxiliar.

8. AFECCIONES

La implantación del sistema BESS Móstoles 1_ST se proyecta íntegramente dentro de los límites de la parcela con referencia catastral 8844702VK2684S0001JJ, clasificada como suelo urbano sin edificar en el término municipal de Alcorcón, presentando afecciones limitadas y circunscribiéndose las actuaciones fuera del ámbito estrictamente interior de la parcela exclusivamente a la conexión eléctrica en media tensión con la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO (15 kV), mediante línea subterránea particular hasta la posición existente en el embarrado de 15 kV autorizada en el Pliego de Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión, no habiéndose identificado afecciones adicionales sobre otras infraestructuras eléctricas existentes distintas de las expresamente recogidas en dicho expediente:

8.1. Cruzamientos

La ejecución de la línea subterránea particular de media tensión (15 kV) que conecta la instalación con la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO no requiere, en principio, el cruce de viales públicos, al tratarse de una parcela colindante con la subestación y ejecutarse el trazado de forma directa hasta la posición existente en el embarrado de 15 kV autorizada en el Pliego de Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión.

No obstante, durante la fase de ingeniería de detalle y replanteo definitivo, se verificará la posible existencia de servicios enterrados en el ámbito del trazado previsto (redes de saneamiento, abastecimiento, telecomunicaciones u otras infraestructuras), resolviéndose cualquier cruce puntual mediante el mantenimiento de las separaciones reglamentarias y la adopción de las protecciones mecánicas necesarias conforme a la normativa aplicable y a los criterios del organismo titular del servicio afectado.

En relación con el nuevo vial de acceso desde Ronda Naciones Unidas, en caso de requerirse actuaciones sobre dominio público municipal, éstas tendrán carácter puntual y temporal, procediéndose a la reposición íntegra del firme y elementos afectados una vez finalizadas las obras.

ORGANISMO	AFECCIÓN A	MEDIDA CORRECTIVA	COMENTARIO
i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	LSMT	Ejecución conforme a normativa y especificaciones técnicas de i-DE. Coordinación previa y supervisión durante la ejecución.	Conexión en posición existente del embarrado de 15 kV de la ST PRADO SANTO DOMINGO
Excmo. Ayuntamiento de Alcorcón	Vial de acceso	Reposición íntegra del firme y señalización temporal durante las obras.	Ejecución del nuevo acceso rodado y posibles afecciones puntuales durante la fase de obra

Tabla 3. Resumen afecciones tipo cruzamiento

8.2. Paralelismos

No existen paralelismos en la configuración de este proyecto.

8.3. Otras afecciones

Además de las actuaciones descritas, no se prevén otras afecciones relevantes derivadas de la ejecución de la instalación proyectada, al desarrollarse la mayor parte de las infraestructuras dentro del perímetro de la parcela y realizarse la conexión eléctrica de forma directa con la subestación colindante.

No obstante, en el caso de que durante la ejecución de las obras se detecte la existencia de otros servicios o infraestructuras no identificados previamente, tales como conducciones de agua, saneamiento, gas, telecomunicaciones, otros cables eléctricos o infraestructuras singulares, su afección se resolverá conforme a la normativa técnica aplicable y a los criterios del organismo o entidad titular del servicio afectado.

En particular, se respetarán en todo momento las distancias mínimas reglamentarias, tanto en cruces como en paralelismos, y, cuando dichas distancias no puedan mantenerse por causas justificadas, se adoptarán las medidas de protección mecánica suplementarias necesarias, tales como canalización entubada, separadores o elementos de protección adecuados, garantizando la seguridad de las instalaciones y la integridad de los servicios existentes.

Cualquier actuación que afecte a infraestructuras de terceros se realizará previa coordinación y autorización del organismo competente, aplicando las soluciones constructivas que se determinen en cada caso.

9. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN

9.1. Punto de acceso y conexión

El punto de acceso y conexión de la instalación se establece en una posición existente del embarrado de 15 kV de la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO (15 kV), titularidad de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., con identificador único 8865814, conforme a lo indicado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión (EXP-28-9043233152).

Como consecuencia del nuevo emplazamiento del sistema BESS en parcela colindante a la Subestación ST Prado Santo Domingo, el trazado necesario para la interconexión se limita al enlace directo entre la parcela y el punto de conexión en 15 kV, mediante canalización subterránea de media tensión, sin necesidad de cruces de viales públicos ni recorridos exteriores adicionales.

La línea de conexión se proyecta conforme a los criterios técnicos de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. para redes de distribución en media tensión, de acuerdo con las condiciones establecidas en el correspondiente permiso de acceso y conexión, que se incorpora como anexo al presente proyecto.

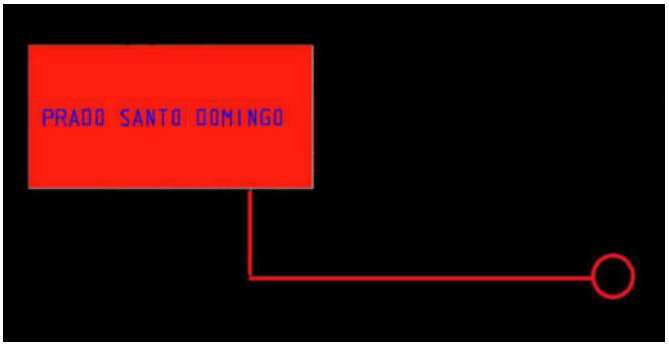


Ilustración 9. Diagrama conexionado

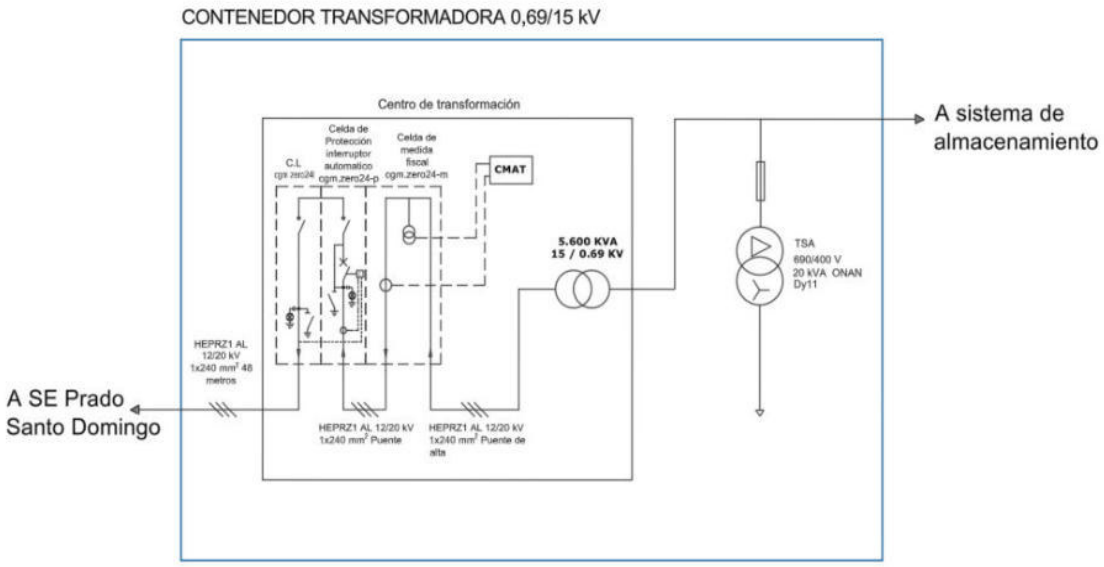


Ilustración 8. Diagrama unifilar Power Station

A continuación, se adjunta el pliego de condiciones técnicas de acceso y conexión emitido por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U:

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ACCESO Y CONEXIÓN

Solicitante:	[redacted]
Instalación:	MOSTOLES 1_ST
Localización:	Móstoles (Madrid)
CUPS:	[redacted]
Capacidad de acceso Solicitada:	5.000 kW
Capacidad de acceso Propuesta:	5.000 kW
Potencias:	5.000 kW consumo batería / 5.000 kW generación batería
Fecha informe:	26/02/2024
Referencia:	EXP-28-9043233152

1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD Y ANTECEDENTES

Se ha recibido solicitud de permisos de acceso y conexión para 5.000 kW de una planta de generación Batería de 5.000 kW instalados, en el término municipal de Móstoles (Madrid), con punto de conexión solicitado por el cliente en nudo con código de identificador único 0528066883, a la tensión de 15 kV.

La instalación dispone de almacenamiento por Batería. Los parámetros técnicos de la instalación de almacenamiento son los siguientes:

- Potencia nominal de Generación: 5.000 kW
- Potencia nominal de Consumo: 5.000 kW
- Total energía máxima almacenable: 10.000 kWh

Las coordenadas del centro geométrico de la poligonal que circunscribe la planta generadora, a efectos de lo dispuesto en disposición adicional decimocuarta y en el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre son las siguientes: [X=428421,24 m; Y=4463246,08 m] en el sistema ETRS 89 (HUSO 30).

2. SOLUCIÓN Y PUNTO DE CONEXIÓN

La conexión de la instalación a la red de I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. en adelante (i-DE) se realizará en:

- Una posición existente en el embarrado de 15 kV de la subestación ST PRADO SANTO DOMIN (15 kV) con código de identificador único 8865814 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [X=428769,87 m; Y=4464211,46 m]

El punto de conexión tiene afección sobre el **nudo de transporte PRADO SANTO DOMIN (220 kV)**.

3. DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR

Para la conexión de la planta es necesario realizar en la red de distribución una serie de trabajos, según se describe a continuación:

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

3.1 Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio

Se refiere a los trabajos de ampliación, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones. Estos trabajos serán a cargo del Solicitante, y tendrán que ser realizados por i-DE por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, quedando propiedad de i-DE.

- En la subestación ST PRADO SANTO DOMIN (15 kV) existe una posición de reserva no comprometida en el embarrado de 15 kV por lo que esta posición está disponible. Por ello no es necesario construir posición de línea para la conexión del presente expediente, estando el límite de propiedad en las bornas de salida de la posición de conexión, que quedan en propiedad de i-DE.
- Canalización dentro de la subestación para la nueva línea de cliente.
- Modificaciones y ajustes necesarios en los elementos de la ST PRADO SANTO DOMIN (15 kV) para adecuar los sistemas (protecciones, telecontrol, medida, etc.…) al nuevo esquema de explotación.

Si las nuevas actuaciones requiriesen la ampliación de la subestación, embarrados o modificaciones/sustitución de los elementos en servicio existentes (interruptores, aparamenta, embarrados, otros apoyos, etc.), las actuaciones necesarias serán realizadas por i-DE a cargo del Solicitante.

Si fuera necesaria la adquisición de terrenos, éstos deberán ser obtenidos por el Solicitante.

3.2 Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución

Son las nuevas instalaciones de red, que transcurren desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del Solicitante, y que por necesidades de operación y mantenimiento de la red deben ser cedidos a i-DE, pudiendo ser ejecutados tanto por i-DE como por el Solicitante y siempre a cargo del Solicitante.

Las instalaciones indicadas en este apartado pasarán a ser de titularidad de i-DE, libres de cargas y gravámenes, que se responsabilizará desde ese momento de su operación y mantenimiento, por ello además de aplicar la Legislación y Reglamentación vigente, serán de aplicación las Normas Internas (NI), los requisitos de los Manuales Técnicos (MT), y los criterios de diseño de I-DE.

- En los casos de doble circuito de alimentación, éstos se considerarán instalación de extensión tanto en su circuito de entrada como de salida.

3.3 Trabajos a desarrollar por el Solicitante para la conexión de las nuevas instalaciones que debe ceder previamente a su puesta en marcha

En este caso no aplica ninguna actuación.

3.4 Trabajos a desarrollar por el Solicitante para la conexión de las nuevas instalaciones que quedan de su propiedad

- Línea de 15 kV desde el punto de conexión hasta la instalación del cliente que quedará de propiedad particular, siendo propiedad del cliente a partir de los terminales del cable subterráneo derivado de la posición de la subestación, incluyendo dichos terminales.
- Tendido, terminales y conexión de la línea particular de evacuación en la nueva celda de la subestación. Para la realización de estos trabajos, el cliente debe contratar a un contratista homologado por i-DE para trabajar en el interior de la subestación.

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

- El tramo de línea que discurra por el interior del recinto de la subestación debe ser del tipo AS

  Todas estas instalaciones serán realizadas y legalizadas por el Solicitante.

  Todos los apoyos en los que exista riesgo de electrocución de aves deben disponer de dispositivos para protección de la avifauna.

4. AFECCIONES CON LA RED EXISTENTE

Para cualquier línea eléctrica propiedad de i-DE que sobrevuele la parcela objeto de la actuación, será necesario respetar las distancias de servidumbre y cumplir las distancias de seguridad reglamentarias, según lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, dejando una franja libre de seguridad a ambos lados de la línea, pudiéndose optar también al desvío de la misma por fuera de la parcela o el soterramiento por viales públicos. Asimismo, en el primero de los casos, será necesario dotar de acceso desde el exterior a dicha franja y a los apoyos situados sobre la misma para la realización de su mantenimiento preventivo o correctivo cuando éste sea preciso.

4.1 Afecciones con la red de MT

El tramo aéreo en derivación particular desde el apoyo 1607 (7026374) hasta el cliente [redacted] queda dentro de la parcela. En caso de que el tramo indicado no respete las distancias de servidumbre y no cumpla las distancias de seguridad reglamentarias deberá soterrarse (preferiblemente por viales públicos si fuera posible) o desviarse para eliminar dicha afección.

4.2 Afecciones con la red de AT y MAT

No se identifican afecciones.

5. CONDICIONANTES DEL SUMINISTRO

El suministro está condicionado a los desarrollos indicados en el presente expediente.

6. REQUISITOS TÉCNICOS

Respecto a la ejecución de instalaciones, todas se realizarán, de acuerdo con la normativa vigente y acordes con los manuales técnicos de I-DE, por lo que antes de ejecutar cualquier instalación, el proyecto de éstas deberá ser supervisado y aprobado por los Servicios Técnicos de I-DE.

Si por necesidades de mantenimiento del servicio eléctrico fueran necesarios otros trabajos en instalaciones de I-DE para poder efectuar cualquiera de las modificaciones que se han indicado, éstos serán realizados por I-DE a cargo del peticionario.

Si para efectuar trabajos en sus instalaciones particulares o bien por razones de seguridad, se precisara en algún momento la desconexión o suspensión de servicio eléctrico desde las instalaciones de distribución, contactarán igualmente con nuestros servicios técnicos.

Todas las líneas subterráneas de Media Tensión que se integren en la red de distribución contarán con cable de sección mínima 3x240 mm2 Al.

I-DE no se responsabiliza de las consecuencias derivadas de los retrasos que pudieran acontecer por causas ajenas, permisos o inviabilidad de ejecución, ante lo que el peticionario podrá solicitar la concesión de un punto de conexión alternativo.

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

6.1 Códigos de red europeos

La instalación deberá cumplir con los Códigos de Red de Conexión de generadores (Reglamento (UE) 2016/631) y lo dispuesto tanto en el 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 (en adelante, Real Decreto 647/2020), como en la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión. Para aclarar el cumplimiento de esta normativa, los Gestores de la Red de Transporte y Distribución han publicado la Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los módulos de generación de electricidad (NTS), en virtud de la cual los titulares de los Módulos de Generación de Electricidad (MGE) conectados a la red de distribución puedan acreditar el cumplimiento de los requisitos técnicos que le son de aplicación y, por tanto, puedan solicitar la Notificación Operacional Definitiva (Anexo IV.C del Real Decreto 647/2020) para la puesta en servicio de la instalación. Para más información acerca de esta normativa y su aplicación pueden consultar https://www.i-de.es/distribucion-electrica/legislacion-electricidad/codigos-de-red.

Asimismo, le comunicamos que a efectos de Códigos de Red (Real Decreto 647/2020, de 7 de julio) la significatividad de sus módulos de generación de electricidad es B.

6.2 Potencia de cortocircuito

Las potencias de cortocircuito en punto de interconexión a la red de distribución son:

	Trifásica (MVA)	Monofásica (MVA)
Mínima habitual:	268	4
Máxima de Diseño:	325	26

Las instalaciones de conexión a la red de i-DE deben diseñarse de acuerdo con las potencias máximas de cortocircuito indicadas. Los equipos eléctricos deben estar diseñados para soportar las potencias de diseño indicadas.

6.3 Protecciones

Las protecciones se adecuarán a la normativa de i-DE, resaltando especialmente que la instalación particular debe estar dotada **de protecciones voltimétricas en el lado de alta del transformador.**

6.4 Tratamiento del Neutro

Por requisitos de gestión del sistema en los casos que el transformador de acoplamiento a la red en la instalación del particular tuviera el devanado de alta en estrella su neutro será con aislamiento pleno y accesible.

En instalación de generación nunca se aportará corriente de neutro ante faltas a tierra en la red a la que se encuentra conectado. Para ello, el devanado de alta de los transformadores de acoplamiento a la red de los módulos de generación será preferentemente en triángulo o estrella sin conexión del neutro a tierra.

En el caso de subestaciones con conexión en entrada–salida de línea el devanado de alta del transformador de acoplamiento a red será en estrella con neutro accesible y su puesta a tierra será decisión de i-DE.

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

6.5 Telecontrol, Telemedida y Teledisparos

Según la legislación vigente, todas instalaciones de generación conectadas a niveles de tensión superiores a 1 KV, que no estén acogidas al Real Decreto 1699/2011, de 8 de diciembre de 2011, deben estar dotadas de un sistema de teledesconexión. Dicho sistema se describe en el MT 3.53.01, e integra Telecontrol y Telemedida.

6.5.1 Telemedida

Es necesario el envío de las medidas de potencia activa, potencia reactiva y tensión al centro de control de distribución. Se debe disponer asimismo de la indicación del estado del interruptor de conexión.

Este sistema es independiente del previsto por el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, que obliga a todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia instalada mayor de 1 MW, o inferior o igual a 1 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 cuya suma total de potencias instaladas sea mayor de 1 MW, a enviar telemedidas al operador del sistema, en tiempo real.

6.5.2 Telecontrol

Es necesario disponer de telemando sobre el equipo de conexión de la instalación a la red de i-DE.

6.5.3 Tiempo de desconexión

La instalación de generación tiene la responsabilidad de estar dotada de los medios necesarios para admitir un reenganche sin ningún tipo de condición del interruptor de cabecera de i-DE, el tiempo mínimo que esté establecido.

6.5.4 Protección anti-isla y teledisparo

El diseño de la instalación no debe posibilitar su funcionamiento en isla, manteniendo tensión en la red de distribución.

En aquellos casos en que sea de aplicación el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, el generador debe disponer de un sistema de teledisparo, u otro medio de los previstos en la normativa de I-DE (MT 3.53.01), que desconecte la instalación generadora ante incidencias y situaciones de red bajo perturbación, en las cuales la presencia del generador no garantice la seguridad y calidad de servicio en la red de distribución de I-DE, evitando el funcionamiento del generador en isla sobre la red de distribución, en aplicación de la legislación vigente.

6.6 Ubicación de la medida y Coeficiente de pérdidas

Con carácter general, la ubicación de los equipos de medida debe coincidir con el punto frontera (límite de propiedad de lado de las instalaciones del cliente).

En caso de que el punto frontera se encuentre dentro de instalaciones de i-DE o cuando existan otras causas justificadas, previo acuerdo de los participantes en una medida y autorización del encargado de la lectura, se podrá establecer otro punto de medida principal cuya ubicación difiera del punto frontera. En estos casos:

- Se debe garantizar el acceso físico permanente al encargado de la lectura para la realización en condiciones adecuadas de trabajos de lectura, comprobación, verificación o inspección.

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

- Se calculará el correspondiente coeficiente de pérdidas a aplicar. El productor debe proporcionar los datos necesarios para su cálculo.

6.7 Normativa Aplicable

La conexión del productor y sus instalaciones eléctricas se ajustarán al esquema definido por las condiciones técnicas establecidas y se ejecutarán de acuerdo con la normativa vigente y la normativa de i-DE sobre condiciones técnicas para la instalación de productores, instalaciones fotovoltaicas y criterios de conexión a la Red. Antes de ejecutar cualquier instalación, el proyecto de la misma debe ser supervisado y aprobado por los Servicios Técnicos de i-DE.

6.8 Limitaciones a la generación y perturbaciones

No se admiten perturbaciones armónicas o de régimen transitorio que violen los límites establecidos explícitamente en la reglamentación vigente o, en su defecto, las marcadas como admisibles en las normas de compatibilidad electromagnética UNE e IEC.

La capacidad de acceso otorgada no debe entenderse como capacidad de producción garantizada, pudiendo ser necesario aplicar restricciones de evacuación -mayores de las previstas en su caso- derivadas de las situaciones de operación en tiempo real, incluyendo la indisponibilidad efectiva de los elementos de red, necesidades de mantenimiento y de la evolución del conjunto del sistema.

La viabilidad de conexión se ha establecido para la capacidad de acceso de generación concedida, entendida como la potencia activa máxima que se puede inyectar a la red. Es obligación del Solicitante mantener un factor de potencia unidad en el punto de conexión a la red si así se lo requiere i-DE, y la generación de potencia reactiva de cualquier signo queda siempre supeditada a las consignas que pueda emanar i-DE para el control de tensión.

El seguimiento de factor de potencia unidad es crítico especialmente si la línea de conexión del generador se realiza con cable subterráneo, debido a la elevada capacidad shunt que tienen estas líneas.

Las instalaciones de generación de electricidad cuya potencia total instalada supere la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso deberán disponer de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere dicha capacidad de acceso.

7. CONTINUACION DEL PROCESO DE CONEXIÓN Y OBSERVACIONES

Para continuar con la tramitación de su solicitud, deberán remitir el documento de conformidad y aceptación debidamente firmado por la misma vía que realizó su solicitud o acceder a nuestro canal GEA de gestiones de solicitud de acceso y conexión, habilitado para tal efecto www.i-de.es/geafr, incorporándolo al expediente.

8. MODIFICACIONES

De conformidad con lo establecido en el artículo 7.1.e) de la Circular 1/2021, de 20 de enero, en el caso de que se produzca la entrada de nuevos solicitantes y puedan establecerse soluciones conjuntas de conexión más eficientes, las presentes condiciones técnicas podrán ser modificadas en el plazo de seis meses desde la emisión de los permisos de acceso.

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

9. PLANOS

9.1 Plano de situación

9.2 Desarrollo eléctrico – Cartográfico Orientativo

9.3 Desarrollo eléctrico – Esquemático

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

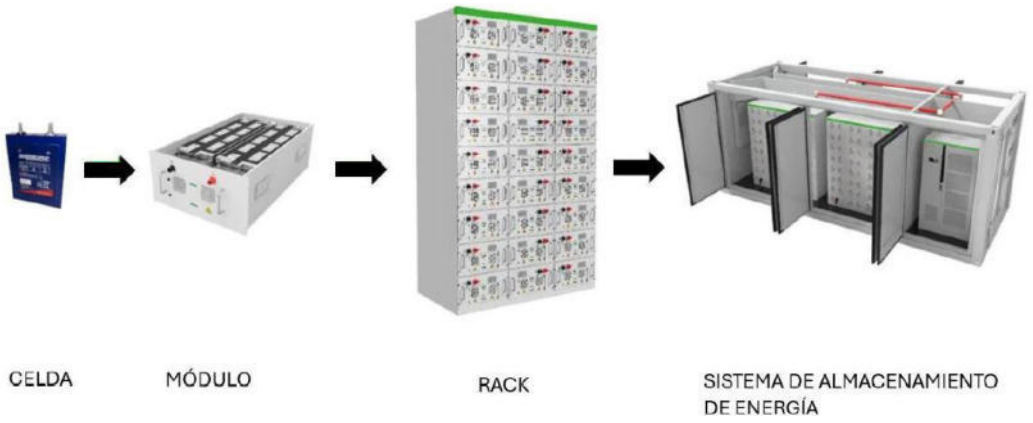



ST PRADO SANTO DOMINGO

PRADO SANTO DOMINGO

9.2. Sistema de baterías

El sistema de almacenamiento de la instalación BESS Móstoles 1 se basa en la tecnología CEGASA E/Strem, una solución diseñada bajo una arquitectura modular que permite una elevada flexibilidad en su disposición física. A diferencia de las configuraciones estandarizadas, este proyecto emplea una integración personalizada para optimizar el uso del espacio disponible en el patio de la nave. El diseño asegura que todos los componentes críticos queden protegidos frente a condiciones ambientales adversas mediante envolventes de alta durabilidad con grado de protección IP54.



El sistema emplea celdas de ion-litio con química litio-ferrofosfato (LFP) de última generación y 314 Ah de capacidad. Esta química ha sido seleccionada por su elevada estabilidad térmica y su seguridad intrínseca frente a riesgos de fuga térmica (thermal runaway), lo que resulta fundamental en instalaciones integradas en entornos industriales.

En comparación con otras químicas de ion-litio ampliamente utilizadas en aplicaciones de movilidad eléctrica, como las basadas en níquel-manganeso-cobalto (NMC), la tecnología LFP presenta diferencias significativas en términos de comportamiento térmico y seguridad frente a incendios.

Las baterías NMC, caracterizadas por una mayor densidad energética, presentan una menor estabilidad térmica, de modo que, ante condiciones anómalas como sobrecalentamientos, sobrecargas o daños internos, pueden alcanzar el inicio del embalamiento térmico a temperaturas más bajas y con una evolución más rápida del evento. Además, los materiales activos del cátodo en este tipo de química pueden contribuir a la liberación de oxígeno durante el proceso, intensificando la combustión y la propagación del incendio.

Por el contrario, las baterías con química litio-ferrofosfato (LFP) empleadas en el presente proyecto se caracterizan por una estructura química intrínsecamente más estable, que requiere temperaturas significativamente más elevadas para desencadenar procesos de descomposición térmica. Esta mayor estabilidad reduce de forma notable la probabilidad de inicio de un embalamiento térmico y, en caso de producirse un evento, disminuye su severidad y velocidad de propagación.

Asimismo, la química LFP no favorece la liberación de oxígeno desde el material catódico, lo que limita la intensificación de la combustión y contribuye a un comportamiento más controlado frente a situaciones de fallo. Esta característica, junto con una menor energía específica por unidad de masa, se traduce en eventos térmicos menos violentos y más gestionables desde el punto de vista de la seguridad.

9.2.1. Arquitectura de los Racks y Módulos

La energía se distribuye en racks E/Strem 52, cuya estructura permite una configuración en paralelo flexible para adaptarse con precisión a la potencia y energía útil requeridas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	E/Strem 52 - MÓDULO
Configuración	1P52S
Tensión / capacidad nominales	166,4V / 314Ah
Energía nominal	52,25 kWh
Rango de tensión	145,6V ... 187,2V
Sistema de refrigeración	Liquid cooling
Grado de protección IP	IP67
Dimensiones (H x W x D)	240 x 780 × 1160 mm
Peso	345 kg

Tabla 4. Características módulo almacenamiento

- Módulos: Cada módulo E/Strem 52 presenta una configuración 1P52S, proporcionando una energía nominal de 52,25 kWh y operando en un rango de tensión de 145,6 V a 187,2 V.

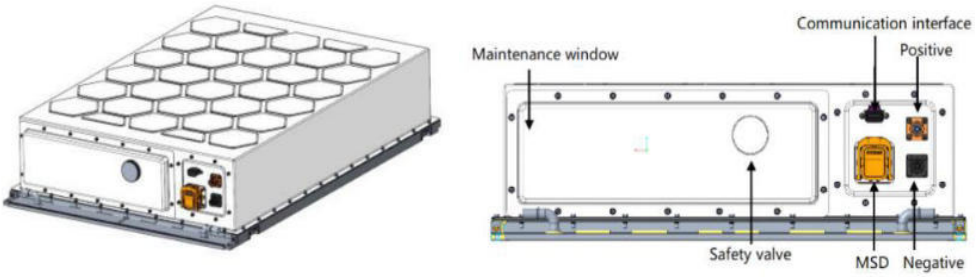


Ilustración 10. Vista frontal de un módulo E/Strem 52 CEGASA

- Racks: El rack completo se compone de 8 módulos conectados en serie junto con una Unidad de Distribución de Potencia (PDU) situada en su base. Alcanza una tensión nominal de 1.331 Vdc y una capacidad energética por unidad de 418 kWh.

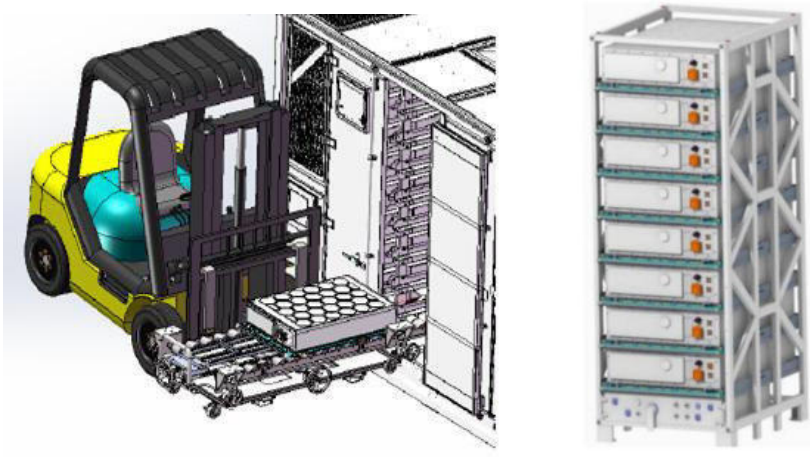


Ilustración 11. Montaje rack 8 módulos

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	E/Strem 52 - RACK
Configuración	1P416
Energía nominal	418 kWh
Tensión nominal (Vdc)	1331 Vdc
Rango de tensión (Vdc)	1165 ... 1498 Vdc
Corriente máxima carga /descarga	157 A
Sistema de refrigeración	Refrigeración líquida
Comunicaciones	CAN 2.0
Alimentación auxiliar	AC 220V, 50Hz
Dimensiones (H x W x D)	2766,5 x 873 × 1200 mm
Peso	3100 kg

Tabla 5. Características rack 8 módulos

9.2.2. Sistema de Gestión de Baterías (BMS)

El control del sistema se realiza mediante un BMS con una arquitectura jerarquizada de tres niveles que garantiza una operativa segura:

1. Nivel de Módulo: Supervisa la tensión y temperatura de las celdas, gestionando el equilibrado interno para mantener un estado de carga (SOC) uniforme.
2. Nivel de Rack (String): Integrado en la PDU, monitoriza la corriente y tensión del conjunto, calcula en tiempo real el SOC y el estado de salud (SOH), y gestiona las protecciones eléctricas.
3. Nivel de Sistema: Actúa como el cerebro central que coordina la operación global de todos los racks y sirve de interfaz con el sistema de conversión de potencia (PCS) y el sistema de gestión energética (EMS).

9.2.3. Gestión Térmica

El sistema de almacenamiento incorpora una tecnología de refrigeración líquida de alta capacidad, diseñada para mantener las celdas de las baterías dentro de un rango térmico óptimo y seguro, maximizando su eficiencia y vida útil. Esta solución permite una gestión térmica precisa y homogénea, reduciendo significativamente el riesgo de puntos calientes y mitigando la posibilidad de eventos de fuga térmica (*thermal runaway*).

Arquitectura del sistema de refrigeración:

• **Nivel de Módulo:** Cada módulo está equipado en su base con una placa fría (*cooling plate*). Este componente recoge el calor disipado directamente por las celdas, asegurando que la temperatura se distribuya de forma uniforme en todo el conjunto del módulo.

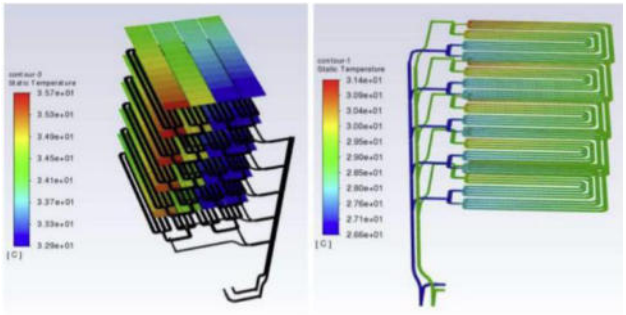


Ilustración 12. Refrigeración líquida de los módulos

• **Nivel de Rack:** El líquido refrigerante circula a través de un sistema de tuberías central impulsado por bombas. Cada rack de baterías se conecta en paralelo a este circuito (entradas *cold* y salidas *hot*) mediante un sistema de válvulas y conectores de mariposa que distribuyen el fluido hacia los módulos individuales.

• **Unidades Externas (Chillers):** Para evacuar el calor del líquido hacia el exterior, se emplean chillers de aire con estructura monobloque. Estos equipos se instalan externamente y se dimensionan específicamente según el perfil de uso del sistema y las condiciones ambientales del emplazamiento, tales como la irradiación y la humedad. El sistema es capaz de operar de manera eficiente en un rango de temperatura ambiental extremo, que abarca desde los -30 °C hasta los +55 °C.



Ilustración 13. Ejemplo chiller

La gestión del sistema térmico está integrada en la lógica de control del BMS y el EMS (InMS). El BMS monitoriza en tiempo real las temperaturas media, máxima y mínima de cada módulo, emitiendo alarmas o comandos de parada en caso de detectar condiciones anómalas. Por su parte, el EMS coordina el funcionamiento de los chillers para ajustar la potencia de enfriamiento a las necesidades de carga y descarga de la planta.

9.3. Sistema de conversión (PCS)

La carga y descarga de las baterías se realiza mediante un Sistema de Conversión de Potencia (Power Conversion System, PCS) bidireccional, encargado de efectuar la conversión de la energía eléctrica entre corriente continua (CC), procedente del sistema de almacenamiento, y corriente alterna (CA), correspondiente a la red de distribución.

El sistema de conversión se basa en uno o varios equipos PCS de alta potencia, dimensionados para una potencia total instalada de 5 MW y adecuados para su integración con baterías de ion-litio de química LFP. Los equipos PCS se alojan en el interior de la nave existente, en un entorno protegido y controlado, facilitando las labores de operación y mantenimiento y garantizando la correcta integración con el resto de subsistemas de la planta.

Desde el punto de vista funcional, el PCS permite:

- La conversión CC/CA durante los ciclos de descarga, inyectando energía a la red eléctrica.
- La conversión CA/CC durante los ciclos de carga, absorbiendo energía de la red para su almacenamiento en las baterías.
- El control independiente de potencia activa y reactiva, conforme a las consignas establecidas por el Sistema de Gestión de Energía (EMS) y a los requisitos del punto de conexión.

La operación del PCS está gobernada por el EMS, que envía las consignas de potencia activa y reactiva y supervisa los parámetros eléctricos del bus de corriente continua. No obstante, el PCS incorpora de forma autónoma la lógica de control y la máquina de estados necesaria para gestionar de manera segura las transiciones de arranque, conexión, operación y parada del sistema, garantizando una operación segura incluso ante incidencias de comunicación con el sistema de control superior.

El PCS se comunica mediante protocolos industriales normalizados (Modbus TCP) con el EMS y con el Sistema de Gestión de Baterías (BMS), actuando como elemento coordinador de la ejecución eléctrica de las consignas de operación. Antes de autorizar cualquier intercambio de potencia con la red, el PCS verifica la disponibilidad del sistema de baterías, así como el cumplimiento de los límites eléctricos y térmicos admisibles definidos por el fabricante y la normativa aplicable.

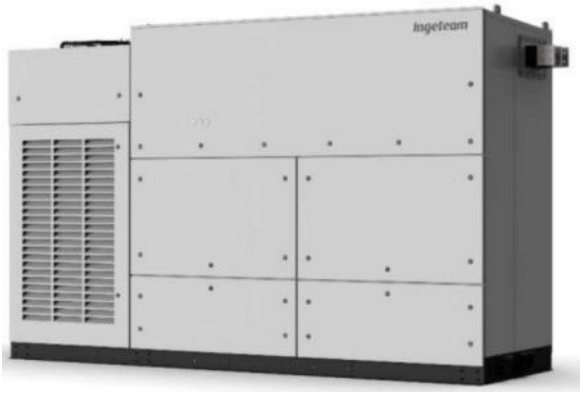


Ilustración 14. Ejemplo PCS Ingeteam

Durante las secuencias de arranque y operación, el PCS supervisa de forma continua la validez de la red de corriente alterna, comprobando que los parámetros de tensión, frecuencia y fase se mantienen dentro de los rangos establecidos. La señal eléctrica generada se encuentra sincronizada con la red, cumpliendo los requisitos de calidad de suministro y los límites máximos de distorsión armónica de corriente y tensión exigidos por la normativa vigente. De igual modo, se comprueba la estabilidad de la tensión en corriente continua del sistema de baterías antes de habilitar el intercambio de potencia.

De acuerdo con lo establecido en la Orden TED/749/2020 y la normativa de conexión a red aplicable, el PCS dispone de capacidad para mantenerse conectado a la red dentro de los rangos de seguridad de tensión y frecuencia durante los periodos definidos, aportando soporte al sistema eléctrico cuando así se requiera, y procediendo a su desconexión automática en caso de superarse dichos umbrales por motivos de seguridad.

El PCS incorpora protecciones eléctricas internas frente a sobrecorrientes, sobretensiones, fallos de red y otras condiciones anómalas de operación. Entre sus elementos de protección se incluyen interruptores automáticos en la salida de corriente alterna, así como dispositivos de seccionamiento y protección en la entrada de corriente continua. Los polos positivo y negativo del sistema de CC se mantienen flotantes y aislados de tierra, mientras que la envolvente y las masas del PCS se conectan a la red de puesta a tierra común de la instalación, conforme a lo exigido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Asimismo, el sistema dispone de entradas de parada externa cableadas, de forma que, ante la activación de una alarma del sistema de detección y extinción de incendios o de otros sistemas de seguridad, el EMS puede ordenar la detención inmediata y segura del PCS, ejecutándose una secuencia controlada de reducción de potencia, desconexión de la red y paso a estado seguro.

El suministro del PCS incluye el software de configuración, supervisión y extracción de datos necesario para su operación, otorgando plenos derechos de acceso al administrador de la instalación y permitiendo la parametrización, monitorización y análisis del funcionamiento del sistema a lo largo de toda su vida útil.

9.4. Sistema de gestión de energía (EMS)

El Sistema de Gestión de Energía (Intelligent Node Management System, InMS) desarrollado por HESStec constituye el nivel superior de control del sistema híbrido, actuando simultáneamente como EMS y Controlador de Planta de Potencia (PPC). Su función principal es coordinar la operación global de la instalación, gestionando la interacción técnica y económica entre el almacenamiento en baterías, el sistema de ultracondensadores, los sistemas de conversión de potencia (PCS) y la red eléctrica

Desde el punto de vista funcional, el EMS se encarga de:

- **Supervisión integral:** Monitoriza continuamente el estado del BESS, el sistema de ultracondensadores (UCAPs), los sistemas de baterías (BMS), los equipos de conversión (PCS) y los servicios auxiliares como chillers, HVAC y el sistema de detección y extinción de incendios.
- **Gestión ambiental:** Supervisa las condiciones de temperatura y humedad de la nave industrial para asegurar que los activos operen en rangos seguros.
- **Continuidad operativa:** El armario de control InMS incorpora una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) que otorga una autonomía aproximada de una hora, garantizando la estabilidad del control ante fallos en el suministro eléctrico.

La plataforma implementa lógicas de control avanzadas y la suite Grid Core para asegurar una operación alineada con el código de red y la rentabilidad del activo. Entre sus lógicas principales destacan:

- **Limitación y control de setpoints:** Ajusta los valores de potencia activa y reactiva enviados a los PCS para que nunca superen los límites máximos configurados de 5 MW.
- **Compensación dinámica de pérdidas:** Compara la potencia solicitada por el SCADA con la medida realmente en el punto de interconexión (POI), ajustando las consignas para compensar las pérdidas eléctricas en transformadores y cableado.
- **Gestión de paradas de seguridad:** Ante alarmas de incendio, el EMS activa señales cableadas y de comunicación para ordenar la detención inmediata y segura de los PCS, el sistema de baterías y los ultracondensadores.
- **Despacho híbrido optimizado:** Coordina el uso de las baterías para servicios de energía y de los ultracondensadores para respuestas de potencia rápidas, maximizando la vida útil de los activos.

En conjunto, el InMS, en su función de sistema de gestión de energía (EMS), actúa como el cerebro operativo de la planta, coordinando el funcionamiento del PCS, del BMS y de los sistemas auxiliares, y asegurando un flujo de energía flexible, seguro y alineado con los requisitos de la red eléctrica. Esta capacidad de gestión avanzada permite la integración de servicios como el arbitraje energético y la regulación de frecuencia, resultando asimismo esencial para la correcta operación del sistema de respuesta ultrarrápida, que se describe en el apartado siguiente.

9.5. Sistema de ultracondensadores

El sistema de ultracondensadores está constituido por módulos físicos de almacenamiento electrostático, capaces de absorber o inyectar potencia en intervalos de tiempo muy reducidos, con una elevada densidad de potencia y una vida útil significativamente superior a la de los sistemas electroquímicos. Su función principal es gestionar variaciones rápidas de potencia, estabilizar el intercambio energético con la red y reducir los picos de corriente que, de otro modo, recaerían directamente sobre las baterías.

La operación del sistema de ultracondensadores se encuentra integrada y coordinada mediante la plataforma de control InMS uGRID Lite, que actúa como sistema de gestión de energía (EMS) del conjunto. A través de esta plataforma, el sistema de ultracondensadores se gobierna en tiempo real, priorizando su actuación en aquellos eventos que requieren una respuesta ultrarrápida, tales como:

- Variaciones bruscas de carga o generación.
- Soporte dinámico ante perturbaciones de red.
- Regulación rápida de potencia y frecuencia.
- Suavizado de transitorios en la operación del BESS.

El sistema se comunica de forma directa con el PCS y el BMS, permitiendo una actuación coordinada entre ultracondensadores y baterías. De este modo, los ultracondensadores absorben los eventos de muy corta duración, mientras que las baterías asumen el intercambio energético sostenido, optimizando el comportamiento global del sistema y prolongando la vida útil de las baterías.



Ilustración 15. Armario INMS

Las características eléctricas de la cabina son las siguientes:

Electrical Specifications		
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 6. Especificaciones eléctricas

El sistema de ultracondensadores, integrado en la plataforma de control InMS, dota a la instalación BESS Móstoles 1_ST de una arquitectura de control avanzada, técnicamente capacitada para la prestación de un amplio conjunto de funcionalidades relacionadas con la gestión dinámica de potencia, la estabilidad de red y la optimización del almacenamiento energético.

La solución implementada permite, desde un punto de vista técnico, la integración de funcionalidades tales como suavizado de potencia (power smoothing), firming, control de potencia activa y reactiva en el punto de conexión, regulación de frecuencia, soporte dinámico ante contingencias, amortiguación de oscilaciones de potencia y respuesta rápida ante huecos de tensión, entre otras, de acuerdo con las capacidades del sistema de control y conversión.

Funcionalidad	
Time shifting	☒
Power Smoothing	☒
Firming	☒
Control de hibridación	☒
Control de potencia en el POI	☒
Control de potencia reactiva en POI	☒
Control de factor de potencia en POI	☒
Control de tensión en POI	☒
Regulación automática de frecuencia. Regulación primaria (MRF) / MRPFL-O/U/ Regulación primaria rápida	☒
Capacidad para participar en el servicio de respuesta activa a la demanda (SRAD)	☐
Capacidad para participar en el mercado de regulación secundaria (aFRR)	☒
Amortiguación de la oscilación de potencia (POD-P y POD-Q)	☒
Control para emular inercia	☐
Capacidad para participar en servicios de regulación de tensión	☒
Capacidad de modificar el programa de carga/descarga	☒
Capacidad de respuesta ante contingencias	☒
Regulación de huecos de tensión	☒
Funcionamiento en isla y resincronización con la red	☐
Black Start	☒
Control de velocidad de rampa en POI	☒
Balanceo y equilibrado del SOC de cada isla de baterías	☐
Balanceo y equilibrado del SOH de cada isla de baterías	☐
Optimización de la degradación de las baterías con despacho inteligente	☐

Tabla 7. Funcionalidades disponibles INMS

La inclusión de ultracondensadores permite al sistema abordar los escenarios operacionales más complejos mediante una respuesta dinámica que las baterías químicas por sí solas no podrían ejecutar sin degradarse prematuramente. Sus funciones incluyen:

- **Inercia virtual (synthetic inertia):** Gracias a su respuesta en milisegundos, el sistema se sincroniza con la red para estabilizar la frecuencia ante perturbaciones de forma casi síncrona.
- **Suavizado de potencia (Power smoothing):** Los ultracondensadores absorben las variaciones rápidas de potencia, garantizando que el flujo de energía hacia el punto de interconexión (POI) cumpla con los límites de rampa establecidos.
- **Amortiguación de oscilaciones (POD):** Contribuyen a reducir las oscilaciones de baja frecuencia en la red eléctrica.

El sistema de ultracondensadores está integrado en la arquitectura de control de la planta a través de la plataforma InMS (Intelligent Node Management System). Esta integración permite una monitorización exhaustiva y una gestión coordinada:

- **Monitorización en tiempo real**: A través de la interfaz HMI local, se supervisan constantemente el estado de carga (SOC), el estado de salud (SOH), las tensiones, las corrientes y las temperaturas media, máxima y mínima de los racks.
- **Despacho híbrido**: El software de control ejecuta algoritmos patentados que deciden de forma automática el reparto de potencia entre las baterías y los ultracondensadores para maximizar la rentabilidad técnica y económica del activo.
- **Seguridad**: Ante cualquier evento crítico detectado por los sensores o el sistema contra incendios, el EMS ordena la detención inmediata y segura del rack de ultracondensadores para proteger la integridad de la nave industrial.

La activación efectiva y el alcance operativo de dichas funcionalidades quedará supeditada a la configuración final del sistema, requerimientos del operador de red y a los criterios de explotación definidos por el titular de la instalación, pudiendo habilitarse de forma progresiva en función de las necesidades reales del sistema eléctrico.

En el marco del presente proyecto, el sistema de ultracondensadores se orienta prioritariamente a la gestión de transitorios rápidos y a la reducción de picos de potencia, con el objetivo de disminuir el estrés eléctrico y térmico sobre el sistema de baterías, optimizando su operación y contribuyendo a alargar su vida útil. El resto de funcionalidades avanzadas descritas constituyen capacidades técnicas disponibles del sistema, sin que su prestación resulte obligatoria ni determinante para la autorización administrativa de la instalación.

9.6. Instalaciones auxiliares

Entre las instalaciones auxiliares se incluyen, en particular, los servicios de alimentación eléctrica auxiliar, necesarios para el suministro de energía a los sistemas de control, comunicaciones, climatización, iluminación y seguridad. Dichos servicios se alimentan desde los cuadros de servicios auxiliares (SSAA) integrados en el sistema, incorporando los elementos de protección y seccionamiento correspondientes.

Todos los equipos principales del sistema se suministran precableados de fábrica, siendo necesarias únicamente la interconexión entre ellos en campo. Estas interconexiones incluyen la ejecución del sistema de alimentación de servicios auxiliares, que conecta las tomas de SSAA de los distintos segmentos del sistema con la salida del cuadro de servicios auxiliares del PCS, alimentado a su vez por el transformador de servicios auxiliares integrado en el propio PCS.

En materia de comunicaciones y supervisión, las instalaciones auxiliares permiten la interconexión entre los distintos subsistemas del BESS, así como la comunicación con sistemas externos de supervisión y control. Estas comunicaciones resultan esenciales para la monitorización continua del estado de la instalación, la gestión de alarmas y la operación remota del sistema.

Asimismo, se incluyen los sistemas de iluminación interior y de emergencia, diseñados conforme a la normativa aplicable, garantizando condiciones adecuadas de visibilidad para las tareas de operación, mantenimiento y actuación en caso de emergencia. Las instalaciones auxiliares se completan con los sistemas de seguridad y protección, que incluyen, entre otros, detección de intrusión, señalización de seguridad y sistemas de alimentación de respaldo.

9.7. Sistema contra incendios

La instalación dispone de un sistema de protección contra incendios (PCI) específicamente diseñado para sistemas de almacenamiento energético con baterías, orientado a la detección temprana, control del incidente y mitigación de sus efectos, garantizando la seguridad de las personas, de la instalación y del entorno.

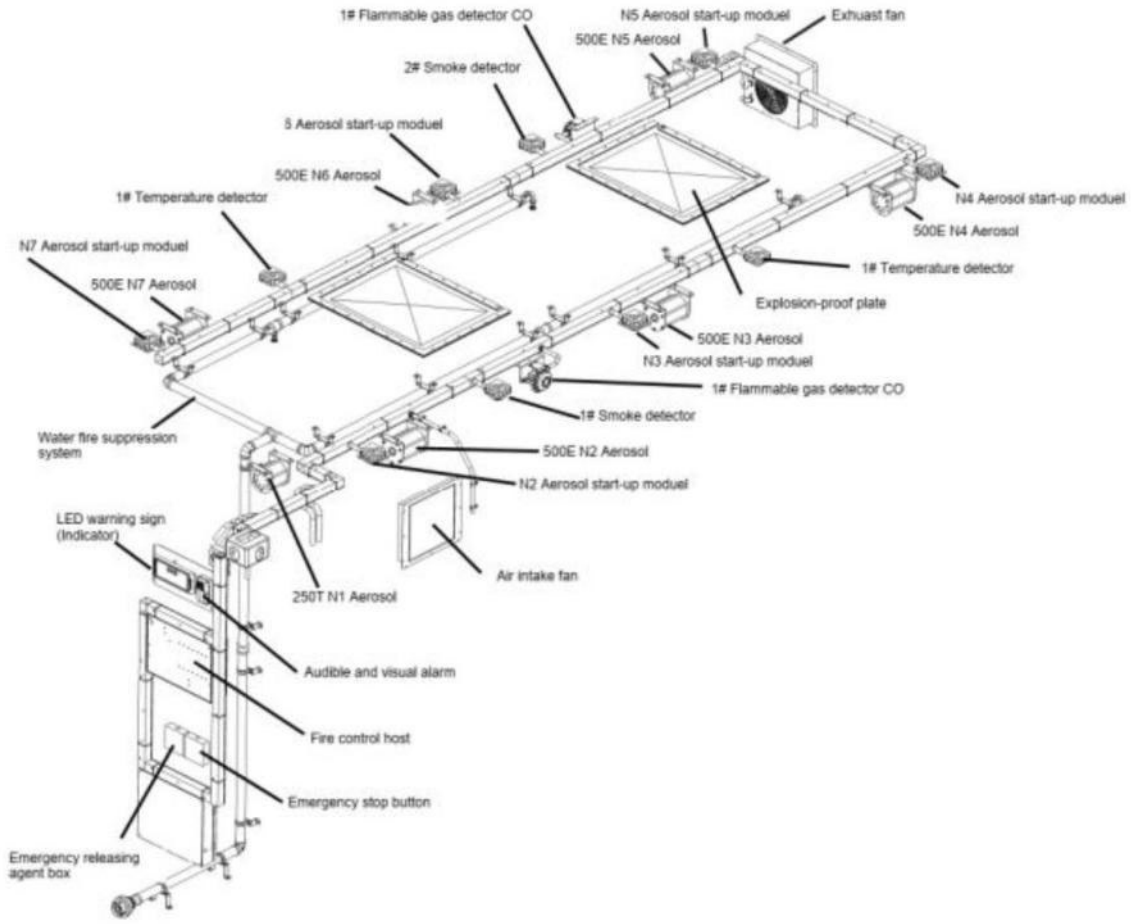


Ilustración 16. Sistema contra incendios

El sistema PCI cumple con las normas europeas EN e IEC aplicables y se estructura en dos subsistemas principales: detección y actuación, integrados mediante un panel central de control.

9.7.1. Sistema de detección

El sistema de detección permite identificar de forma precoz cualquier condición anómala de tipo térmico o químico en el interior de la sala de baterías, actuando antes de que el evento evolucione a fases más severas. Para ello, se emplean los siguientes dispositivos:

- **Sensores de gases**, orientados a la detección de productos característicos de degradación térmica de las baterías.
- **Sensores de temperatura**, para la supervisión continua del estado térmico del sistema.
- **Sensores de humo**, incluyendo detección temprana para la identificación de partículas de combustión incipiente.

La información recogida por estos sensores es gestionada de forma centralizada por el panel de control de incendios, que evalúa las señales y determina la activación de las medidas de seguridad correspondientes.

9.7.2. Sistema de actuación y control

El sistema de actuación está diseñado para responder de forma automática y coordinada ante la detección de un incidente, incluyendo las siguientes funciones y elementos:

- **Panel de control de incendios**, encargado de:
  - Supervisar permanentemente el estado del sistema PCI.
  - Integrar la señal de los sistemas de detección.
  - Gestionar los disparos automáticos y manuales del sistema.
  - Controlar los indicadores de estado y las señales de alarma.
- **Alarmas acústicas y visuales**, que alertan de la detección de una condición de incendio o liberación del agente extintor.
- **Indicadores de activación del sistema**, visibles desde el exterior para facilitar la actuación de personal de emergencia.
- **Señales automáticas de parada**, transmitidas al sistema de gestión de baterías y al sistema de control de la planta, provocando la desconexión segura del sistema ante un evento de incendio.

9.7.3. Sistema de extinción

El sistema incorpora un agente extintor por gas inerte, diseñado para la supresión de incendios en entornos eléctricos y electrónicos, actuando principalmente en fases iniciales del incendio y sobre fuegos de tipo convencional en el interior del recinto.

Adicionalmente, la instalación está preparada para la incorporación opcional de sistemas de agua, mediante:

- Rociadores automáticos.
- Red de tubería seca.

Estas soluciones permiten reforzar la capacidad de mitigación térmica en escenarios de mayor severidad, especialmente orientadas a la limitación de la propagación del incendio y al enfriamiento del entorno.

9.7.4. Gestión de sobrepresiones y seguridad estructural

Con objeto de garantizar la integridad estructural del recinto y evitar daños derivados de incrementos súbitos de presión, el sistema PCI incorpora:

- **Paneles de deflagración**, que permiten la liberación controlada de presión.
- **Válvulas de venteo**, destinadas a evitar sobrepresiones internas durante un evento térmico.

Estos elementos reducen el riesgo de daños estructurales y mejoran la seguridad de los equipos y del entorno próximo.

9.7.5. Integración con el sistema BESS

El sistema contra incendios se encuentra plenamente integrado con el sistema de control del BESS, de forma que, ante la detección de un incendio:

- Se ejecuta la parada automática y segura del sistema de baterías.
- Se bloquean las operaciones de carga y descarga.
- Se transmiten las señales de alarma y estado a los sistemas de supervisión.

Esta integración garantiza una respuesta coordinada, automática y sin intervención humana, minimizando los riesgos asociados a la operación del sistema durante un incidente.

10. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

La transformación de energía eléctrica desde el nivel de baja tensión del sistema de conversión (PCS) hasta la media tensión de conexión (15 kV) se realizará mediante un transformador de potencia trifásico sumergido en aceite, integrado en la Power Station.

Se adopta un transformador herméticamente sellado con refrigeración ONAN (Oil Natural Air Natural), especialmente diseñado para su instalación en exterior, garantizando un funcionamiento continuo, seguro y eficiente, así como el cumplimiento de los requisitos de eficiencia establecidos por la normativa Ecodesign TIER 2.

El transformador estará dimensionado para una potencia nominal de 5,6 MVA, con relación de transformación 0,69/15 kV, grupo de conexión adecuado a los requisitos de la red de distribución, y cumplirá las normas UNE e IEC aplicables a transformadores de potencia en instalaciones de media tensión.

El transformador de potencia proyectado tendrá, como mínimo, las siguientes características técnicas:

TRANSFORMADOR MT/BT	
Categoría	Transformador hermético de llenado integral
Tensión primaria	15 kV
Tensión secundaria	690 V
Frecuencia	50 Hz
Eficiencia a potencia nominal	99%
Potencia nominal	5.600 kVA
Grupo de conexión	Dyn11y11
Sistema de refrigeración	ONAN
Clase térmica del aislamiento	F o superior
Elevación máxima de temperatura	Conforme a UNE-EN 60076
Nivel de aislamiento	Conforme a tensión asignada en MT
Grado de protección	IP00 o superior, según envolvente del local
Nivel de ruido	Conforme a normativa vigente para instalaciones exteriores

Tabla 8. Características mínimas del transformador

El transformador será suministrado con sondas térmicas PT100 o PTC integradas en los devanados, conectables a un relé de protección térmica para señalización de alarma y disparo por sobretemperatura.

Dado que el transformador proyectado es del tipo trifásico sumergido en aceite, herméticamente sellado y con sistema de refrigeración ONAN (Oil Natural Air Natural), la evacuación del calor se realizará mediante circulación natural del aceite y disipación térmica al ambiente a través de sus superficies radiantes, sin necesidad de ventilación forzada ni sistemas auxiliares específicos.

El equipo está diseñado para instalación en exterior, garantizando la correcta disipación térmica en régimen continuo dentro del rango de temperaturas ambientales previsto para el emplazamiento. La disposición en parcela asegura un entorno abierto que favorece la convección natural del aire, manteniéndose las distancias mínimas de seguridad y ventilación perimetral conforme a las recomendaciones del fabricante y a la normativa aplicable.

No se requiere la habilitación de local específico ni aberturas de ventilación, al tratarse de un transformador integrado en la Power Station y diseñado para funcionamiento autónomo en intemperie.

10.1. Protección y seguridad

El transformador de potencia integrado en la Power Station dispondrá de las protecciones necesarias para garantizar un funcionamiento seguro y fiable de la instalación. La conexión en Media Tensión (15 kV) se realizará a través de la correspondiente celda de MT, equipada con relés de protección frente a sobrecorrientes (funciones ANSI 50/51), adecuadamente coordinados con las características del transformador, del sistema de conversión y de la red de distribución.

Asimismo, el transformador incorporará los dispositivos de supervisión propios de los equipos sumergidos en aceite herméticamente sellados, incluyendo control térmico mediante sondas de temperatura y elementos de protección que permitan la señalización de estados de alarma y la actuación automática en caso de sobretemperatura o anomalías de funcionamiento.

Todas las masas metálicas accesibles, así como el núcleo, cuba y pantallas del transformador, estarán debidamente conectadas al sistema general de puesta a tierra de la instalación, garantizando la protección de las personas y de los equipos frente a contactos indirectos y asegurando la correcta evacuación de corrientes de defecto.

La instalación contará igualmente con la señalización de seguridad y cartelería reglamentaria exigida por la normativa vigente en materia de alta y media tensión, limitándose el acceso a personal autorizado.

Al tratarse de un transformador sumergido en aceite instalado en exterior y herméticamente sellado, se adoptarán las medidas constructivas necesarias para la adecuada contención y gestión ambiental del equipo.

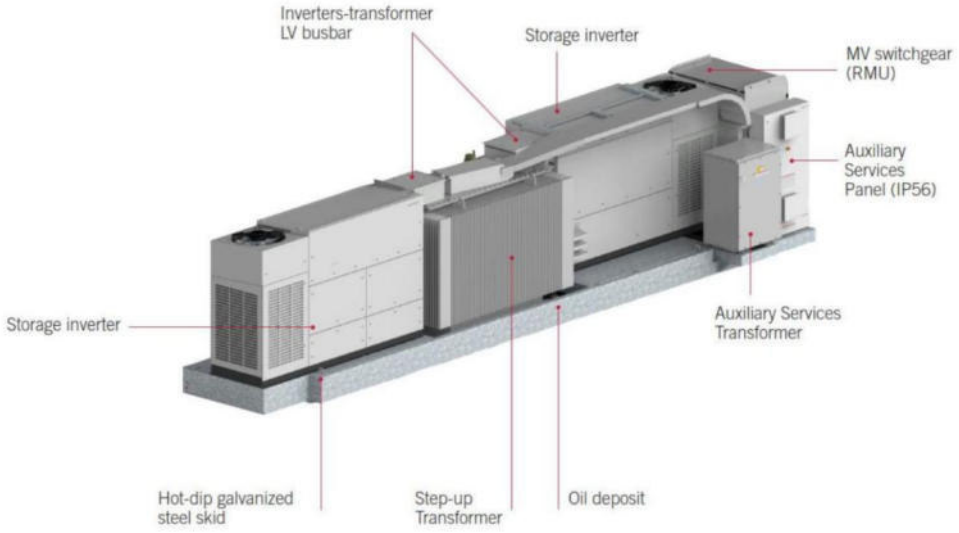


Ilustración 17. Ejemplo transformador tipo

10.2. Potencia transformador SSAA

Se instalará un transformador de 20kVA para dar servicio a estos auxiliares de la BESS (armario de control, chillers, equipos de protección contra incendios, iluminación y comunicaciones de la Power Station).

11. CABLES DE BAJA TENSIÓN

La instalación contará con distintos tipos de cables de baja tensión, tanto en corriente continua (DC) como en corriente alterna (AC), dimensionados y seleccionados conforme a la normativa vigente, especialmente el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). En el lado de corriente continua, se incluyen:

- Cableado interno de los contenedores de baterías, suministrado completamente precableado desde fábrica. Estos cables están diseñados y certificados para uso específico en sistemas BESS, y cumplen con los requisitos de seguridad eléctrica, resistencia térmica y compatibilidad electromagnética exigidos por la normativa aplicable.
- Cables de conexión entre baterías e inversores, que conducen la energía almacenada en DC hasta los equipos de conversión. Estos conductores están calculados para minimizar caídas de tensión y pérdidas, con aislamiento y secciones adecuadas al nivel de corriente y temperatura de operación.
- Cables de servicios auxiliares: Alimentan los sistemas de control, comunicación, CCTV, ventilación, climatización, alumbrado y demás subsistemas de soporte del BESS. Estos circuitos estarán claramente identificados y segregados del resto para facilitar el mantenimiento y garantizar la continuidad del servicio.

En el lado de corriente alterna, aguas arriba de los inversores, se instalarán los cables que conectan dichos equipos con el centro de transformación de la planta, cumpliendo igualmente con los criterios de protección, seccionamiento y canalización establecidos.

En etapas posteriores del proyecto se realizará el cálculo detallado de todos los tramos de cableado, asegurando el cumplimiento de la normativa de aplicación y de los criterios técnicos establecidos en los apartados siguientes, incluyendo la verificación frente a cortocircuito, caída de tensión y capacidad de corriente.

12. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

La conexión de la instalación a la red de media tensión se realizará mediante un conjunto de celdas de 15 kV integradas en la Power Station compacta. Estas celdas permitirán la maniobra, protección y seccionamiento del transformador elevador de 5,6 MVA y de la línea particular de evacuación hacia la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO.

Las celdas proyectadas serán de tecnología sin hexafluoruro de azufre (SF_6), empleando sistemas de aislamiento en aire y materiales sólidos, con equipos de corte en vacío, en línea con las actuales políticas europeas de reducción de gases de efecto invernadero y con las recomendaciones técnicas de los operadores de red.

El conjunto de celdas garantizará la seguridad de las personas, la protección del transformador y la correcta coordinación con la red de distribución conforme al Pliego de Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión. Dichas celdas de media tensión cumplirán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

Parámetro	Especificación
Tipo	Celdas metálicas, modulares y compartimentadas
Tecnología de aislamiento	Aire y aislamiento sólido (sin SF_6)
Tecnología de corte	Interruptor automático en vacío
Tensión asignada	15 kV
Nivel de aislamiento	Conforme a normativa UNE-EN 62271
Frecuencia	50 Hz

Corriente nominal	Adecuada a la potencia instalada
Poder de corte	Conforme a la corriente de cortocircuito de la red
Grado de protección	IP adecuado a instalación exterior
Accionamiento	Manual y/o motorizado según función
Integración en control y supervisión	Preparadas para sistemas de supervisión y control, con señalización de estados y posibilidad de futura automatización

Tabla 9. Características celdas MT

12.1. Configuración del conjunto de celdas

La Power Station dispondrá de un conjunto de celdas de Media Tensión modulares, configuradas de forma que permitan la correcta conexión a la red de distribución, la protección del transformador de potencia y la realización de las maniobras necesarias de explotación y mantenimiento, garantizando en todo momento la seguridad de las personas y de la instalación.

La configuración prevista del conjunto de celdas será, como mínimo, la siguiente:

- **Celda de línea**, destinada a la conexión con la red de Media Tensión de la empresa distribuidora. Esta celda permitirá las maniobras de seccionamiento y puesta a tierra de la línea, incorporando los enclavamientos necesarios para evitar maniobras indebidas.
- **Celda de protección del transformador**, equipada con interruptor automático en vacío y relé de protección asociado, destinada a la protección del transformador de potencia frente a sobreintensidades, cortocircuitos y otros defectos eléctricos. Esta celda actuará como elemento principal de protección del transformador y permitirá su desconexión segura de la red de Media Tensión.
- **Celda de medida**, cuando así lo exijan las normas particulares de la empresa distribuidora, destinada a la instalación de los transformadores de intensidad y de tensión necesarios para la medición y facturación de la energía eléctrica.

La disposición de la celda de media tensión integrada en la Power Station se realizará con acceso frontal para maniobra y mantenimiento, respetando las distancias reglamentarias de seguridad y operación establecidas en la normativa aplicable. El diseño compacto del conjunto permite su integración en la configuración general del sistema BESS, garantizando la accesibilidad a los elementos de protección, medida y seccionamiento sin interferir con el resto de equipos.

Asimismo, la celda estará preparada para la integración de los sistemas de señalización, telemedida y telecontrol, permitiendo la supervisión remota de estados, el envío de magnitudes eléctricas y la ejecución de maniobras a distancia, en cumplimiento de los requisitos técnicos del punto de acceso y conexión.

12.2. Interconexión de las celdas

La conexión entre las celdas de MT y el transformador de 5,6 MVA se realizará mediante conductores unipolares de aluminio con aislamiento termoestable. Desde la celda de línea partirá la línea subterránea particular de 15 kV hasta la posición de conexión en la subestación. La sección mínima será conforme a los requisitos de i-DE (3x240 mm² Al como mínimo cuando proceda), dimensionándose según la intensidad máxima permanente y criterios térmicos y de cortocircuito. El radio mínimo de curvatura será, como mínimo, 10 veces el diámetro exterior del cable.

12.3. Instalación y seguridad

Todas las envolventes metálicas estarán conectadas al sistema general de puesta a tierra del centro de transformación. Asimismo, se dispondrán los enclavamientos mecánicos y eléctricos necesarios para impedir maniobras incorrectas y garantizar la seguridad del personal. El local contará con la señalización de seguridad y cartelería reglamentaria correspondiente a instalaciones de Media Tensión.

13. CABLES DE MEDIA TENSIÓN

La evacuación de energía se realizará mediante una línea subterránea de media tensión (15 kV), con una longitud aproximada de 48 metros, que conectará la celda de línea integrada en la Power Station con la posición existente en el embarrado de 15 kV de la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO.

La línea se diseñará y ejecutará conforme a la reglamentación vigente en alta tensión y a las especificaciones técnicas de i-DE, dimensionándose su sección según criterios térmicos y de cortocircuito. Durante su ejecución se garantizarán las condiciones de seguridad, estabilidad del terreno y adecuada protección mecánica del cable.

Los conductores de la línea MT se seleccionan de acuerdo con el nivel de tensión, la potencia de la instalación y las condiciones de cortocircuito del punto de conexión, asegurando su capacidad térmica y mecánica. 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:

Parámetro	Valor
Sección	240 mm² (Al)
Tensión nominal:	12/20kV
Tensión máxima:	24kV
Intensidad admisible al aire (40ºC):	495A
Intensidad admisible enterrado (25ºC):	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 10. Características cable MT

La línea subterránea de media tensión (15 kV) que conectará la Power Station con la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO discurrirá entre los puntos de referencia indicados en la tabla siguiente, correspondientes, en esta fase preliminar del proyecto, al punto estimado de salida de la parcela y al punto de acceso a la subestación en el límite entre parcelas:

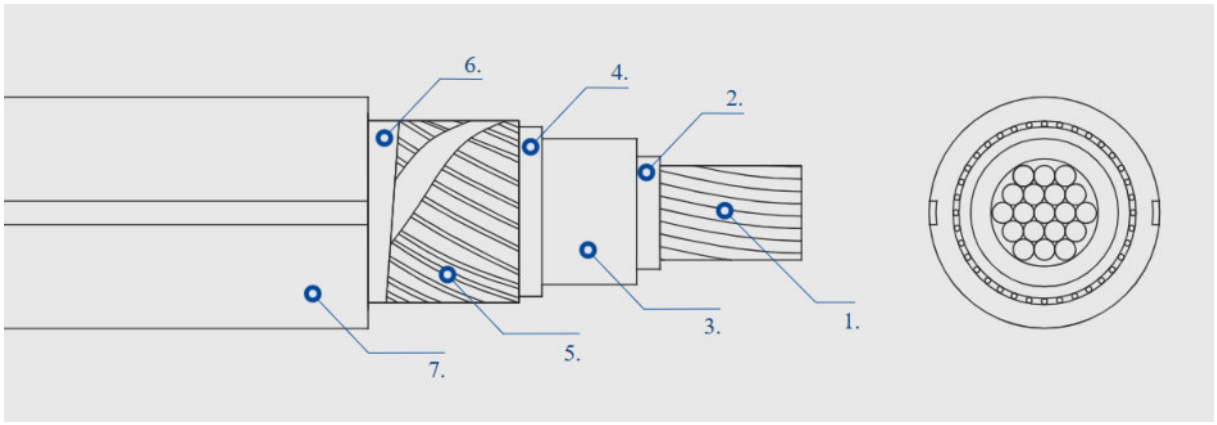
Parámetro	Valor
Coordenada de referencia salida parcela BESS	X: 428725,1937 Y: 4464261,7465
Coordenada de referencia acceso a SE ST PRADO SANTO DOMINGO	X: 428747,4075 Y: 4464251,0753

Tabla 11. Coordenadas línea MT

Se hace constar que dichas coordenadas tienen carácter orientativo en la presente fase de desarrollo y podrán ser ajustadas en la ingeniería de detalle, en función de la ubicación concreta de la celda de conexión dentro de la subestación y rutados existentes, conforme a las indicaciones técnicas que establezca i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

El trazado definitivo de la línea y los puntos exactos de conexión se definirán tras la validación técnica por parte de la empresa distribuidora, garantizando su adecuación a los criterios de explotación, seguridad y normativa aplicable.

13.1. Elementos cable MT



Nº	Elemento	Descripción
1	Conductor	Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.
2	Pantalla semiconductora interna	Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.
3	Aislamiento	Etileno propileno de alto módulo (HEPR), DIH-2 según HD 620-1, reticulado en catenaria de atmósfera seca mediante proceso de triple extrusión. Disponible en versión libre de plomo (SPB).
4	Pantalla semiconductora externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.
5	Pantalla metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm².
6	Separador	Cinta de poliéster. Opcionalmente sustituible por cinta para obturación del agua (water blocking) en cables tipo –OL.
7	Cubierta exterior	Poliolefina ignifugada y libre de halógenos, tipo DMZ2 según HD 620-1, de color rojo con dos franjas verdes.

Tabla 12. Elementos cable MT

13.2. 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.

13.3. Terminales

Los empalmes y terminales empleados en la línea subterránea de media tensión se seleccionarán de forma que resulten plenamente compatibles con las características eléctricas y mecánicas de los conductores, garantizando la continuidad del servicio y la seguridad de la instalación. Todos los accesorios cumplirán con lo establecido en la norma UNE 21021, relativa a piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV, así como con la normativa específica aplicable a cables con aislamiento extruido.

En los puntos en los que sea necesario unir distintos tramos de cable se dispondrán empalmes adecuados al tipo y sección de los conductores, pudiendo emplearse soluciones enfilables, retráctiles en frío o con relleno de resina. En cualquier caso, los empalmes no supondrán una merma de las prestaciones del cable, debiendo mantener unas características eléctricas y mecánicas equivalentes a las del conductor continuo. En particular, los empalmes garantizarán:

- Una conductividad eléctrica no inferior a la del conductor sin empalmar.
- Un nivel de aislamiento equivalente al del propio cable.
- La protección frente a la entrada de humedad y frente a daños mecánicos.
- La capacidad de soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos derivados del funcionamiento normal, sobrecargas y cortocircuitos.

Los empalmes termorretráctiles cumplirán los ensayos de calidad exigidos por la norma UNE-HD 629-1, relativa a accesorios para cables de energía con aislamiento extruido en tensiones comprendidas entre 3,6/6 kV y 20,8/36 kV.

Para la conexión de los cables en las celdas y equipos de media tensión, se emplearán terminales enchufables, diseñados de forma que la interfase entre el terminal y el equipo de conexión sea conforme a la norma IEC 60859. Estos terminales serán de tipo seco, encapsulados en resina, incorporando un cono deflector prefabricado que asegura una distribución uniforme del campo eléctrico.

La conexión del conductor se realizará mediante conector tipo bayoneta, diseñado para resistir los esfuerzos térmicos y mecánicos tanto en condiciones normales de servicio como en situaciones de cortocircuito. La conexión de la pantalla del cable a la base metálica del aislador se realizará de forma segura, garantizando la continuidad de la puesta a tierra.

Los sistemas de estanqueidad de los terminales impedirán la penetración de contaminantes o humedad en su interior, no requiriendo el uso de aceites ni la monitorización de niveles durante su vida útil. El nivel de aislamiento de los terminales será, en todo caso, equivalente al exigido para la línea de media tensión a la que se conectan.

13.4. CÁLCULOS LÍNEA EVACUACIÓN MT

13.4.1. Intensidades admisibles

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

- Temperatura del terreno (25 °C adoptada como hipótesis conservadora)
- Resistividad térmica del terreno (1,5 K·m / W)
- Número de circuitos agrupados (0, un único circuito)
- Profundidad de instalación (0,80 m)

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

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

Tabla 13. Temperatura máxima en ºC, asignada al conductor

La intensidad máxima admisible de los conductores, en servicio permanente:

Sección (mm^2)	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
240	320	345
630	535	588

Tabla 14. Intensidad máxima admisible bajo tubos

A esos 345 A se le aplicaran los siguientes coeficientes reductores.

- **Coeficientes de resistividad térmica**

La transferencia de calor inicial se realiza a través del hormigón y posteriormente al terreno natural que al estar asfaltado se favorece la retención de la humedad del suelo. Por lo que se toma como valor 1,5 Km/W

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

Tabla 15. Factores de corrección por resistividad

Para este proyecto el coeficiente será de 1.

- **Factores de corrección por distancia entre ternas.**

En este proyecto tenemos 3 tubos los cuales dos de ellos tendrán una línea de ternas independiente. Suponiendo que los tubos garantizan una separación entre ternas de 0,2 m y analizando la siguiente tabla:

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

Tabla 16. Coeficiente de separación entre ternas

El coeficiente será igual a: 0,83

- **Factores de corrección por temperatura distinta a 25ºC.**

Para nuestra instalación y según la tipología de suelo, vamos a tomar 25 ºC como temperatura del terreno.

		Temperatura del terreno (ºC)									
Tº de servicio (ºC)	Aislamiento	10	15	20	25	28	30	35	40	45	50
105	HEPR	1,09	1,06	1,03	1	0,982	0,97	0,94	0,9	0,87	0,83
90	XLPE	1,11	1,07	1,04	**1**	0,976	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	PVC	1,15	1,11	1,05	1	0,964	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	EPR	1,17	1,12	1,06	1	0,964	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 17. Coeficiente por temperatura del terreno

El coeficiente será igual a: 1

- **Cálculo de la intensidad corregida.**

Con todos los coeficientes calculado la intensidad corregida queda de la siguiente manera:

$$I_{corregida} = 345A \cdot K_T \cdot K_R \cdot K_G = 345 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}83 \approx 286{,}35A$$

Este valor resulta muy superior a la intensidad nominal del sistema, que es de 215,54 A, calculada en base a la potencia del transformador de 5600 kVA y 15 kV:

$$I = \frac{5600\ kVA}{\sqrt{3} \cdot 15\ kV} = 215{,}54\ A$$

Por tanto, se concluye que la sección de 240 mm² de aluminio cumple con margen suficiente el criterio de intensidad admisible, quedando garantizado un funcionamiento térmico seguro del cable en régimen permanente.

13.4.2. Criterio de caída de tensión

La caída de tensión es un parámetro clave en el diseño de líneas eléctricas, ya que incide directamente en la eficiencia de la instalación y en la calidad del suministro. En líneas de evacuación de media tensión, el valor máximo recomendado de caída de tensión suele situarse en torno al 1 %, aunque en instalaciones con distancias reducidas como la presente, se espera obtener valores considerablemente inferiores.

Para evaluar este criterio, se ha calculado la caída de tensión en el tramo subterráneo que conecta el Centro de transformación con el punto de conexión, según los datos del proyecto, es de 48 m.

La caída de tensión se ha calculado con la siguiente fórmula, para sistemas trifásicos de poca longitud:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot R$$

Si el las distancias fueran mayores, sería necesario tener en cuenta la reactancia. Se puede usar la fórmula general con impedancia:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot Z = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \sqrt{R^2 + X^2}$$

Una vez corregidos R y X para la temperatura operacional y obtenida la impedancia Z, se ha determinado la caída de tensión y su porcentaje respecto a la tensión nominal del sistema (15.000 V).

El valor resultante de caída de tensión porcentual es 0,001%, considerablemente inferior al 1 %, cumpliendo sobradamente con el criterio establecido y asegurando una evacuación eficiente de la energía generada hacia el punto de conexión.

13.4.3. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Analizando los permisos de acceso donde se refleja la potencia máxima de cortocircuito que utilizaremos para los cálculos:

	Trifásica (MVA)	Monofásica (MVA)
Mínima habitual:	268	4
Máxima de Diseño:	325	26

Tabla 18. Potencia de cortocircuito I-DE

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}xU} = \frac{325.000}{\sqrt{3}x15} = 12509{,}26A$$

Esta será la que utilicemos para el criterio térmico frente a cortocircuito, asegurando que el conductor seleccionado pueda soportar, sin deterioro, la energía térmica generada durante un fallo eléctrico, considerando el tiempo máximo de despeje por parte de los sistemas de protección. Para ello, se utiliza la expresión normativa:

$$I_{cc,adm} = \mathrm{k}\frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

S es la sección del conductor (en mm²)

$I_{cc,adm}$ es la corriente de cortocircuito (en A)

t_{cc} es el tiempo de despeje del cortocircuito (en s)

k es el coeficiente del material y aislamiento

En la siguiente tabla se determina la intensidad máxima de cortocircuito por sección de conductor:

Tipo de Aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Tabla 19. Intensidades de cortocircuitos A/mm²

Con nuestra sección del conductor y para t=1 la intensidad máxima de cortocircuito es de 21.360 A

Comparando ambos valores:

21.360 A > 12.510 A

14. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra del BESS se encuentra coordinado con el sistema de tierras del centro de transformación y de las instalaciones de media tensión, asegurando la continuidad eléctrica, la correcta evacuación de corrientes de defecto y la actuación de las protecciones asociadas. El diseño del sistema tiene como objetivos principales:

- Limitar las tensiones de contacto y de paso a valores admisibles.
- Proporcionar un camino de baja impedancia para la evacuación de corrientes de defecto.
- Establecer una referencia de potencial común para los sistemas de potencia, control y comunicaciones.

El sistema de puesta a tierra se concibe como un sistema único e integrado, común a todos los elementos de la instalación, incluyendo el sistema de almacenamiento en baterías, los equipos de conversión y transformación de potencia, el centro de seccionamiento, las instalaciones auxiliares, las masas metálicas accesibles y las estructuras de la nave.

La puesta a tierra de protección tiene por objeto conectar a tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto humano, que normalmente se encuentran sin tensión, pero que pueden energizarse como consecuencia de averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Entre estos elementos se incluyen, entre otros, las envolventes de celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasas de transformadores, armaduras de los edificios y estructuras metálicas.

Desde el punto de vista constructivo, el sistema se basa en una red de tierras enterrada, ejecutada mediante conductores de cobre desnudo y electrodos de puesta a tierra, a la que se conectan los distintos subsistemas de la instalación mediante conductores de protección, garantizando la equipotencialidad entre todos los elementos metálicos y envolventes. A tal efecto, se disponen las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- **Red General de Puesta a Tierra**, formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm², que discurre enterrado por el fondo de las canalizaciones de baja tensión (BT) y media tensión (MT) de la instalación, a una profundidad no inferior a 0,6 m.
- **Puesta a tierra del transformador**, integrada en la red general de tierras de la instalación, constituida por un anillo perimetral de cobre desnudo de 50 mm² enterrado a una profundidad aproximada de 0,5–0,8 m, reforzado mediante picas cilíndricas de acero cobrizado de 2 m de longitud, al que se conectan todas las masas metálicas del transformador y de la aparamenta de media tensión asociada; el neutro

del devanado en estrella se vinculará igualmente a esta red, garantizando la equipotencialidad, la correcta actuación de las protecciones y el cumplimiento de los límites reglamentarios de tensión de paso y contacto.

- **Conexión de las BESS con la puesta a tierra exterior**, compuesta por cuatro picas de cobre enterradas y un conductor de cobre desnudo enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, que se conecta a la red de tierras del sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS).

El sistema de almacenamiento de CEGASA dispone de una red interna de tierras, tanto en contenedores de baterías como en el CT, que se conecta a la red general de tierras del emplazamiento a través de los puntos de conexión y seccionador de puesta a tierra integrados en el propio equipo, conforme a las especificaciones del fabricante. La conexión entre los contenedores BESS y la red de tierras del emplazamiento se realiza mediante conductores dimensionados de acuerdo con la normativa aplicable.

A la línea de tierra de protección del edificio de almacenamiento se conectarán, entre otros, los siguientes elementos:

- Armadura de la envolvente prefabricada.
- Aparamenta de media tensión, conectada al conductor de tierra por dos puntos.
- Pantallas de los cables RHZ1 de llegada y salida de las líneas de media tensión.
- Puertas y rejillas metálicas, en su caso.
- Armarios metálicos instalados en el BESS, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

Las características detalladas del sistema de puesta a tierra, incluyendo la disposición definitiva de la red, la configuración y número de electrodos, las secciones finales de los conductores y los valores de resistencia de tierra, se definirán mediante un proceso de modelización y optimización del sistema, de forma que se garantice el cumplimiento de la normativa vigente, los criterios de la empresa distribuidora y las condiciones de seguridad exigibles.
Dicho proceso permitirá ajustar el diseño a las condiciones reales del emplazamiento, asegurando la correcta equipotencialidad de todos los elementos de la instalación, la limitación de tensiones de contacto y de paso, y la obtención de los valores de resistencia de tierra necesarios para un funcionamiento seguro y fiable del conjunto.

15. PROTECCIONES

Las protecciones eléctricas tienen por objeto garantizar una operación segura y fiable del sistema, tanto para las personas como para los equipos que lo componen, así como asegurar una correcta coordinación con la red de distribución. El diseño del sistema de protecciones se ajusta a lo establecido en la normativa nacional vigente en materia de instalaciones eléctricas y, en ausencia de disposiciones específicas, a la normativa y buenas prácticas de carácter internacional aplicables a sistemas de almacenamiento de energía.

Todos los equipos que integran la instalación disponen de los elementos de protección necesarios para prevenir y limitar los efectos de sobreintensidades, cortocircuitos, sobretensiones, defectos de aislamiento y condiciones anómalas de operación, actuando de forma coordinada para aislar el defecto y mantener la seguridad del conjunto.

En el lado de corriente continua (CC), los conductores del sistema de almacenamiento se encuentran adecuadamente dimensionados para soportar, como mínimo, el 125 % de la corriente correspondiente a la potencia máxima de operación, garantizando su capacidad térmica y mecánica sin necesidad de protección adicional en condiciones normales de funcionamiento. El sistema incorpora además dispositivos de seccionamiento y protección que permiten la desconexión segura del sistema de baterías ante situaciones anómalas.

En el lado de corriente alterna (CA), los conductores se protegen mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos, dimensionados conforme a las intensidades nominales y de cortocircuito previstas, asegurando

la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos. El sistema de conversión de potencia (PCS) incorpora protecciones internas que actúan de forma coordinada con las protecciones externas de la instalación.

El PCS dispone de sistemas de aislamiento galvánico o funcional, destinados a impedir el paso de componentes de corriente continua hacia el lado de corriente alterna. Asimismo, incorpora protecciones específicas frente a cortocircuitos, inversión de polaridad, y tensiones y frecuencias de red fuera de los rangos admisibles, garantizando una desconexión segura en caso de anomalía.

El sistema de puesta a tierra de la instalación constituye un elemento fundamental de protección, proporcionando una vía eficaz para la evacuación de corrientes de defecto y descargas atmosféricas, y asegurando la equipotencialidad de las masas metálicas accesibles, con el fin de prevenir contactos indirectos y limitar las tensiones de paso y contacto a valores admisibles.

Adicionalmente, los equipos accionados eléctricamente y los circuitos de servicios auxiliares disponen de protecciones a tierra e interruptores diferenciales, que refuerzan la seguridad de las personas frente a defectos de aislamiento y fugas de corriente.

16. SISTEMA CCTV

Se dispone de un sistema de videovigilancia (CCTV) destinado a garantizar la seguridad de la instalación y la supervisión de las zonas críticas. El sistema se compone de cámaras IP instaladas en los accesos a la planta y su interior, permitiendo la vigilancia de los equipos principales del BESS y de los puntos sensibles de la instalación, con visualización en tiempo real y registro de eventos.

El diseño del sistema de videovigilancia se completa con un sistema de detección de intrusión, concebido para garantizar la detección de cualquier acceso no autorizado. Los detectores empleados serán detectores volumétricos de movimiento, adecuadamente seleccionados y configurados para ser insensibles a perturbaciones externas, tales como ruidos ambientales, tráfico rodado próximo o el propio funcionamiento de los equipos de la instalación.



Ilustración 18. CCTV Exterior

El sistema CCTV y los dispositivos de detección de intrusión se alimentan desde los servicios auxiliares de la instalación e incorporan las protecciones eléctricas necesarias. Asimismo, se integran con el resto de sistemas de seguridad, permitiendo asociar la visualización de imágenes y los eventos de intrusión a la gestión de alarmas.

La instalación y uso del sistema se ajustan a la normativa vigente en materia de seguridad y protección de datos, limitando su finalidad al control y protección de la instalación.

17. OBRA CIVIL

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.

17.1. Movimiento de tierras

La instalación proyectada se emplaza en una parcela situada en la parte superior de una colina de topografía irregular, lo que puede requerir la ejecución de trabajos de movimiento de tierras para la adecuación de la plataforma de implantación de los equipos, la regularización del terreno y la formación de pendientes que garanticen la estabilidad estructural y el correcto drenaje superficial de la instalación.

El volumen definitivo de excavación y relleno será determinado con precisión en fases posteriores del desarrollo de la ingeniería, una vez definidos los niveles finales de rasante, las cimentaciones y las canalizaciones asociadas, incluyendo el trazado de la línea subterránea de media tensión hasta el punto de conexión.

En caso de resultar necesarios, los movimientos de tierras se ejecutarán conforme a criterios técnicos de estabilidad geotécnica, control de escorrentías y correcta gestión de materiales, adoptándose las medidas de seguridad y de protección medioambiental exigidas por la normativa vigente y por las autoridades competentes. Asimismo, durante la fase de obras se incorporará al Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental un control específico de plagas urbanas (artrópodos y roedores) con posible repercusión en la salud pública, dado que excavaciones, desbroces y canalizaciones soterradas pueden alterar hábitats y favorecer su dispersión. Se adoptarán medidas preventivas para evitar acumulación de residuos inertes, encharcamientos o focos potenciales de proliferación, y se establecerán mecanismos de coordinación con el Servicio de Gestión de Plagas del Ayuntamiento correspondiente en caso de incidencias o afecciones detectadas.

17.2. Drenajes

La parcela objeto del proyecto se sitúa en la parte superior de una colina, presentando una pendiente natural favorable para la evacuación gravitatoria de las aguas pluviales. Esta condición topográfica facilita el escurrimiento superficial hacia cotas inferiores, reduciendo de forma significativa el riesgo de acumulación de agua en el ámbito de implantación de la instalación.

No obstante, durante la fase de desarrollo de la ingeniería de detalle se analizará la rasante final resultante de los movimientos de tierras y la configuración definitiva de las plataformas y cimentaciones, con objeto de verificar que se mantiene la correcta evacuación de aguas y que no se generan puntos bajos susceptibles de encharcamiento.

En principio, no se prevé la necesidad de ejecutar sistemas específicos de drenaje superficial o subterráneo, más allá de la adecuada conformación de pendientes y la compactación del terreno. En caso de que el estudio topográfico y geotécnico detallado lo requiera, se podrán incorporar soluciones puntuales de drenaje superficial (cunetas perimetrales o canaletas de recogida) para garantizar la estabilidad de las plataformas y la protección de las infraestructuras eléctricas frente a escorrentías intensas.

17.3. Cimentaciones

La implantación de la instalación se realizará sobre plataformas de nueva ejecución en el interior de la parcela, no existiendo cimentaciones previas asociadas a edificaciones, al tratarse de suelo urbano sin edificar.

En función de las características del terreno y de los requisitos técnicos establecidos por el fabricante de los equipos, se ejecutarán cimentaciones de tipo losa de hormigón armado o zapatas aisladas/riostras, según corresponda, garantizando en todo caso la estabilidad estructural, el reparto uniforme de cargas, la durabilidad frente a condiciones ambientales y el correcto funcionamiento de la instalación.

17.4. Zanjas

Las zanjas necesarias para la interconexión eléctrica del sistema proyectado se ejecutarán conforme a las especificaciones técnicas de la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., aplicables a canalizaciones de redes de media tensión (12/20 kV).

La canalización se realizará mediante zanja entubada, con la disposición y características constructivas definidas en la sección tipo aprobada por la distribuidora, incluyendo, entre otros aspectos:

- Colocación de tubos de polietileno de alta densidad (HDPE), de diámetro adecuado para la instalación de los circuitos proyectados, disponiéndose un circuito por tubo.
- Ejecución de lecho de arena de río lavada, con un espesor aproximado de 5 cm, garantizando una superficie uniforme y la correcta protección mecánica de los conductos.
- Disposición de una capa de arena envolvente, con un espesor mínimo de 10 cm sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie.
- Colocación de relleno granular seleccionado, convenientemente compactado por tongadas.
- Instalación de cinta de señalización “Peligro eléctrico” a la profundidad reglamentaria y a lo largo de todo el trazado.
- Reposición del pavimento existente, ya sea acera, calzada, solera o terreno natural, restituyendo las condiciones iniciales.

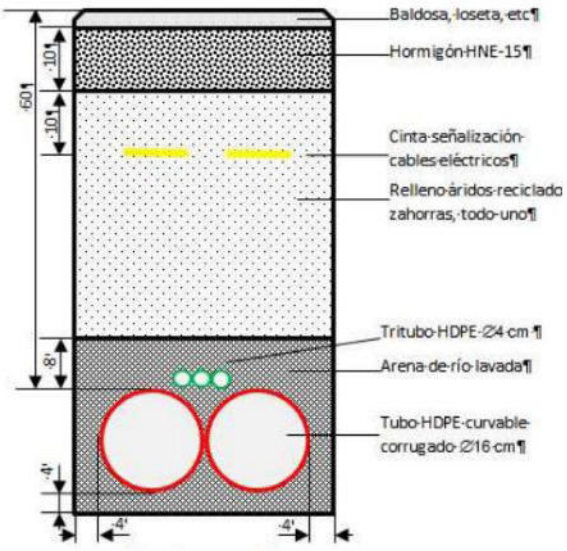


Ilustración 19. Zanja tipo

Las dimensiones de la zanja, profundidades y separaciones entre tubos se ajustarán en todo momento a la normativa y criterios técnicos vigentes de la distribuidora. En particular, se garantizará que la profundidad mínima hasta la generatriz superior del tubo no sea inferior a 0,6 m en acera o terreno natural ni a 0,8 m en calzada, adoptándose las profundidades de excavación necesarias para asegurar dichas cotas.

Los laterales de la zanja deberán ser estables y compactos, sin desprendimientos de tierras o piedras. Se evitarán, en la medida de lo posible, los cambios de dirección en las canalizaciones entubadas, respetando los radios de curvatura mínimos indicados por el fabricante de los tubos. En los puntos donde sea necesario facilitar el tendido de los cables o limitar las tensiones de tiro, se dispondrán arquetas o calas de tiro, cuyas entradas y canalizaciones quedarán debidamente selladas.

La ejecución de las zanjas se realizará minimizando las afecciones al entorno, cumpliendo la normativa de seguridad y salud laboral, especialmente en los trabajos en zanja, y garantizando una correcta compactación del relleno, de modo que se asegure la estabilidad y durabilidad de la canalización eléctrica proyectada.

18. GESTIÓN DE INCIDENTES E INCENDIOS EN EL BESS

El sistema BESS dispone de monitorización continua a través del BMS (Battery Management System), integrando supervisión individual de módulos y celdas (temperatura, tensión, corriente, estado de carga), así como control de los sistemas auxiliares (refrigeración, detección de incendios y protecciones eléctricas).

Ante cualquier desviación respecto a los parámetros nominales, el sistema actúa de forma automática, sin dependencia de intervención humana, aplicando los protocolos específicos según la naturaleza del evento detectado.

18.1. Detección de anomalía térmica en un módulo de batería

En caso de detectarse un incremento anómalo de temperatura en un módulo:

1. El BMS limita o detiene la operación de carga/descarga.
2. Se mantiene activo el sistema de refrigeración.
3. Se aísla eléctricamente el módulo afectado.
4. Se programan las actuaciones correctivas necesarias.

Con esta actuación temprana se impide la progresión hacia un escenario de embalamiento térmico (thermal runaway).

La instalación emplea celdas de química LFP, cuya estabilidad térmica es significativamente superior a las de baterías de movilidad NMC (patinetes, coches eléctricos, etc.). Técnicamente:

- La temperatura de inicio del embalamiento térmico en LFP se sitúa típicamente en el entorno de 250–300 °C, frente a 150–180 °C en químicas NMC.
- El cátodo LFP no libera oxígeno fácilmente durante la descomposición térmica.
- La menor densidad energética reduce la energía disponible por unidad de volumen.

Desde el punto de vista del triángulo del fuego (combustible–comburente–energía de activación), la química LFP presenta:

- Mayor umbral térmico de activación.
- Limitación del comburente disponible.
- Menor energía liberable.

Por ello, para que se produzca un embalamiento térmico en este tipo de baterías se suele necesitar circunstancias extraordinarias, tales como:

- Exposición a fuego de otros equipos.
- Daño mecánico severo.
- Fallo extremo y sostenido del sistema de refrigeración.

18.2. Incendio externo de otros equipos

Los contenedores de baterías se ubican en el exterior y separados físicamente de otros equipos principales, muchos de los cuales se sitúan en el interior de la nave. La protección frente a incendios convencionales externos se garantiza mediante:

- Los sistemas de detección y extinción descritos en el apartado 9.7.
- Separación física entre subsistemas.
- Instalación de sistemas de protección contra incendios en el interior de la nave conforme a normativa aplicable.
- Sectorización y distancias de seguridad.

En consecuencia, el riesgo de propagación desde equipos auxiliares hacia los contenedores de baterías se encuentra controlado mediante medidas activas y pasivas.

18.3. Daño severo en un módulo de batería

En caso de producirse un daño interno significativo en un módulo de batería (por ejemplo, fallo eléctrico interno, deterioro estructural o comportamiento anómalo de celda detectado por desviaciones de tensión o temperatura), el BMS identifica la anomalía de forma inmediata mediante la supervisión individualizada de parámetros eléctricos y térmicos. Ante esta situación, el sistema ejecuta automáticamente la siguiente secuencia:

1. Detención inmediata de la operación de carga y descarga.
2. Aislamiento eléctrico del módulo afectado.
3. Se mantienen los sistemas de refrigeración activos para estabilizar térmicamente el conjunto.
4. Se sustituye el elemento dañado.

La arquitectura modular del sistema impide que un fallo puntual comprometa el conjunto de la instalación. Una vez asegurada la estabilización térmica y eléctrica, el módulo dañado se sustituye conforme a los procedimientos de mantenimiento establecidos.

18.4. Fallo extremo del sistema de refrigeración

El sistema dispone de supervisión continua del funcionamiento de los equipos de climatización y del comportamiento térmico de los módulos. En el supuesto de detectarse una pérdida de capacidad de refrigeración o un incremento sostenido de temperatura por encima de los umbrales de seguridad, el sistema actúa automáticamente según la siguiente secuencia:

1. Limitación de potencia o parada completa de la operación eléctrica.
2. Mantenimiento de los sistemas de refrigeración disponibles.
3. Si la temperatura sigue siendo crítica y no desciende, puede activarse el apoyo mediante el sistema de agua contra incendios descrito en el apartado 9.7 para evacuar el calor generado.

En ausencia de embalamiento térmico, una vez detenida la operación eléctrica no se genera aporte adicional de calor, por lo que la situación se limita a disipar el calor acumulado y la reparación del sistema de refrigeración.

18.5. Escenario extremo: embalamiento térmico

En el supuesto improbable de que, pese a todas las medidas de prevención, detección temprana, aislamiento eléctrico y control térmico descritas en los apartados anteriores, se iniciara un proceso de embalamiento térmico en un módulo de batería, el sistema dispone de mecanismos automáticos de contención y mitigación. La secuencia de actuación sería la siguiente:

1. Activación automática de los sistemas de detección (temperatura, humo u otros sensores integrados).
2. Generación de alarma inmediata en el sistema de supervisión y telecontrol.
3. Apertura de la válvula mediante accionamiento del solenoide correspondiente.
4. Descarga automática del sistema de extinción por agua a alta presión sobre el área afectada, con autonomía aproximada de dos horas.

El objetivo principal de esta actuación es:

- Reducir la temperatura del módulo afectado.
- Evitar la propagación térmica a módulos adyacentes.
- Limitar la evolución del evento en el interior del contenedor.

Durante el periodo de descarga automática, se garantiza el tiempo necesario para la llegada e intervención de los servicios de emergencia, que podrán continuar la refrigeración hasta la completa estabilización térmica.

Cabe señalar que, en sistemas con química LFP, incluso en caso de combustión de un módulo, el fenómeno tiende a ser más lento y menos violento que en otras químicas, lo que facilita las tareas de enfriamiento y control.

18.6. Protección pasiva frente a propagación exterior

Con independencia de las medidas activas de detección y extinción previstas, el diseño de la implantación garantiza la prevención de la propagación del fuego hacia el exterior mediante el cumplimiento de las distancias de seguridad establecidas en la normativa aplicable para instalaciones de almacenamiento energético en exterior.

La disposición de los contenedores y equipos se ha proyectado respetando las separaciones mínimas reglamentarias respecto a linderos, parcelas colindantes y otras infraestructuras, de modo que no resulta necesaria, en la configuración actual, la ejecución de elementos constructivos específicos de resistencia al fuego (pantallas o muros EI) para la protección frente a propagación exterior.

No obstante, en caso de que durante la tramitación administrativa o a requerimiento del órgano competente se estableciera la necesidad de incorporar medidas adicionales de protección pasiva, se adoptarán las soluciones constructivas adecuadas (pantallas o cerramientos con la clasificación de resistencia al fuego que se determine), garantizando en todo momento el confinamiento de un eventual incendio al elemento afectado y la no afección a instalaciones o parcelas adyacentes.

18.7. Conclusión técnica

El diseño de la instalación se fundamenta en una estrategia de seguridad mixta, combinando medidas preventivas, sistemas automáticos de detección y actuación, soluciones activas de extinción y protección pasiva basada en la propia configuración espacial de la planta.

Desde el punto de vista preventivo, la selección de tecnología de ion-litio con química LFP aporta una estabilidad térmica intrínseca superior y un mayor umbral de inicio de embalamiento térmico frente a otras químicas habituales, reduciendo de forma significativa la probabilidad de ignición. A nivel operativo, el sistema permanece monitorizado de forma continua mediante el BMS y los sistemas de supervisión asociados, actuando automáticamente ante cualquier desviación de parámetros eléctricos o térmicos. La arquitectura modular permite aislar incidencias puntuales, evitando su propagación al conjunto de la instalación.

En caso de anomalías relevantes, se ejecutan secuencias automáticas de parada, aislamiento eléctrico y mantenimiento de la refrigeración. Si fuera necesario, se dispone de sistemas automáticos de extinción dimensionados para garantizar la contención inicial del evento y permitir la intervención de los servicios de emergencia.

Adicionalmente, la ubicación exterior de los contenedores de baterías y el cumplimiento de las distancias reglamentarias respecto a linderos y edificaciones próximas aseguran la no propagación a terceros incluso en escenarios extremos, sin necesidad, en la configuración actual, de incorporar elementos estructurales específicos de resistencia al fuego. En consecuencia, la combinación de:

- Química de alta estabilidad térmica (LFP)
- Monitorización continua y actuación automática
- Aislamiento eléctrico inmediato ante anomalías
- Sistemas activos de refrigeración y extinción
- Separación física y cumplimiento de distancias de seguridad

Permite concluir que la instalación presenta un nivel de seguridad elevado, con múltiples capas de protección independientes y complementarias, que reducen de forma muy significativa la probabilidad de incendio y limitan eficazmente sus consecuencias incluso en escenarios extremos.

19. VIDA ÚTIL

La vida útil de los activos que integran este sistema de almacenamiento de energía está condicionada principalmente por dos factores operativos: el tiempo de utilización y el número total de ciclos de carga y descarga acumulados. Estos elementos están directamente vinculados a la relación entre la potencia y la energía que el sistema entrega de manera habitual, así como a las condiciones térmicas y a la profundidad media de descarga en operación.

Dentro del marco tecnológico actual, se considera que las baterías de ion litio representan la tecnología con mayor potencial de evolución hasta el año 2030, ofreciendo un sistema modular y escalable para el sector eléctrico. La duración específica del almacenamiento dependerá de la química de las celdas seleccionada (NMC o LFP), ya que cada una ofrece distintas prestaciones en cuanto a sus ciclos de vida y densidad energética.

En el caso del presente proyecto, basado en tecnología LFP, se estima una vida útil operativa de las baterías comprendida entre 10 y 15 años, en función del régimen de explotación, número de ciclos anuales, profundidad de descarga y condiciones ambientales. La infraestructura eléctrica, obra civil y sistemas auxiliares asociados se han dimensionado para una vida útil global del proyecto de aproximadamente 25 años, contemplando la posibilidad de sustitución o repotenciación de los módulos de baterías durante dicho periodo para mantener la capacidad nominal de la planta.

Para asegurar la funcionalidad de la planta durante todo su horizonte operativo, el proyecto contempla los siguientes aspectos:

- **Infraestructura de acceso:** El camino de entrada garantiza el transporte de maquinaria no solo durante la fase de construcción, sino también para las labores de mantenimiento, sustitución o repotenciación de equipos durante toda la vida útil de la instalación.

- **Elementos de seguridad:** Todos los equipos de protección individual (EPI) y los sistemas de protección colectiva utilizados en la planta tienen fijado un periodo de vida útil específico, tras el cual deben ser desechados y repuestos para mantener los estándares de seguridad exigidos por la normativa aplicable.

- **Mantenimiento preventivo y correctivo:** La durabilidad del sistema se apoya en revisiones periódicas de la maquinaria, del sistema de almacenamiento, del PCS y de la instalación eléctrica en su conjunto, declarando “fuera de servicio” cualquier componente que presente fallos o deterioros que comprometan su funcionamiento previsto y procediendo a su reparación o sustitución conforme a los planes de mantenimiento establecidos.

De este modo, la planificación del proyecto contempla una explotación a largo plazo de 25 años, con la correspondiente gestión del ciclo de vida de los componentes, garantizando la continuidad operativa, la seguridad y la viabilidad técnica de la instalación.

20. CRONOGRAMA

Se estima en 13 meses el plazo necesario para la completa ejecución y puesta en marcha de la Instalación BESS MÓSTOLES 1_ST:

	ACTIVIDAD	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			
		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																																																	
	Movimiento inicial de																																																	
	Vallado provisional + accesos																																																	
OBRA CIVIL	Movimiento de tierras, compactación y rellenos																																																
	Cimentaciones BESS y Power Station																																																
	Zanjas y canalizaciones																																																
	Auxiliares																																																
EQUIPOS	Montaje BESS																																																
BAJA TENSIÓN	Instalación de baja tensión																																																
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Instalación prefabricado y conexionado																																																
MEDIA TENSIÓN	Instalación de línea media tensión																																																
SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	Instalación hardware																																																
	Integración EMS + BMS																																																
	Telecontrol																																																
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	Pruebas																																																
	Puesta en marcha																																																

Tabla 20. Plan de actuación

21. PRESUPUESTO

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

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS
IBESS	**PLANTA BESS 5MW "MÓSTOLES 1_ST"**	**3.344.100,00 €**
BS01	ESTUDIOS PREVIOS	8.220,00
BS02	MOVIMIENTO TIERRAS	7.638,34
BS03	INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES	267.819,72
BS04	INVERSORES Y TRANSFORMADORES	425.800,00
BS05	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	2.579.000,00
BS06	SEGURIDAD Y MONITORIZACIÓN	28.283,93
BS07	VARIOS GENERALES OBRA	27.338,01

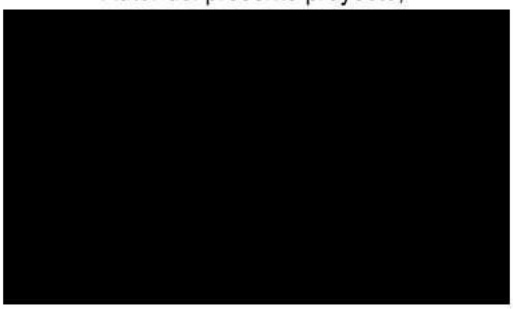
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**3.344.100,00 €**
21,00% I.V.A	702.261,00 €
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	4.046.361,00 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	4.046.361,00 €

22. CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, estimamos que queda suficientemente aclarado el alcance de la presente Memoria, que sometemos a la consideración de los Organismos Competentes.

En Sevilla, a 12 de marzo de 2026

Autor del presente proyecto,



Ingeniero Técnico Industrial

ANEXOS

A continuación, se anexa la información complementaria a la memoria del proyecto:

ANEXO 1. Pliego de condiciones generales

ANEXO 2. Gestión de Residuos

ANEXO 3. Estudio de Seguridad y Salud

ANEXO 4. Memoria contraincendios

ANEXO 5. Estudio de Electromagnetismo

ANEXO 6. Planos

ANEXO 7. Hoja de características

ANEXO 8. Declaración responsable

ANEXO I

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

REVISIÓN: 0B

FECHA: 12/03/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	19/01/26	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE

INDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES 7
1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES 7
1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES 7
1.4. DOCUMENTOS DE OBRA Y LEGISLACIÓN SOCIAL 7
1.5. SEGURIDAD PÚBLICA 8
1.6. NORMAS Y DISPOSICIONES APLICABLES 8
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO 10
2.1. OFICINA DE OBRA 10
2.2. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES. 11
2.3. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR. 11
2.4. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA 11
2.5. RESPONSABILIDAD CIVIL 12
2.6. COMIENZO DE LAS OBRAS, RITMO, EJECUCIÓN Y ORDEN DE LOS TRABAJOS. 12
2.7. LIBRO DE ÓRDENES 12
2.8. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 12
2.9. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS 13
2.10. PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR 13
2.11. TRABAJOS DEFECTUOSOS Y MODIFICACIÓN DE LOS MISMOS 13
2.12. VICIOS OCULTOS 13
2.13. MATERIALES Y SU PROCEDENCIA 13
2.14. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS 14
2.15. MEDIOS AUXILIARES 14
2.16. LIMPIEZA DE LAS OBRAS 14
2.17. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS 14
2.18. ACTA DE RECEPCIÓN 14
2.19. DOCUMENTACIÓN FINAL 15
2.20. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS. 16
2.21. RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS 16
2.22. RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA. 17
2.23. PLAZO DE GARANTÍA 17
2.24. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA 17
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA 17
3.1. BASE FUNDAMENTAL 17
3.2. GARANTÍA 17

3.3. FIANZA 18
3.4. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA 18
3.5. DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL 18
3.6. REVISIÓN DE PRECIOS 18
3.7. DE LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS 18
3.8. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS 19
3.9. DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS 19
3.9.1. MATERIALES 19
3.9.2. MANO DE OBRA 20
3.9.3. TRANSPORTES DE MATERIALES 20
3.9.4. TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD 20
3.9.5. TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES 20
3.9.6. TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES 20
3.9.7. TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA 20
3.10. PEM Y PEC 20
3.11. GASTOS GENERALES Y FISCALES 20
3.12. GASTOS IMPREVISTOS 21
3.13. BENEFICIO INDUSTRIAL 21
3.14. HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA 21
3.15. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA 21
3.15.1. MEDIOS AUXILIARES 21
3.15.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA 21
3.15.3. ENERGÍA ELÉCTRICA 21
3.15.4. MATERIALES NO UTILIZADOS 21
3.15.5. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS 22
3.15.6. ENSAYOS Y PRUEBAS 22
3.16. PRECIOS CONTRADICTORIOS 22
3.17. ABONO DE LAS OBRAS 22
3.18. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA 22
3.19. ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS 23
3.20. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA 23
3.21. OBRAS NO TERMINADAS. 23
3.22. CERTIFICACIONES 23
3.23. DEMORA EN LOS PAGOS 24
3.24. PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS 24
3.25. RESCISIÓN DEL CONTRATO 24
3.26. SEGURO DE LAS OBRAS 25

3.27. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS 25
3.28. PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS 25
3.29. GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES 25
4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL 26
4.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO 26
4.2. PLAN DE OBRA 26
4.3. OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES. DIVERGENCIAS Y ADECUACIÓN A LOS MISMOS. 26
4.4. INSTRUCCIONES ADICIONALES 27
4.5. COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 27
4.6. PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES 27
4.7. CONTRATO 27
4.8. CONTRATOS SEPARADOS 27
4.9. SUBCONTRATOS 27
4.10. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO 28
4.11. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 28
4.12. TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA 28
4.13. SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO 28
4.14. DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO 28
4.15. DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO 29
4.16. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO 29
4.17. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA 29
4.18. PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS 29
4.19. DAÑOS A TERCEROS 29
4.20. POLICÍA DE OBRA 30
4.21. ACCIDENTES DE TRABAJO 30
4.22. RÉGIMEN JURÍDICO 30
4.23. SEGURIDAD SOCIAL 30
4.24. RESPONSABILIDAD CIVIL 30
4.25. IMPUESTOS 31
4.26. DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS 31
5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES 31
5.1. DISPOSICIONES GENERALES 31
5.1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES 31
5.1.2. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES 31
5.1.3. MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO 32
5.1.4. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN 32

5.2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA MEDIANTE BATERÍAS (BEES) 32
5.2.1. CONDICIONES GENERALES 32
5.2.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 33
5.2.2.1. Tubos en canalizaciones empotradas 34
5.2.2.2. Instalación 34
5.2.2.3. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas 36
5.2.2.4. Accesibilidad a las instalaciones 37
5.2.3. CONDUCTORES 37
5.2.3.1. Materiales 37
5.2.3.2. Dimensionado 38
5.2.3.3. Identificación de las instalaciones 38
5.2.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica 38
5.2.4. INVERSORES 39
5.2.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN 40
5.2.6. COMPONENTES Y MATERIALES 40
5.2.6.1. Sistemas de Almacenamiento de Energía (BESS) 40
5.2.6.2. Contenedores y estructuras portantes 41
5.2.6.3. Cableado 41
5.2.6.4. Conexión a red 41
5.2.6.5. Medidas 41
5.2.6.6. Protecciones 42
5.2.6.7. Puesta a tierra 43
5.2.6.8. Armónicos y compatibilidad electromagnética 43
5.3. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD B.T. 43
5.3.1. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE 43
5.3.2. APARAMENTA 43
5.3.2.1. Generalidades 43
5.3.2.2. Interruptores automáticos 44
5.3.2.3. Interruptores diferenciales 44
5.3.2.4. Interruptores magnéticos en caja moldeada 44
5.3.2.5. Interruptores automáticos de ruptura al aire 44
5.3.2.6. Interruptores y conmutadores manuales 45
5.3.2.7. Contactores 45
5.3.2.8. Fusibles 46
5.3.2.9. Especificaciones de ejecución 46
5.3.3. CUADROS ELÉCTRICOS 46

5.3.3.1. Generalidades 46
5.3.3.2. Materiales 46
5.3.3.3. Especificaciones de ejecución 47
5.3.4. CONDUCTORES ELÉCTRICOS 48
5.3.4.1. Generalidades 48
5.3.4.2. Materiales 48
5.3.4.3. Especificaciones de ejecución 51
5.3.5. CANALIZACIONES 52
5.3.5.1. Generalidades 52
5.3.5.2. Materiales 52
5.3.5.3. Especificaciones de ejecución 53
5.3.6. CONTADORES DE ENERGÍA Y CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN 56
5.3.6.1. Generalidades 56
5.3.6.2. Materiales 56
5.3.6.3. Especificaciones de ejecución 57
5.3.7. PUESTA A TIERRA 57
5.3.7.1. Generalidades 57
5.3.7.2. Materiales 58
5.3.7.3. Especificaciones de ejecución 58
5.4. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD EN MEDIA TENSIÓN 59
5.4.1. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE 59
5.4.2. CABLES DE MEDIA TENSIÓN 59
5.4.2.1. Generalidades 59
5.4.2.2. Tipos de cables y características constructivas 60
5.4.2.3. Dimensionado eléctrico y térmico 60
5.4.2.4. Instalación y tendido 61
5.4.2.5. Empalmes y terminales 61
5.4.2.6. Ensayos y pruebas (VLF / aislamiento) 62
5.4.2.7. Identificación y señalización 62
5.4.3. CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN 62
5.4.4. APARAMENTA Y PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN 63
5.4.5. PUESTA A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN 63
5.4.5.1. Normativa y Criterios de Diseño 63
5.4.5.2. Materiales 63
5.4.5.3. Ensayos y pruebas 64
6. CONCLUSIÓN 65

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o de arrendamiento de obra, si existiera.
- Memoria, anexos de cálculo, planos, mediciones, y presupuesto.
- El presente Pliego de Condiciones Generales.
- Los Pliegos de Condiciones Técnicas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en materia de Gestión de Residuos
- Proyecto de control de la edificación.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

1.3. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas elaborados por el Colegio Oficial de Ingenieros.

1.4. DOCUMENTOS DE OBRA Y LEGISLACIÓN SOCIAL

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquéllas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.5. SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista que resultará adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.6. NORMAS Y DISPOSICIONES APLICABLES

En cuanto a la Normativa para la redacción del Proyecto y ejecución de las obras, regirán conjuntamente a los Documentos del Contrato, los siguientes Pliegos, Normas y Reglamentos:

- Generales:
  - Reglamento (UE) 2024/3110, por el que se establecen reglas armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
  - Reglamento (CE) 765/2008, relativo a acreditación y vigilancia del mercado y al marcado CE.
  - Decisión 768/2008/CE, sobre un marco común para la comercialización de los productos.
  - Reglamento (UE) 2019/1020, relativo a la vigilancia del mercado y la conformidad de los productos.

- Seguridad y Salud Laboral:
  - Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).
  - Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP).
  - Real Decreto 485/1997, señalización de seguridad y salud en el trabajo.
  - Real Decreto 486/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
  - Real Decreto 487/1997, manipulación manual de cargas.
  - Real Decreto 773/1997, utilización de equipos de protección individual.
  - Real Decreto 1215/1997, utilización de equipos de trabajo.
  - Real Decreto 1627/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
  - Real Decreto 171/2004, coordinación de actividades empresariales.
  - Ley 32/2006 (subcontratación en el sector de la construcción) y Real Decreto 1109/2007 (desarrollo).
  - Reglamento (UE) 2016/425, relativo a los equipos de protección individual (diseño/fabricación/comercialización).
  - Real Decreto 1644/2008, normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
  - RD 614/2001 sobre la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

- Reglamentación Eléctrica Específica
  - 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 (RAT) y sus ITC-RAT 01 a 23.
  - Resolución de 18 de septiembre de 2025, de la Dirección General de Estrategia Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la ITC-RAT-02.
  - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
  - 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 ITC-LAT 01 a 09.
    - Resolución de 17 de abril de 2021, por la que se actualiza el listado de normas de obligado cumplimiento de la ITC-LAT-02.
    - Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, en cuanto a modificaciones aplicables al REBT (ITC-BT-40) para requisitos de seguridad asociados a autoconsumo y mecanismos antivertido.
- Normativa de Almacenamiento y Baterías:
    - UNE-EN IEC 62619:2022 (Ratificada): requisitos de seguridad para acumuladores y elementos de litio para uso en aplicaciones industriales.
    - UNE-EN IEC 63056:2020 (Ratificada): seguridad para baterías de litio para su uso en sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EES).
    - UNE-EN IEC 62933-5-2:2021: seguridad para sistemas EES integrados en red basados en sistemas electroquímicos.
    - UNE-EN IEC 62485-2:2019: seguridad de baterías e instalaciones de baterías. Parte 2 (baterías estacionarias) (sustituye UNE-EN 50272-2, anulada).
    - UNE-EN IEC 62485-1:2018: información general de seguridad para baterías e instalaciones de baterías (si quieres una referencia “transversal” adicional).
    - Reglamento (UE) 2024/573 (gases fluorados): prohibición escalonada de puesta en funcionamiento de nueva aparamenta que use gases fluorados (incluido SF6), con hitos desde 1/01/2026 para MT hasta 24 kV, y régimen de excepciones documentables.
    - Real Decreto 115/2017 (gases fluorados): comercialización/manipulación y certificación de profesionales; y su normativa asociada para conmutadores eléctricos con gases fluorados (Orden PRA/905/2017).
- Puesta a tierra e instalaciones >1 kV
    - UNE-EN 50522:2022: puesta a tierra en instalaciones eléctricas de tensión superior a 1 kV en corriente alterna (vigente; anula UNE-EN 50522:2012).
    - UNE-EN IEC 61936-1:2021 (Ratificada): reglas comunes para instalaciones eléctricas de potencia >1 kV AC (y 1,5 kV DC).
    - (Opcional, solo si el cliente lo exige como guía) IEEE 80-2013: guía de seguridad en puesta a tierra de subestaciones AC, con estatus “Inactive-Reserved” (inactivada 2024-03-21).
- Carreteras y movimiento de tierras:
    - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus actualizaciones vigentes (Orden de 2/07/1976 y órdenes posteriores de modificación/actualización: 21/01/1988; 27/12/1999; 28/12/1999; FOM/475/2002; FOM/1382/2002; FOM/891/2004; FOM/2523/2014; FOM/510/2018).
- Estructuras, hormigón, acero y productos asociados:
    - Real Decreto 470/2021, por el que se aprueba el Código Estructural (sustituye a EHE-08 y EAE).
    - Real Decreto 256/2016, Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
    - UNE-EN 771-3:2011+A1:2016, Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros).
    - UNE-EN 459-1:2016, Cales para la construcción. Parte 1.
    - UNE-EN 459-2:2022, Cales para la construcción. Parte 2: métodos de ensayo.
    - UNE-EN 459-3:2016, Cales para la construcción. Parte 3: evaluación de la conformidad.
    - UNE 80502:2014, Cales vivas o hidratadas utilizadas en la mejora y/o estabilización de suelos.
- Edificación:
    - Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

(CTE) y sus modificaciones vigentes (p. ej., RD 732/2019 y RD 450/2022).
    - Real Decreto 997/2002, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
    - Real Decreto 513/2017, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).
    - (Si procede por uso industrial) Real Decreto 164/2025, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI).
- Fábricas:
    - Documentos Básicos del CTE: DB-SE-F (Seguridad estructural – Fábrica) y, en general, los DB estructurales aplicables del CTE en su versión vigente.
- Especificaciones Particulares de la empresa distribuidora.

2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

La Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999, de 5 de noviembre) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiendo por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

• Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.

• Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones; del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

• Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de Arquitecto / Ingeniero.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de Arquitecto / Ingeniero o Arquitecto Técnico / Ingeniero Técnico, y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de Arquitecto / Ingeniero, Arquitecto Técnico / Ingeniero Técnico, y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

2.1. OFICINA DE OBRA

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes: el proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero; la licencia de obras; el libro de órdenes y asistencias; el plan de seguridad y salud; el libro de incidencias; el proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese; las fichas de tendido y protocolos de ensayos específicos para sistemas BESS; el Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo; la documentación de los seguros mencionados en el artículo 2.5 (Responsabilidad Civil) o 3.26 (Seguro de las obras).

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará a la Dirección Facultativa y a sus representantes en las visitas

que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra (especialmente para la inspección de contenedores de baterías e inversores), poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.2. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga la Dirección Facultativa y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

Se entenderá por reformado de proyecto, con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

2.3. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR.

El Constructor podrá requerir de la Dirección Facultativa, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma “enterado”, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como la Dirección Facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes facilitadas por la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aun así, el Contratista podrá 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 obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.4. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Contratista no podrá recusar a la Dirección Facultativa o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente (2.3 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR.), pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.5. RESPONSABILIDAD CIVIL

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan. El Contratista y la Dirección Facultativa de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

2.6. COMIENZO DE LAS OBRAS, RITMO, EJECUCIÓN Y ORDEN 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 realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias del orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente a la Dirección Facultativa un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por la Dirección Facultativa, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

La Dirección Facultativa podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo.

2.7. LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición de la Dirección Facultativa un “Libro de Órdenes y Asistencia”, con sus hojas foliadas por duplicado, en el que se redactarán las que se crean oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general y las fincas colindantes, así como las que se crean necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que se hayan observado en las diferentes visitas a la obra, y en suma, todas las que se juzguen indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y en armonía con los documentos del proyecto.

2.8. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue la Dirección Facultativa al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.9. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por la Dirección Facultativa en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

2.10. PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable de la Dirección Facultativa. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido a la Dirección Facultativa, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prorroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.11. TRABAJOS DEFECTUOSOS Y MODIFICACIÓN DE LOS MISMOS

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa. Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por la Dirección Facultativa, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Facultativa advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas, sustituidas o reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

2.12. VICIOS OCULTOS

Si la Dirección Facultativa tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos.

2.13. MATERIALES Y SU PROCEDENCIA

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los

materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Se garantizará en todo momento la trazabilidad documental de los suministros, así como el cumplimiento del marcado CE. El almacenamiento en obra de los elementos de la instalación (contenedores, inversores, racks) se hará en sus embalajes originales, en lugares protegidos de lluvias y focos húmedos, evitando siempre el contacto directo con el terreno.

2.14. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

El Contratista presentará a la Dirección Facultativa, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.15. MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que éste pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando éstos estén detallados en el presupuesto y consignados por partida alzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

2.16. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entono limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

2.17. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte la Dirección Facultativa.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de las necesarias precauciones.

2.18. ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por la Dirección Facultativa de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor.

2.19. DOCUMENTACIÓN FINAL

La Dirección Facultativa, asistida por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de construcción y montaje, así como la relativa a las instrucciones de operación y mantenimiento de la instalación y sus equipos principales, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Esta documentación constituirá el Expediente de Fin de Obra, que ha de ser entregado por el Contratista a la Propiedad para la gestión de las autorizaciones de explotación y puesta en marcha.

A su vez dicha documentación se divide en:

A. DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se compone de:

- Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por la Dirección Facultativa de la obra.
- Autorizaciones administrativas previas, autorizaciones de construcción y licencias municipales.
- Licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.
- La documentación de seguimiento será depositada por la Dirección Facultativa de la obra en el Colegio Oficial.

B. DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del Jefe de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anexos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el Contratista, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el Contratista y autorizada por la Dirección Facultativa, su Colegio Profesional.

C. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España, en donde la Dirección Facultativa de la obra certificará que las instalaciones han sido realizadas bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con

arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Asimismo, certificará que en el desarrollo de los trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas de seguridad y que se han realizado todas las pruebas y ensayos previstos en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones comprendidas en el proyecto.

Al certificado final de obra se le unirán como anexos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad de la Propiedad, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Protocolos de pruebas realizadas (malla de tierra, tensiones de paso y contacto, rigidez dieléctrica, pruebas funcionales del BMS y sistemas de protección)
- Planos “AS-BUILT”.

2.20. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan. En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen. Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra.

Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

2.21. RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles así como cesará su obligación de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones, quedando sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste último. Una vez recibidas definitivamente las obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

S A la firma del Acta de Recepción el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del proyecto. Estos planos serán reproducibles y se integrarán en el Expediente de Fin de Obra, junto con los protocolos de pruebas finales y manuales de operación de los sistemas de almacenamiento.

2.22. RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., y a resolver los subcontratos que tuviese concertados, dejando la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el presente Pliego de Condiciones.

Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio de la Dirección Facultativa, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2.23. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras e instalaciones, deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a NUEVE (9) MESES para contratos ordinarios y no inferior a UN (1) AÑO para contratos con las Administraciones Públicas, contado éste a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Si durante el primer año el Contratista no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

2.24. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta 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 y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

3.1. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

Asimismo, la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. GARANTÍA

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo, deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3. FIANZA

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.

Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

3.4. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, la Dirección Facultativa, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar la totalidad de los gastos efectuados en las unidades de obra, que no fuesen de recibo.

3.5. DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, de suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc. En todo caso, esta devolución se practicará dentro de los treinta (30) días naturales, contados éstos una vez ha transcurrido el plazo de garantía estipulado.

3.6. REVISIÓN DE PRECIOS

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.10 del presente Pliego de Condiciones.

3.7. DE LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.8. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

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 sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en el momento en que se detecten, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

3.9. DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios a que se refiere el artículo 3.7., será condición indispensable que, antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra contratadas, reciba por escrito la conformidad de la Dirección Facultativa a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de salarios o jornales, de materiales, de costes de transportes y los porcentajes que se expresan en los subapartados del presente artículo

La Dirección Facultativa valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas, bases de datos o informes sobre rendimiento de personal, de maquinaria, de materiales elementales, de precios auxiliares, etc. editadas por entidades profesionales de la Comunidad Autónoma con facultades para ello, de Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, etc., desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata. A estos efectos, se considerarán los siguientes tipos de costes:

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, comedores, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos, evaluándose todos ellos en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán 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 entre un 13 por 100 y un 17 por 100). A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

3.9.1. MATERIALES

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

3.9.2. MANO DE OBRA

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

3.9.3. TRANSPORTES DE MATERIALES

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

3.9.4. TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

3.9.5. TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

3.9.6. TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

3.9.7. TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

3.10. PEM Y PEC

Se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de combustibles, gastos de energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos, así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, etc. Estos precios no contemplan el Beneficio Industrial.

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el % de IVA (Impuesto sobre el Valor Añadido) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio. En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.11. GASTOS GENERALES Y FISCALES

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.12. GASTOS IMPREVISTOS

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la obra y que, sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

3.13. BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista. En obras para las Administraciones éste se establecerá en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

3.14. HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA

Los honorarios correspondientes a la Dirección Técnica y Facultativa serán por cuenta del Contratista y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que expresamente se establezca lo contrario en el contrato de adjudicación o se acuerde su deducción en la contratación.

La forma de abono y la cuantía de dichos honorarios se determinarán conforme a lo libremente pactado entre las partes en el contrato, de acuerdo con la normativa vigente en materia de libre competencia, contratación y ejercicio profesional, no resultando de aplicación tarifas u honorarios reglados o colegiales de carácter obligatorio.

3.15. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

3.15.1. MEDIOS AUXILIARES

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

3.15.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

3.15.3. ENERGÍA ELÉCTRICA

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

3.15.4. MATERIALES NO UTILIZADOS

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, elementos de embalaje y protección de equipos, etc., que no sean utilizables en la obra. La gestión y retirada definitiva de estos materiales se realizará garantizando el cumplimiento de la legislación medioambiental aplicable y el plan de gestión de residuos del proyecto.

3.15.5. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa.

3.15.6. ENSAYOS Y PRUEBAS

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y de la Propiedad si el importe supera este porcentaje.

3.16. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se originan precios contradictorios solamente cuando la Propiedad, a través de la Dirección Facultativa, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra, así como los de materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos dichas unidades no puedan incluirse en el dos por ciento (2%) de gastos imprevistos.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios del presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra. De los precios así acordados, se levantarán actas que firmarán por triplicado la Dirección Facultativa, la Propiedad y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.
Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.17. ABONO DE LAS OBRAS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes de la Dirección Facultativa. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
4. Por listas de salarios o jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el contrato suscrito entre el Contratista y la Propiedad determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.18. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Salvo lo estipulado en el contrato entre el Contratista y la Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados por partida alzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, 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 contratos.

Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o semejantes, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, excepto en 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 y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe 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 tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

3.19. ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.20. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente forma:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.21. OBRAS NO TERMINADAS.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

3.22. CERTIFICACIONES

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento de la Dirección Facultativa las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de revisarlas sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Presentada la certificación a la Dirección Facultativa, previo examen y comprobación sobre el terreno, si así lo considera oportuno, en un plazo de diez (10) días, pondrá su Vº Bº y firma en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción, en tanto por ciento, de la correspondiente constitución de fianza o garantías y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

Dichas certificaciones, como recoge el párrafo anterior del presente Pliego de Condiciones Generales, se remitirán al Propietario. El Propietario deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

En caso de que la Dirección Facultativa no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, comunicará en un plazo máximo de diez (10) días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, en aquella, quien, en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificada, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio de la Dirección Facultativa, y se procederá como en el caso anterior.

3.23. DEMORA EN LOS PAGOS

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario, en concepto de intereses de demora sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión unilateral del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

3.24. PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las obras y no justificase debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje (tanto por mil) del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan. Dicha indemnización, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y el Propietario, se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

3.25. RESCISIÓN DEL CONTRATO

Además de lo estipulado en el contrato de adjudicación y de lo recogido en el presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que, por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.

Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas figuradas en el artículo 3.24.

3.26. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, 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.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe, y si nada se prevé al respecto, se entenderá que el seguro comprenderá toda la parte de la instalación 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.

Además, se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción y montaje, según se describe en el apartado 3.29 del presente pliego.

3.27. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, la Dirección Facultativa procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que la Dirección Facultativa estime oportuno.

Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para su guarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones.

3.28. PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, provinciales o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

3.29. GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES

El régimen de garantías exigibles para las obras se hará efectivo de acuerdo con la normativa vigente para instalaciones industriales y de energía, teniendo como referente las siguientes coberturas:

- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras e instalaciones, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.

- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de funcionalidad y seguridad industrial.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, soportes de emparamenta, bancada de transformadores, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

4.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva y Anexos.
- Planos.
- Pliego.
- Mediciones y Presupuesto.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en materia de Gestión de Residuos.
- Protocolos de ensayos.

4.2. PLAN DE OBRA

El Plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, siendo completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en las que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al Pert detallado, diagrama de Gant o cualquier otro sistema válido de control establecido. Este documento será vinculante.

4.3. OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES. DIVERGENCIAS Y ADECUACIÓN A LOS MISMOS.

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones, así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de estas últimas y, en todo caso, la aclaración que al respecto facilite la Dirección Facultativa. Se establece el siguiente orden de prioridad jerárquica para la documentación: 1) Condiciones fijadas en el contrato; 2) Memoria y anexos técnicos; 3) Planos; 4) Pliegos de condiciones técnicas. La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario.

4.4. INSTRUCCIONES ADICIONALES

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, la Dirección Facultativa podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá facilitar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo, la Dirección Facultativa o la Propiedad, a través de la Dirección Facultativa, podrán remitir al Contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si estimara oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito a la Dirección Facultativa, o a la Propiedad a través de escrito a la Dirección Facultativa; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por la Dirección Facultativa pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

4.5. COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas se entregará al Contratista sin cargo alguno dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

4.6. PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por la Dirección Facultativa y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y a la Dirección Facultativa, y no podrán utilizarse en otras obras.

4.7. CONTRATO

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto, alzado.
- Por unidades de obra ejecutadas.
- Por administración directa o indirecta.
- Por contrato de mano de obra.

4.8. CONTRATOS SEPARADOS

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar a la Dirección Facultativa cualquier irregularidad.

La omisión de notificar a la Dirección Facultativa estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

4.9. SUBCONTRATOS

Cuando sea solicitado por la Dirección Facultativa, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma

medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

4.10. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general. Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

4.11. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la realización de las obras durante su ejecución, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales. El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección de la Dirección Facultativa en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo la Dirección Facultativa en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

4.12. TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará a la Dirección Facultativa cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

4.13. SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo. El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través de la Dirección Facultativa, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.14. DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones de la Dirección Facultativa, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

4.15. DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y a la Dirección Facultativa de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

4.16. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista. En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan derecho aquellos a indemnización alguna.
- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:
    - La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio de la Dirección Facultativa, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.
    - La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.
    - La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
    - La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
    - El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
    - El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
    - La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
    - El abandono de la obra sin causa justificada.
    - La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.17. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

4.18. PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto. En caso contrario, será el especificado en la Memoria Descriptiva. El plazo se considerará cumplido únicamente tras la superación satisfactoria de las pruebas de puesta en servicio y la entrega del Expediente de Fin de Obra.

4.19. DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran,

tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de obra y montaje. El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas.

4.20. POLICÍA DE OBRA

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como vigilará que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la Propiedad. Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento de la Dirección Facultativa.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

4.21. ACCIDENTES DE TRABAJO

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición de la Dirección Facultativa sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el “Tablón de Anuncios” de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma de la Dirección Facultativa.

4.22. RÉGIMEN JURÍDICO

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

4.23. SEGURIDAD SOCIAL

El Contratista, como patrono legal, está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social y salarios, manteniendo siempre a disposición del Propietario o de la Dirección Facultativa los documentos acreditativos de tal cumplimiento. Esta obligación es extensiva a cualquier subcontratista que de él dependiese. El incumplimiento de estas obligaciones laborales y sociales será responsabilidad exclusiva del Contratista.

4.24. RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo. En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para

la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento. El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra.

Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras.

4.25. IMPUESTOS

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

4.26. DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social. El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad. El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que la Dirección Facultativa le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

En este Proyecto se mostrará la parte específica del pliego que nos hace alusión a lo que se quiere transmitir, en la estructura de proyecto se muestra pliego de condiciones completo y actualizado según la Consejería de Industria y Comercio.

5.1. DISPOSICIONES GENERALES

5.1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción e instalaciones eléctricas de media tensión. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente, en función de su uso previsto, llevarán el **marcado CE** cuando así lo exija la normativa aplicable, de conformidad con el Reglamento (UE) 2024/3110 y demás disposiciones europeas de aplicación.

Para los equipos principales de la instalación el Contratista deberá garantizar la trazabilidad documental completa y el cumplimiento de las normativas de seguridad específicas. El almacenamiento de estos elementos se realizará siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante, en lugares protegidos de humedad y sin contacto directo con el terreno.

5.1.2. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. El Contratista, de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados. Cualquier otro material que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la

Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción y las especificaciones de seguridad industrial.

5.1.3. MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas. En todo caso, la recepción de estos productos se realizará garantizando la trazabilidad documental y el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.

5.1.4. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, dé acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

5.2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA MEDIANTE BATERÍAS (BEES)

5.2.1. CONDICIONES GENERALES

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 (REBT), el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RAT) y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción industrial.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. El Contratista encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados, debiendo cumplimentar los Planes de Puntos de Inspección correspondientes según las especificaciones de la empresa distribuidora. Cualquier otro material que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, garantizando en todo momento la trazabilidad documental de los suministros y el cumplimiento del marcado CE.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, cumpliendo estrictamente con:

- El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y el Reglamento de Alta Tensión.
- Los manuales e indicaciones de la empresa distribuidora aplicables al montaje de aparellaje, cables de potencia y redes de tierra.
- Las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa. No podrá servir de pretexto al contratista la baja en subasta para variar la ejecución ni la calidad de los materiales.

Se incluirán todos los elementos de seguridad necesarios para la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos, de conformidad con lo establecido en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, así como con las prescripciones técnicas y operativas de la compañía distribuidora de energía eléctrica aplicables a los trabajos y maniobras en instalaciones.

Se fomentará, siempre que técnicamente sea posible, la utilización de equipos y materiales con aislamiento eléctrico de clase II.

Asimismo, se dispondrán todas las protecciones necesarias para salvaguardar la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones, de acuerdo con la normativa técnica vigente, en particular la norma UNE-EN 60865-1, en su última edición vigente, y la serie UNE-EN 60909 (IEC 60909), partes aplicables, en su última edición vigente, para el cálculo de los esfuerzos y corrientes de cortocircuito.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie (contenedores BESS, inversores, transformadores) tendrán un grado mínimo de protección IP65 según UNE-EN 60529, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos y el sistema de baterías cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, así como con las normas específicas para sistemas de litio industrial, como la IEC 62619.

En el Expediente de Fin de Obra se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.

5.2.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

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, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Conductores aislados bajo tubos protectores. Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en la serie de normas UNE-EN 61386 “Sistemas de conducción de cables”, en sus partes aplicables y en su última edición vigente:

- UNE-EN 61386-21: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 61386-24: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deberán ser inferiores a las declaradas para el propio sistema de tubos, conforme a los ensayos y clasificaciones establecidos en la citada serie UNE-EN 61386.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas se ajustarán a lo establecido en la serie de normas UNE-EN 61386 “Sistemas de conducción de cables”, en sus partes aplicables y en su última edición vigente. Para los tubos enterrados, las dimensiones serán las indicadas en la norma UNE-EN 61386-24. Para el resto de los tubos (rígidos, curvables o flexibles), las dimensiones serán las establecidas en la parte correspondiente de la citada serie UNE-EN 61386. La denominación de los tubos se realizará en función de su diámetro exterior nominal, conforme a los criterios definidos en dichas normas.

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 en el Reglamento (UE) 2024/3110 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, así como en la normativa europea que resulte de aplicación.

5.2.2.1. Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1. Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	*2*	Ligera
Resistencia al impacto	*2*	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	*2*	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	*1*	+ 60 °C
Resistencia al curvado	*1-2-3-4*	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	*0*	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	*4*	Contra objetos D ³ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	*2*	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	*2*	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	*0*	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	*1*	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	*0*	No declarada

2. Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras (ejemplo: aceras, parques y jardines). Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas (ejemplo: calzadas y vías férreas).

5.2.2.2. Instalación

Los cables utilizados en circuitos auxiliares serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. Para los circuitos de potencia del sistema BESS y evacuación, se utilizarán cables de 0,6/1 kV (BT) o 18/30 kV (MT) según corresponda, cumpliendo con las normas de la empresa distribuidora correspondiente.

El diámetro exterior mínimo de los tubos se obtendrá de las tablas de la ITC-BT-21. En el caso de canalizaciones para cables de potencia, el diámetro interior del tubo será tal que permita el paso holgado de

los cables, no pudiendo estos ocupar más del 40% de la sección total de la canalización.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se seguirán las prescripciones de la empresa distribuidora y las siguientes pautas generales:

- Trazado: Se hará siguiendo líneas verticales y horizontales. En alineaciones rectas, las desviaciones del eje respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.
- Uniones y estanqueidad: Los tubos se unirán mediante accesorios que aseguren la continuidad de la protección. En las entradas a contenedores BESS, centros de seccionamiento o cuadros, se utilizarán obligatoriamente prensaestopas, manguitos o conos elásticos para asegurar la estanqueidad y el grado de protección IP requerido.
- Curvas: Serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Para cables de potencia, el radio de curvatura mínimo no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Registros: Se dispondrán registros de modo que la separación en tramos rectos no supere los 15 metros, con un máximo de 3 curvas entre ellos. No se admitirán empalmes en el tendido inicial de los cables de potencia; estos deberán ser continuos desde el origen hasta el destino.
- Limpieza y tendido: Antes del tendido, se procederá a la limpieza interior de los tubos utilizando un disco-gálibo o escobillón. Durante el tendido, se utilizará un alambre guía (preferiblemente de acero inoxidable de 3 mm) para facilitar futuras operaciones.
- Conexiones: Se realizarán en cajas de material aislante o metálicas protegidas contra la corrosión. Los conductores de sección superior a 10 mm^2 se conectarán siempre mediante terminales de presión o engaste adecuados.
- Condensaciones: En tubos metálicos se preverá un trazado que facilite la evacuación de agua por condensación.
- Puesta a Tierra: Todos los tubos metálicos accesibles se conectarán a la red de tierras del proyecto. Las conexiones a la malla de tierra se efectuarán preferentemente mediante soldadura aluminotérmica. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Montaje superficial: Cuando los tubos se instalen vistos (por ejemplo, en salas de control o casetas), se cumplirán además estas condiciones:
- Fijación: Se utilizarán abrazaderas o bridas protegidas contra la corrosión sólidamente sujetas.
- Distancias: La separación máxima entre fijaciones será de 0,50 metros. Para tubos de acero, la distancia máxima entre soportes podrá ampliarse hasta 2 o 3 metros según el diámetro, conforme a los estándares de distribuidora.
- Altura: Siempre que sea posible, los tubos en montaje superficial se instalarán a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo para protegerlos de daños mecánicos.
- No se procederá al tapado de ninguna canalización (en zanja o embebida) sin la inspección previa y autorización expresa de la Dirección Facultativa.
- 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 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las

dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados en el interior de la construcción:

- Los cables utilizados en circuitos auxiliares y de control serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y cumplirán con la norma NI 56.30.15 de Iberdrola para cables sin halógenos.
- Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que no sean propagadores de la llama.
- Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.
- La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.
- Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.
- Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.
- La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.
- Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.
- Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

5.2.2.3. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

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 o sistemas de refrigeración y evacuación térmica propios del contenedor BESS, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa,

manteniéndose 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.

5.2.2.4. Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

- Las instalaciones se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones o transformaciones. El marcado e identificación de cables se realizará de forma indeleble en zonas visibles y arquetas de registro, identificando circuito y fase.
- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros o losas de hormigón, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra deterioros mecánicos y humedad.
- Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de aparatos instalados en locales húmedos serán de material aislante.

5.2.3. CONDUCTORES

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

5.2.3.1. Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal (Circuitos auxiliares y señal):
  - Conductor: De cobre electrolítico.
  - Aislamiento: Compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos (libre de halógenos).
  - Tipo de Cable: ES 07Z1-K (según UNE 211002).
- De 0,6/1 kV de tensión nominal (Potencia BT y servicios auxiliares generales):
  - Conductor: De cobre. Para cables de control sin halógenos, se cumplirá estrictamente la norma NI 56.30.15 de Iberdrola.
  - Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) o Etileno Propileno (EPR).
  - Tipo de Cable: RZ1-K o ZZ-F (según UNE 21123 parte 4 o 5).
- Conformidad y Pruebas:
  - Los conductores de cobre tendrán una resistividad a 20ºC del 98% al 100% e irán provistos de baño de recubrimiento de estaño si así lo especifica el diseño, debiendo resistir la prueba de inmersión en ácido clorhídrico de 1,088 de peso específico sin presentar puntos negros.
  - La capacidad mínima del aislamiento será de 500 V.
  - Los conductores de sección igual o superior a 6mm^2 deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre.
  - No se admitirán cables que presenten desperfectos superficiales o que no se suministren en bobinas de origen adecuadamente protegidas con duelas.

5.2.3.2. Dimensionado

Para Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga, se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible: Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo con las prescripciones del REBT (ITC-BT-19) o las recomendaciones del fabricante, adoptando los coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. Para receptores de motor se observará la ITC-BT-47. En ningún caso la temperatura resultante de trabajo superará la admitida por el aislante del conductor.
- Caída de tensión en servicio: La sección se determinará para que la caída de tensión entre el origen y cualquier punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos. Concretamente, para el sistema BESS se cumplirán los siguientes límites:
  - Caída de tensión máxima en la parte de Corriente Alterna (CA): 1%.
  - Caída de tensión máxima en la parte de Corriente Continua (CC): 1,5% (media permitida entre contenedores de baterías e inversores/convertidores).
  - Caída de tensión máxima entre inversor/PCS y sistema de baterías: 1%.
- Caída de tensión transitoria: El sistema se dimensionará para que el arranque de motores auxiliares (climatización de contenedores, bombas, etc.) no provoque parpadeos o desconexiones de contactores.
- Secciones mínimas: Independientemente de los cálculos, no se instalarán secciones inferiores a 2,5 en circuitos auxiliares de baja tensión y 6 para conexiones de control críticas. Los conductores de protección tendrán una sección mínima según la tabla 2 de la ITC-BT-18.

5.2.3.3. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones se establecerán de forma que, mediante una correcta identificación de sus circuitos, se facilite el mantenimiento y reparación. Los conductores deben ser fácilmente identificables por los colores de sus aislamientos:

- Circuitos de Corriente Alterna (CA):
  - Neutro: Azul claro (azul ultramar).
  - Protección (Tierra): Verde-amarillo.
  - Fase: Según fabricante, distinto de los anteriores.
- Circuitos de Corriente Continua (CC):
  - Positivo (+): Rojo.
  - Negativo (-): Azul ultramar.

Marcado físico y señalización:

- Todos los cables estarán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles, entradas de equipos y arquetas de registro.
- Adicionalmente, en tendidos largos, se marcarán los cables con su número de identificación cada 30 metros.
- El marcado se realizará mediante manguitos termorretráctiles, collarines o etiquetas de material indeleble con la nomenclatura de los planos.

5.2.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en

la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MW)
MBTS o MBTP	250	≥0,25
≤500 V	500	≥0,50
>500 V	1000	≥1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

5.2.4. INVERSORES

Los inversores para el sistema BESS son dispositivos electrónicos bidireccionales que convierten la corriente continua (CC) de las baterías en alterna (CA) para la descarga, y viceversa para la carga, actuando como interfaz crítica con la red de distribución:

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: Fuente de corriente bidireccional gestionada por el Sistema de Control de Planta.
- Tipo: Autoconmutado con tecnología IGBT.
- Gestión de Carga: Control inteligente del estado de carga (SoC) y profundidad de descarga de los racks de baterías.
- Modo de operación: El sistema no funcionará en isla, salvo que el diseño específico de servicios auxiliares o el operador de red lo requiera expresamente.
- La potencia del inversor se dimensionará para cubrir la capacidad nominal del sistema de almacenamiento, garantizando una eficiencia superior al 92% para inversores de gran potencia (> 5 kW). Sus parámetros fundamentales incluyen:
    - Voltaje y corriente de entrada en CC adaptados al rango de operación del BMS (Battery Management System).
    - Salida de onda sinusoidal pura con distorsión armónica total (THD) mínima, cumpliendo con los estándares de calidad de Iberdrola.
    - Capacidad de entrega de potencia reactiva para regulación de tensión en red.
- Los inversores cumplirán con las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (MARCADO ce) e incorporarán protecciones frente a:
    - Cortocircuitos en CA y CC.
    - Tensiones y frecuencias de red fuera de rango.
    - Sobretensiones mediante varistores de alta capacidad.
    - Protección contra polaridad inversa en el lado de baterías.
    - Perturbaciones de red (microcortes y huecos de tensión).
- El inversor dispondrá de señalizaciones locales y remotas para su supervisión, integrándose en el sistema de telecontrol de la planta a través del PPC o EMS. Controles manuales mínimos:
    - Parada de emergencia y apagado general.
    - Seccionamiento de la interfaz de CA y aislamiento del bus de CC de baterías.
- Capacidad de Respuesta: El inversor/PCS seguirá entregando o absorbiendo potencia de la red de forma continuada según las consignas del Sistema de Control de Planta. Soportará picos de potencia (carga/descarga) de magnitud superior a la nominal conforme a las especificaciones del fabricante para servicios de regulación de frecuencia o soporte de red,

durante períodos de hasta 10 segundos.

- Eficiencia: Los valores de eficiencia en ambos sentidos (carga y descarga) al 25% y 100% de la potencia nominal deberán ser superiores al 90% y 92% respectivamente para inversores de gran potencia, garantizando una eficiencia de ida y vuelta (Round-Trip Efficiency) optimizada para el conjunto del sistema.
- Consumos y Factor de Potencia: El autoconsumo en modo standby (espera) será inferior al 0,5% de su potencia nominal. El factor de potencia deberá ser regulable y superior a 0,95 (inductivo o capacitivo) entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, para cumplir con los requisitos de potencia reactiva de Iberdrola.
- Características ambientales: Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP65 para instalación a la intemperie (o dentro de contenedores con climatización dedicada). Estarán garantizados para operar entre -10 °C y +45 °C de temperatura y hasta un 95% de humedad relativa sin condensación.

5.2.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización y control (PPC/EMS y sistema BMS) proporcionará medidas en tiempo real de, al menos, las siguientes variables:

- Estado de Carga (SoC) y Estado de Salud (SoH) de cada rack de baterías.
- Voltaje y corriente CC en el bus principal y por cada rama de baterías.
- Voltaje, frecuencia y potencias (P y Q) en el punto de conexión de corriente alterna.
- **Temperaturas críticas:** Temperatura individual de celdas o módulos, temperatura ambiente en el interior del contenedor y temperatura del sistema de refrigeración.
- Alarmas de seguridad: Detección de incendios, inundación, apertura de puertas y fallos de aislamiento.
- Integración**:** El sistema será accesible de forma remota para el centro de control y localmente para el personal de mantenimiento.

5.2.6. COMPONENTES Y MATERIALES

Como principio general, se asegurará un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico Clase I en equipos (contenedores, racks e inversores) y materiales (cajas y armarios), exceptuando el cableado de corriente continua, que será de doble aislamiento y adecuado para intemperie o enterrado según establece la normativa vigente.

El funcionamiento del sistema BESS no deberá provocar en la red averías, armónicos fuera de rango ni alteraciones de seguridad superiores a las admitidas por el operador de red. Para garantizar la seguridad del personal y la instalación:

- Los materiales a la intemperie contarán con protección anticorrosiva y contra radiación UV.
- Se instalarán todas las protecciones necesarias (sobretensiones, cortocircuitos) y elementos de corte general con aislamiento galvánico.
- Se observará estrictamente la norma IEC 62619 para la seguridad de las celdas de litio y el RD 614/2001 para la prevención del riesgo eléctrico durante el montaje y operación.
- Todos los equipos contarán con marcado CE y trazabilidad documental completa en el Expediente de Fin de Obra.

5.2.6.1. Sistemas de Almacenamiento de Energía (BESS)

Todos los módulos y celdas de batería deberán satisfacer los requisitos de seguridad para aplicaciones industriales establecidos en la norma IEC 62619 (baterías de litio) y la norma UNE-EN IEC 62485-2:2019 relativa a los requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Los equipos deberán estar certificados por laboratorios de prestigio reconocido y el Contratista acreditará su cumplimiento mediante la presentación de los certificados oficiales correspondientes.

Cada rack o módulo de batería llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie que permita la trazabilidad completa hasta la fecha de fabricación. Los sistemas de baterías incorporarán obligatoriamente un Sistema de Gestión de Baterías (BMS) capaz de monitorizar y proteger el estado de cada celda frente a sobretensiones, descargas profundas y anomalías térmicas.

Para que un sistema de almacenamiento resulte aceptable, su capacidad nominal y eficiencia de ida y vuelta (round-trip efficiency) deberán estar dentro del margen especificado por el fabricante con una tolerancia máxima del ± 10%. Será rechazado cualquier elemento que presente fugas de electrolito, deformaciones en las envolventes o defectos en los terminales de conexión. La instalación incorporará todos los elementos necesarios para la desconexión segura (fusibles, interruptores automáticos) de cada rama de baterías de forma independiente para facilitar el mantenimiento.

5.2.6.2. Contenedores y estructuras portantes

En el caso de construcciones específicas para el almacenamiento de baterías (edificios), la estructura de soporte de los racks y las bancadas de hormigón para los contenedores BESS deberán resistir las sobrecargas de viento y nieve de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) relativo a Seguridad Estructural.

El diseño de las envolventes (en caso de construcciones) o contenedores (contenedores prefabricados) permitirá las dilataciones térmicas necesarias y garantizará una ventilación o climatización adecuada para mantener las baterías en su rango óptimo de operación. En cualquiera de los casos, se cumplirá la normativa vigente de aplicación.

Los contenedores instalados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65 para asegurar la estanqueidad frente a la humedad y el polvo. Se incluirán todos los accesorios, anclajes y sistemas de sellado estanco en las penetraciones de cables para evitar la entrada de agua o lodos.

5.2.6.3. Cableado

Los cables de potencia de corriente continua (CC) que conectan los racks de baterías con los inversores o convertidores se conducirán separados por polos (positivo y negativo) y protegidos mecánicamente. Los conductores serán de cobre electrolítico y tendrán la sección adecuada para evitar calentamientos excesivos y caídas de tensión fuera de rango. Concretamente, para el cableado de continua del almacenamiento, se permitirá una caída de tensión máxima total del 2%, con una media del 1,5% entre los contenedores, el convertidor DC/DC y los inversores.

En la parte de corriente alterna (CA), la sección de los conductores se determinará para que la caída de tensión sea inferior al 1%. Todo el cableado de continua contará con doble aislamiento y será adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, cumpliendo con la norma UNE 21123. Para los cables de control y servicios auxiliares, se utilizarán conductores libres de halógenos (SH) de tensión asignada 0,6/1 kV según la norma.

5.2.6.4. Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar.

5.2.6.5. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, aprobado por el Real Decreto 1110/2007, así como con la Orden ITC/3860/2007, por la que se desarrollan sus instrucciones técnicas complementarias, y con los Procedimientos de Operación y especificaciones técnicas del gestor de la red a la que se conecte la instalación, en su última versión vigente.

5.2.6.6. Protecciones

1. El sistema de protecciones de la instalación deberá cumplir con las exigencias previstas en la reglamentación vigente, en particular el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RD 337/2014), el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002) y manuales de la empresa distribuidora correspondiente. El cumplimiento se acreditará en la documentación técnica del proyecto, incluyendo los siguientes elementos:
    - Elemento de corte general: Proporcionará el aislamiento galvánico requerido por el Real Decreto 614/2001 para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico durante labores de mantenimiento. Esta función podrá ser integrada en el interruptor automático general de la planta siempre que garantice el seccionamiento efectivo entre el sistema de almacenamiento y la red.
    - Interruptor automático diferencial: Se instalará con el fin de proteger a las personas contra contactos indirectos en caso de derivación a tierra. En el sistema BESS, estos dispositivos serán de clase industrial y adecuados para detectar componentes de corriente continua (Tipo B) si el diseño del inversor/PCS lo requiere.
    - Interruptor automático de la conexión: Destinado a la desconexión-conexión automática de la instalación ante anomalías de red, actuando conjuntamente con un relé de enclavamiento. Esta función podrá ser desempeñada por la aparamenta propia de los inversores o el interruptor de cabecera de la instalación.
    - Protecciones de interfaz (Frecuencia y Tensión): El sistema contará con protecciones ajustadas a los siguientes umbrales según la normativa de conexión de la empresa distribuidora:
        - Frecuencia máxima: 50,5 Hz (temporización 0,5 s). La reconexión solo se permitirá cuando la frecuencia sea 50 Hz.
        - Frecuencia mínima: 48 Hz (temporización 3 s).
        - Tensión máxima: 1,10 Un (fase 1: 1,5 s) y 1,15 Un (fase 2: 0,2 s).
        - Tensión mínima: 0,85 Un (temporización 1,5 s).

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión –fase 1.	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – fase 2.	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima.	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima.	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

    - Protección de tensión homopolar: Para la conexión en Media Tensión (entre 1 kV y 36 kV), se añadirá obligatoriamente el criterio de desconexión por máxima tensión homopolar para detectar defectos a tierra en la red de distribución.
2. Las protecciones mencionadas actuarán directamente sobre el interruptor general de la planta o sobre los interruptores de los sistemas de conversión de potencia (PCS). La lógica de protección se integrará en el sistema de control de la planta.
3. Todas las protecciones de interfaz y los sistemas de medida deberán ser verificados y precintados por la empresa distribuidora tras las pruebas de puesta en servicio, garantizando que los ajustes no puedan ser manipulados sin autorización.
4. El Contratista realizará las pruebas funcionales de todos los sistemas de protección conforme a la normativa de aplicación, debiendo entregar los protocolos de ensayo firmados antes de la energización de la planta.

En caso de que el sistema inversor o los contenedores de baterías incorporen internamente las protecciones descritas, estas deberán cumplir estrictamente con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y el REBT para instalaciones que trabajan en paralelo con la red de distribución. En este supuesto, y previa validación de la Dirección Facultativa, no será necesaria la duplicación de las protecciones siempre que se garantice la selectividad y seguridad del punto de conexión.

5.2.6.7. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra del sistema BESS se diseñará para garantizar la seguridad de las personas y equipos, cumpliendo con el RAT y condiciones particulares de la distribuidora.

1. La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se realizará de forma que no se alteren las condiciones de la red de la empresa distribuidora, asegurando la ausencia de transferencia de defectos a la red de distribución.
2. La instalación dispondrá de separación galvánica entre la red y los sistemas de almacenamiento mediante un transformador de aislamiento o elevador, de acuerdo con la reglamentación de seguridad industrial.
3. Las masas de la instalación (racks, contenedores, envolventes) se conectarán a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

5.2.6.8. Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación cumplirá con los límites de emisión de armónicos y requisitos de compatibilidad electromagnética establecidos para la conexión de instalaciones a la red, asegurando que el funcionamiento de los inversores bidireccionales no provoque averías o disminuciones de la calidad del suministro en la red de distribución. Se realizarán medidas de comprobación de la distorsión armónica total durante las pruebas de puesta en servicio.

5.3. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD B.T.

5.3.1. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE

El diseño de la instalación de baja tensión se ha realizado en base a las siguientes normativas e instrucciones y las posteriores actualizaciones de las mismas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT-01 a ITC-BT-52), aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), en vigor y sus sucesivas actualizaciones, como marco normativo que establece las exigencias básicas de seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.
- Normas UNE en vigor, en aquellos casos en que sean de aplicación obligatoria por referencia reglamentaria o exigidas expresamente en el presente proyecto o por la normativa aplicable.
- Ordenanzas Municipales y normativa específica de la Comunidad Autónoma que resulte de aplicación.
- Normas particulares y especificaciones técnicas de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica o del gestor de la red a la que se conecte la instalación, en su última edición vigente.

5.3.2. APARAMENTA

5.3.2.1. Generalidades

Se entiende por aparamenta en baja tensión al conjunto de equipos y materiales cuyo objetivo es la protección y control de los circuitos eléctricos y receptores asociados a tensiones iguales o inferiores a 1 kV.

5.3.2.2. Interruptores automáticos

Son aparatos capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como establecer, soportar, durante un tiempo especificado, e interrumpir automáticamente, corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito.

Cada automático deberá llevar, de forma indeleble las indicaciones siguientes:

a) El nombre del fabricante o su marca de fábrica.
b) Designación de tipo, número de catálogo u otro número de identificación.
c) Tensión asignada con el símbolo.
d) La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo: B16.
e) La frecuencia asignada si el interruptor está previsto para una sola frecuencia.
f) Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
g) El esquema de conexión, a menos que el modo de conexión sea evidente.
h) La temperatura ambiente de referencia si es diferente de 30ºC.
i) Clases de limitación de energía.

5.3.2.3. Interruptores diferenciales

Son interruptores de protección contra corrientes de defecto y tienen como misión principal proteger la vida de las personas, al evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas.

Los interruptores diferenciales serán directos hasta 63A, y de accionamiento a través de núcleos toroidales y relés, para intensidades superiores.

Los interruptores diferenciales estarán constituidos por una envolvente aislante. El dispositivo de protección está formado por un núcleo ferromagnético, pudiendo llevar además protecciones adicionales o un sistema equivalente de par térmico, y bobina de disparo magnético. Se indicará la marca de forma visible el tipo, tensión nominal en voltios, intensidad nominal en amperios e intensidad diferencial nominal de desconexión (sensibilidad) en amperios o mA.

5.3.2.4. Interruptores magnéticos en caja moldeada

Estarán compuestos por una caja aislante moldeada con elevada resistencia mecánica y baja higroscopicidad. En su interior se alojarán las cámaras de extinción provistas de placas metálicas para el soplado magnético y extinción del arco, relés magnetotérmicos de máxima intensidad regulables y recambiables, elemento de accionamiento manual y automático, terminales, contactos y demás accesorios; todo ello accesible y recambiable.

Las posiciones de la palanca de mando serán tres:

- Conectado.
- Desconectado automático (por acción de los relés).
- Desconectado manual.

Para conectar el interruptor de nuevo, siempre y cuando haya sido disparado por la acción de los relés, será necesario llevar primero la palanca a la posición de desconectado manual, para luego pasar a la de conectado. Todas las maniobras serán de accionamiento brusco.

Sus características eléctricas serán las indicadas en la Mediciones.

5.3.2.5. Interruptores automáticos de ruptura al aire

Estarán compuestos por un bastidor metálico soporte de polos, contactos, cámaras de extinción del arco, relés, timonería de accionamiento, bloque de contactos auxiliares, escudo, mecanismos de cierre y apertura, etc.

Los polos irán montados sobre una base de resina con elevada resistencia mecánica y baja higroscopicidad, sus contactos principales móviles llevarán elementos independientes para la presión de contacto sobre los fijos y ambos irán protegidos con plaquitas de material resistente al arco. Estos contactos cerrarán antes y abrirán después que los principales.

Las cámaras de extinción del arco serán de material refractario de elevada resistencia térmica y mecánica con placas metálicas transversales para aumentar la resistencia eléctrica al arco.

La construcción de estos interruptores será tal, que les permitirá permanecer en servicio normal, incluso después de varios cortes a su intensidad máxima de cortocircuito.

El mando podrá ser manual o eléctrico, estando asegurado en ambos casos el disparo libre prevaleciendo siempre las órdenes de apertura sobre las de cierre y permitirá el bloqueo del interruptor para posibles enclavamientos.

El tipo de relés a utilizar así como demás características eléctricas, corresponderán con lo especificado en las Mediciones.

5.3.2.6. Interruptores y conmutadores manuales

Serán de apertura en carga y podrá cerrar contra cortocircuito. Todos los interruptores que se empleen como seccionador de circuitos alimentadores para una intensidad igual o superior a 100, irán equipados con mecanismo de conexión y desconexión brusca que acorten la duración del arco. La extinción del arco podrá tener lugar en cámaras cerradas, en cuyo caso los contactos serán de doble ruptura por polo y soplado magnético, o en cámaras abiertas provistas de apagachispas.

Los contactos serán plateados y en el caso de interruptores de corte omnipolar, el contacto del neutro cerrará antes y abrirá después que los de fases.

Los interruptores de accionamiento brusco, llevarán bornes de conexión previstos para recibir indistintamente pletina de cobre o cables con terminal del mismo material. Para secciones superiores a 10 mm^2, las conexiones se realizarán obligatoriamente mediante terminales de presión o engaste controlados.

Los interruptores para accionamiento de elementos de control, mando, señalización o medida (pequeñas intensidades) podrán ser del tipo de paquete.

Los conmutadores responderán a las mismas prescripciones hechas para los interruptores y en ningún caso, el paso de una a otra posición podrá realizarse si no es pasando por una posición intermedia de desconexión.

El estado de conexión o desconexión, quedará perfectamente indicado en los interruptores y conmutadores.

Sus características eléctricas, corresponderán con lo indicado en la Memoria.

Todo interruptor deberá llevar marcado de forma indeleble las características eléctricas siguientes:

- Intensidad nominal.
- Tensión nominal.
- Poder de corte.
- Marca del fabricante.

5.3.2.7. Contactores

Su sistema de contactos será de doble ruptura por polo, con cámara de extinción. La tensión de conexión de la bobina será de 220 V (salvo que el diseño de servicios auxiliares especifique otra tensión de control) y el circuito alimentador estará protegido por un fusible común a todo el mando.

Los contactores para servicios de arranque de motores (climatización de contenedores BESS, ventilación) o conexión de cargas serán de la categoría adecuada a la aplicación y para el número de maniobras previsto.

5.3.2.8. Fusibles

Los fusibles podrán ser de rosca o cartucho y, una vez montados, no deberán dejar expuesta ninguna parte en tensión.

Los portafusibles deberán exhibir, indeleblemente marcadas, las características eléctricas siguientes:

- Intensidad nominal.
- Tensión de corte.
- Poder de corte.
- Marca del fabricante.

5.3.2.9. Especificaciones de ejecución

Todos los cuadros deberán disponer de un interruptor general omnipolar que permita dejar el mismo sin tensión para cualquier intervención. Dicho interruptor podrá no ser automático.

Todos los interruptores que protejan salidas serán automáticos, de corte omnipolar, con relés magnetotérmicos en todas las fases, con mecanismo de conexión y desconexión brusca. En casos especiales de muy alta potencia de corte, podrán utilizarse fusibles de acompañamiento con interruptores manuales de corte en carga.

Los interruptores automáticos deberán tener la curva de disparo adecuada al uso (especialmente para motores de climatización o cargadores) y su situación relativa. Una vez montados, deberán poder disparar libremente sin impedimentos mecánicos. En caso de accionamiento eléctrico o neumático, dispondrán de mando manual de emergencia. La posición de "Cerrado" (ON) quedará siempre en la parte superior si el montaje es vertical. Se verificará obligatoriamente la selectividad en el disparo entre el cuadro principal y los secundarios aguas abajo.

5.3.3. CUADROS ELÉCTRICOS

5.3.3.1. Generalidades

Se entiende por cuadro eléctrico y panel de protección, mando y distribución, a la envolvente que contiene todos los elementos necesarios para la distribución de energía eléctrica en edificios y/o instalaciones, a saber:

- Embarrados y regletas de conexión.
- Montaje de aparamenta de protección, mando, maniobra, señalización y medida.
- Cableado.
- Elementos de identificación.

5.3.3.2. Materiales

Los cuadros serán de chapa con un espesor mínimo de 1,5 mm y protegidos de la corrosión mediante tratamiento superficial, tanto la envolvente como los accesorios metálicos (tornillería, bisagras, etc.). Los de uso doméstico podrán estar fabricados en material termoplástico. En cualquier caso, serán resistentes a la deformación y los golpes formando un conjunto rígido y resistente.

Se construirán para instalación interior o exterior con un grado de protección mínimo que garantice una adecuada seguridad y servicio.

Las barras, en los cuadros que dispongan de ellas, serán pletina de cobre electrolítico de alta conductividad de la sección adecuada a la intensidad nominal, soportadas sobre bases aislantes y con envolventes aislantes de PVC en los colores normalizados:

- Fase R: Negro.
- Fase S: Marrón.
- Fase T: Gris.

- Neutro: Azul.
- Tierra de protección: Amarillo-verde.

Su fijación garantizará que pueda soportar las solicitudes térmicas y los esfuerzos electrodinámicos por el máximo cortocircuito que pueda darse.

Todos los cuadros tendrán como identificación general un letrero de PVC rígido en negro con fondo blanco que se situará mediante un adhesivo fuerte en el centro de su parte frontal. El tamaño de las placas de identificación será gradualmente proporcional al tamaño de equipo o salida a identificar, así como el tamaño de letra a emplear que, en cualquier caso, será legible. Toda la aparamenta (unidades de entrada o salida, relés, pulsadores, lámparas de señalización, etc.) estará convenientemente rotulada para permitir la fácil identificación de los circuitos correspondientes.

Las puertas de los cuadros, excepto en los de uso doméstico, estarán dotados de cerradura con llave.

Los cuadros en viviendas o habitaciones de edificios residenciales públicos o privados, deberán quedar perfectamente enrasados con el paramento y serán de apertura con clic de empuje.

Todos los circuitos principales (entradas y salidas) estarán protegidos e independizados por separadores metálicos o aislantes no propagadores de llamas.

Todos los cuadros contarán con un bolsillo interior que alojará los esquemas correspondientes.

5.3.3.3. Especificaciones de ejecución

Los cuadros se suministrarán equipados con su aparellaje de fábrica. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente. Previamente al suministro, el Contratista suministrará el esquema unifilar del fabricante del cuadro fabricado y el certificado del fabricante, con objeto de comprobar que coincide con el de proyecto.

Queda prohibido que el instalador realice en obra el cableado del cuadro, a no ser que sea autorizado por escrito por la Dirección Facultativa.

Todos los cuadros, bastidores y placas protectoras dispondrán de elementos de puesta a tierra; en los cuadros de ejecución sobre zócalo se utilizará una pletina de cobre, y en los de ejecución empotrada o de superficie, pletina o regleta de la sección adecuada. La pletina o regleta de puesta a tierra irá claramente señalizada con el símbolo normalizado, de forma que no dé lugar a confusiones.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todos los armarios y a la misma deberán conectarse todas las envolventes de los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra, con elementos apropiados de conexión.

Las puertas metálicas de los cuartos se conectarán al bastidor o estructura del cuadro, mediante trenzas de cobre flexible de 10 mm2 de sección.

El orden de colocación de las barras será R-S-T, manteniendo esta situación relativa a contar:

- Desde el frente hacia el fondo del cuadro,
- o desde la parte superior a la inferior,
- o de izquierda a derecha, mirando el cuadro por su frente.

Deberá tenerse en la secuencia de fases en el marcado de los cables.

Las uniones entre barras y las conexiones de éstas con la aparamenta se realizará mediante superficies que aseguren la máxima conductividad, con tornillería provista de accesorios de apriete adecuados para mantener en todo momento la presión de contacto.

Deberá mantenerse una misma marca de aparamenta en un cuadro, excepto en los casos en que se trate de una reforma de cuadros y sea imposible mantener dicha marca, previa autorización de la Dirección Facultativa.

La disposición de la aparamenta en el cuadro se hará de forma que quede alojada holgadamente y sean

fácilmente accesibles para su conexión o desconexión, así mismo, la disposición interior de los terminales y conexiones del cuadro se hará de forma que queden todas en un plano perfectamente accesibles. La colocación de los conductores y las barras en el interior del cuadro se hará de tal forma que se evite el sobrecalentamiento por efectos inductivos.

En todos los cuadros se dispondrán taladros reforzados para su fijación al suelo, pared o estructura. A partir de 25 Kg. de peso llevarán cáncamos u orejetas de suspensión.

Se comprobará cuidadosamente la selectividad en el disparo de los elementos de protección entre el cuadro principal y los secundarios aguas abajo de él.

5.3.4. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

5.3.4.1. Generalidades

Comprende este capítulo los conductores rígidos o flexibles para el transporte de la energía eléctrica, para tensiones nominales de 1000 V o inferiores, construidos en cobre o en aluminio, con el aislamiento correspondiente, que formen parte de la instalación. Dicho aislamiento puede ser: policloruro de vinilo, polietileno reticulado, goma butílica, etileno-propileno y papel impregnado. No se incluyen aquí los conductores que se suministren como cableado de equipos montados en fábrica.

Los conductores flexibles se admitirán únicamente de cobre.

La sección de los conductores para cada circuito o uso, estará de acuerdo con la reglamentación vigente y en ningún caso se instalarán secciones inferiores a las especificadas en proyecto. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Las intensidades máximas admisibles para conductores aislados serán las especificadas en el R.E.B.T., e instrucciones técnicas complementarias.

Se utilizarán conductores unipolares con colores normalizados, salvo que en algún lugar de los planos se indique otra cosa. El código de colores será el siguiente:

- Fases: negro o marrón.
- Neutro: azul claro.
- Protección: amarillo-verde.

También se incluyen en este capítulo los conductos de barras de distribución para baja tensión con sus cajas y todos los accesorios y elementos de derivación.

5.3.4.2. Materiales

Los cables a utilizar serán normalizados, con conductor de cobre o aluminio.

Las partes que conforman los cables son: los conductores, los aislantes, pantallas y cubierta. Los materiales, la disposición y la designación de todos estos elementos se llevarán a cabo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Para tensiones nominales de hasta 450/750 V la designación de los cables se compone de tres partes que denotan las características de los mismos:

1.a) Correspondencia de la Normalización:

- H: cable conforme con Normas Armonizadas.
- A: Cable de tipo nacional reconocido y autorizado.
- N: Cable de tipo nacional no reconocido (no conforme con las Normas CEI)

1.b) Tensión Nominal (Uo/U):

- 300/300 V

- 300/500 V
- 450/750 V

2) Constitución del cable y/o de cubierta:

- Naturaleza del material aislante: o Z1: Poliolefina termoplástica.
    - V: Policloruro de vinilo normal.
    - R: Goma normal.
    - N: Policloropreno (neopreno) solo para cubiertas.
- Particularidades constructivas:
    - H: Cable múltiple plano cuyos conductores pueden separarse.
    - H2: Cable múltiple plano, no separable.
- Formación de un conductor (después de un guión): o F: Flexible para un cable flexible (clase 5)
    - H: Extraflexible para un cable flexible (clase 6)
    - K: Flexible para instalación fija (clase 5)
    - R: Rígido, de sección circular, varios alambre cableados (clase 2)
    - U: Rígido, de sección circular, formado por un solo alambre (clase 1)

3) Número y sección nominal de los conductores:

- (Número): Número, no de conductores aislados.
- x: Signo de multiplicación, en ausencia de un conductor de protección, amarillo-verde.
- G: Tiene el significado del signo de multiplicación, cuando existe el conductor amarillo- verde.
- (sección): Sección nominal, S, del conductor, en mm2.

Para tensiones nominales de 0,6/1 kV los cables se designan conforme a los siguientes criterios:

- Los conductores de aluminio aislados, cableados en haz, para líneas aéreas de 0,6/1kV de tensión nominal, por medio de unas siglas que, por el orden que a continuación se cita, indicarán lo siguiente:
    - Tipo constructivo, con dos letras, la R que designará el aislamiento de XLPE (polietileno reticulado) y la Z el cableado en hélice visible.
    - La tensión nominal del cable en la forma 0,6/1 kV.
    - Número de conductores y sección nominal de los mismos, intercalando entre ambos el sino x.
    - Naturaleza del conductor Al. Si el neutro es de aleación de aluminio, la designación Alm seguirá a la sección del mismo. Si el fiador es de acero galvanizado, la designación Ac seguirá a la sección del mismo.

Los cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV, la designación se efectuará por un grupo de letras que caracterizan los elementos principales del cable, según el orden correlativo siguiente:

- Tipo constructivo: vendrá indicado por un grupo de letras que caracterizan los elementos principales del cable, según el orden correlativo siguiente:
    - Aislamiento:
        - V: Aislamiento de policloruro de vinilo (PVC)
        - R: Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)
        - D: Aislamiento de etileno propileno (EPR)
    - Cubierta de separación o asiento de armadura:
        - E: Polietileno termoplástico (PE)
        - V: Policloruro de vinilo (PVC)
        - N: Policloropreno (neopreno) (PCP)
    - Protecciones metálicas:
        - N: Sin protección metálica.

        - F: Armadura de flejes de acero
        - FA: Armadura de flejes de aluminio (para cables unipolares)
        - M: Armadura de alambres de acero.
        - MA: Armadura de alambre de aluminio (para cables unipolares)
        - C4: Pantalla trenza hilos de cobre
    - Cubierta exterior:
        - Z1: Poliolefina termoplástica 0-halógenos.
        - E: Polietileno termoplástico (PE)
        - V: Policloruro de vinilo (PVC)
        - N: Policloropreno (neopreno) (PCP)
        - I: Polietileno clorosulfonado (hypalon) (CSP)
    - Tensión nominal del cable: expresada en kV y designando valores Uo/U, en la forma 0,6/1 kV.
- Indicaciones relativas a los conductores. Se indicarán:
    - La cifra del número de conductores seguida por el signo x.
    - La sección nominal de un conductor expresada en mm2.
    - La forma del conductor vendrá indicada por una K, si se trata de una cuerda circular compacta, colocada a continuación de la sección nominal; cuando no figure indicación alguna se entenderá que el conductor es circular no compacto.
    - La naturaleza del material conductor no se indicará si se trata de cobre y se designará mediante el símbolo Al cuando se trate de aluminio.
- Para cables flexibles de servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV, la designación estará construida por dos letras que indican respectivamente la composición del aislamiento y de la cubierta, y de una tercera letra F que indica la formación flexible.

De forma general los campos de aplicación habituales de los cables son los siguientes:

- En redes de distribución, acometidas, alumbrado público, instalaciones industriales, cables enterrados o dispuestos en huecos de la construcción: aislamiento XLPE o EPR para 1 kV con cubierta de PVC.
- Para las mismas aplicaciones, con cables sujetos a muros o paredes, directamente pueden usarse los mismos tipos con armadura o de XLPE con cubierta de PVC del tipo trenzado, que pueden incluir cable fiador de acero.
- Este tipo, pero con armadura sobre cubierta estanca, son adecuados para locales con riesgo de incendio o explosión.
- Para receptores móviles, cables flexibles con aislamiento de XLPE, EPR o goma para 1 kV con cubierta de neopreno (apantallados en locales con riesgo de incendio o explosión). Aislamiento y cubierta de PVC para 750 V, sólo en aplicaciones de interior.
- En instalaciones interiores sin requisitos especiales, cables bajo tubo, en bandeja, etc. cable con aislamiento de PVC para 750 o 500 V (con o sin cubierta del mismo material).
- En locales con riesgo de incendio, sobre todo en los de pública concurrencia, los aislamientos a base de PVC son de los tipos no propagador de la llama y de baja emisión de humos tóxicos en caso de incendio.

Las cajas de derivación de barras serán metálicas, debidamente tratadas y pintadas y llevando en su interior fusibles y elementos de corte en carga, de forma que con la caja abierta, los fusibles queden sin tensión y las partes activas de la misma no sean accesibles al dedo eléctrico. Cuando dichas cajas lleven elementos de corte como seccionadores e interruptores, además de cumplir con los requisitos anteriores, no se podrán abrir si antes no se han desconectado aquellos; así mismo, dichos seccionadores e interruptores dispondrán de enclavamientos mecánicos que impidan su operación indiscriminadamente.

Los embarrados deberán soportar las fuerzas electromagnéticas de atracción y repulsión que se generan con la posible aparición de un cortocircuito. Para superar estas corrientes se fijarán adecuadamente los herrajes y aislantes de fijación a los embarrados.

5.3.4.3. Especificaciones de ejecución

Todos los conductores irán canalizados.

El trazado de canalizaciones podrá ser modificado durante la instalación para adaptarse a la construcción, pero bajo ningún concepto serán modificados los circuitos.

Cuando se utilicen tubos o canales metálicos debe tenerse la precaución de incluir en su interior todos los conductores de una misma línea, para evitar calentamientos en el tubo.

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas.

No se curvarán los cables con radios inferiores a los recomendados por el fabricante y que, en ningún caso, serán inferiores a 10 veces su diámetro, ni se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre la bobina de fábrica. Las curvas en los conductores deberán realizarse de forma que no se dañe el alma ni las envolventes

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando estos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en el almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación. Ningún conductor se utilizará en condiciones tales que la temperatura resultante de trabajo supere la especificada para dicho conductor.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación, estarán convenientemente identificados separados en el trazado, de manera que sean fácilmente localizables. Los cables se instalarán en los conductos utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

Los cables estarán canalizados en bandejas, en canales en el suelo, galerías, canalizaciones verticales, o en tubos, según los sistemas previstos en la instalación, y de acuerdo a lo indicado en los documentos del proyecto.

No se admitirán conductores directamente empotrados en paramentos.

Se utilizarán los colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identifican convenientemente en los extremos del circuito al que corresponde y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios trazados, sea difícil su identificación, así como en todas las cajas de derivación por las que pase en su recorrido. La identificación de los cables se realizará con collarines, manguitos, portaetiquetas o placas de señalización con preimpresión o rotulados con rotulador indeleble y la misma nomenclatura que se utiliza en los planos de proyecto.

Los empalmes y conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones, por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores de sección superior a 10 milímetros cuadrados, deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

En cualquier caso, las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en cajas y nunca en el interior de las canalizaciones.

Cuando dos conductores se conectan en paralelo (unidos eléctricamente en los extremos para formar un solo conductor) deberán ser de la misma longitud, del mismo material y tener idéntica sección y aislamiento.

En los cuadros y cajas de registro, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

No se admitirán derivaciones de circuitos sin su correspondiente caja. Únicamente se permitirán regletas sin caja en el interior de aparatos de alumbrado, cuando el conductor sea de sección igual o menor de 2,5 mm^2 y el sistema de alimentación sea monofásico.

Los conductores tendidos en bandejas, a lo largo de todo el trazado, incluso en tramos horizontales, deben sujetarse a la bandeja de forma apropiada para evitar los desplazamientos.

En las líneas formadas por varios conductores unipolares por fase, deberán agruparse los conductores de distintas fases, evitando por tanto el agrupamiento de conductores de una misma fase, e incluso el tendido de conductores de una fase en una misma bandeja. Deberá establecerse un orden de fases, siendo el recomendable RST-TSR.

Es posible agrupar diversos circuitos en un solo tubo o bandeja cuando cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- Todos los aislamientos son válidos para la máxima tensión de servicio.
- Debe existir un aparato general de mando y protección único.
- Cada circuito individual estará protegido contra sobreintensidades.

No podrán utilizarse canalizaciones metálicas como conductores de protección o de neutro.

En el montaje de embarrados se deberá interconectar los distintos tramos con los accesorios para no forzar las pletinas creando esfuerzos innecesarios en las uniones. Los tornillos que no sean de apriete autorregulable se deberán apretar con llaves dinamométricas y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante. El trazado de conductos se realizará según lo indicado en documentación de proyecto. Cualquier variación de los mismos deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

En la instalación de los conductos de distribución deberán tenerse en cuenta la accesibilidad a las distintas cajas de derivación y seccionamiento o corte.

5.3.5. CANALIZACIONES

5.3.5.1. Generalidades

Este apartado comprende las canalizaciones destinadas a alojar los conductores eléctricos. No se incluyen las canalizaciones de obra civil.

Se incluyen las canalizaciones de sección circular, cuadrada o rectangular, metálicas o de material termoplástico, cerradas o ventiladas, rígidas o flexibles.

En una misma canalización podrán alojarse conductores de diferentes sistemas de alumbrado o fuerza, a excepción de aquellos que pertenezcan a sistemas de señales, radio o comunicaciones, que deberán alojarse en canalización separada.

En general, tanto para tubos como para bandejas, deben preverse unas posibilidades de ampliación, que, además de las que fije la reglamentación en cada caso, no serán inferiores a un 25% de la sección realmente ocupada en el momento inicial.

5.3.5.2. Materiales

Las canalizaciones aceptadas para alojar conductores eléctricos, entrarán dentro de la clasificación siguiente:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas de material termoplástico.
- Canaletas metálicas (cerradas o ventiladas).
- Canaletas de material termoplástico (cerradas o ventiladas).
- Tubos metálicos.
- Tubos de material termoplástico rígidos.
- Tubos de material termoplástico flexibles.

Las bandejas y canaletas podrán ser metálicas, de chapa de acero o rejillas, o de material termoplástico incombustible, formando un conjunto rígido, capaz de soportar el peso de los conductores a alojar. En el caso de ser metálica, deberá conectarse a tierra y estar adecuadamente protegida contra la corrosión.

Los tratamientos aplicables para proteger los materiales de la corrosión son: galvanizado, electro cincado, electro cincado bicromatado, galvanizado en caliente y acero inoxidable. Además se pueden aplicar otro tipo de recubrimientos plásticos con diferentes productos como base: PVC, Polietileno, Polipropileno, resina Epoxi, etc., aunque éstos no garantizan la continuidad eléctrica como los recubrimientos de Cinc, por lo que serán preferentes los primeros tratamientos mencionados.

Los tubos podrán ser metálicos o de material termoplástico incombustible. En caso de tubos metálicos, se evitará el contacto entre metales de naturaleza diferente, para evitar la formación de pares galvánicos.

En el caso de tubos y accesorios de material termoplástico, éste deberá ser no propagador de la llama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente en las deformaciones provocadas por el calor a las máximas temperaturas de servicio y resistente a los efectos de la luz.

Las cajas de paso y derivación podrán ser metálicas o de material termoplástico, empotrables o de superficie, redondas, cuadradas o rectangulares.

Las cajas deberán tener la capacidad suficiente para alojar con holgura todos los conductores que por ella pasen, no debiendo forzar la tapa para su montaje. Las conexiones y empalmes se realizarán siempre en el interior de cajas, utilizando bornas o regletas fijadas a placa de montaje. Se podrán cerrar por presión, rosca o tornillos, asegurando un grado mínimo de protección. Todas las cajas de paso y derivación contarán con taladros o huellas de ruptura para el paso de tubos o cables por todos sus lados, en un número proporcional a las dimensiones de la caja. Cuando los taladros estén realizados, se suministrarán con tapas ciegas para las entradas no utilizadas.

Las cajas podrán ser para su instalación en paredes, techos o suelos no transitables. En el caso de suelos transitables, las cajas deberán ser acorazadas y aprobadas previamente por la Dirección Facultativa.

Tanto las cajas metálicas como sus accesorios, deberán tener un tratamiento contra la corrosión, tal como un galvanizado o un esmaltado.

5.3.5.3. Especificaciones de ejecución

Las canalizaciones irán empotradas, enterradas o vistas, según se indique en los documentos del proyecto.

Las canalizaciones metálicas no se utilizarán enterradas, sometidas a condiciones corrosivas.

En ambientes húmedos todos los soportes, abrazaderas, tornillos y anclajes serán del tipo protegido contra la corrosión.

El tipo de instalación de bandejas puede ser abierta, con o sin tapas y cerradas. Se emplean estas últimas cuando es necesario un mayor grado de protección mecánica. La instalación se realizará en pared, techo o suelo, según indique la documentación del proyecto.

Salvo en el caso de que el metal utilizado sea específicamente recomendable, o que se dote al tubo de una eficaz protección contra la corrosión, los tubos metálicos y sus accesorios no se deberán empotrar ni enterrar, ni instalar en atmósferas agresivas.

El material termoplástico no podrá ser utilizado en montaje visto en ambientes cuyas temperaturas superen la de diseño del materia especificadas por el fabricante.

El trazado de canalizaciones podrá ser modificado durante la instalación para adaptarse a la construcción, pero bajo ningún concepto serán modificados los circuitos. No se admitirán canalizaciones de dimensiones inferiores a las indicadas en los planos u otro documento del proyecto. Las canalizaciones no quedaran cortas, ni serán más largas de lo necesario, evitándose en cualquier caso que queden sometidas a esfuerzos o estorben durante el funcionamiento o mantenimiento de los equipos.

Las alineaciones de las canalizaciones se realizarán cuidadosamente, de modo que los registros y cajas queden todos a la misma altura. El trazado se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales

y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Cualquiera que sea el tipo de canalización utilizada, ésta no deberá presentar en ningún punto bordes cortantes que puedan dañar la envolvente de los conductores e incluirán los accesorios necesarios para poder realizar cambios de dirección, registros, derivaciones, etc. Además, cada tramo de canalización deberá llevar de forma indeleble la marca o sello del fabricante.

En líneas generales, la instalación y montaje de estos tipos de conductos se realizará de acuerdo a las observaciones indicadas en la instrucción ITC BT 21.

Los tubos en montaje superficial deberán adaptarse al paramento al que se fijan, cuidando especialmente las alineaciones, y montándose a una altura suficiente para no estar expuestos a daños mecánicos.

Antes de la instalación de las bandejas, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección Facultativa, los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los puntos de apoyo de la bandeja, así como las piezas especiales que sean necesarias. Nunca las bandejas deben ocupar más del 75% de su capacidad.

Una vez instaladas las bandejas y antes de colocar los cables, la Dirección Facultativa podrá pedir una prueba de carga de las mismas para comprobar su seguridad. Para admitir el peso de acuerdo a la capacidad de cada bandeja, las flechas no deberán superar los 10 mm.

Las canalizaciones se unirán entre sí mediante accesorios que aseguren la continuidad de la protección proporcionada por aquéllas. Todas las canalizaciones metálicas deberán conectarse a tierra, por lo que su montaje garantizará la continuidad eléctrica del conjunto. No podrán utilizarse canalizaciones metálicas como conductores de protección o de neutro.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura estarán de acuerdo con la reglamentación.

Se colocarán los tubos de manera que se impida la condensación de agua en el interior de los mismos, y se utilizarán accesorios adecuados.

Cuando las canalizaciones estén constituidas por materiales susceptibles de oxidación y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización (aterrajado, curvado, etc.), se aplicará a las partes mecanizadas pinturas antioxidantes. Se comprobará que cumplen las condiciones para las que han sido instaladas en cuanto a protección, inalterabilidad a los agentes y cualquier otra característica que la defina.

En los extremos de los tubos, se instalarán racores y prensaestopas adecuados a las características del tubo. La entrada de los tubos en cajas y armarios se realizará mediante prensaestopas, conos o manguitos u otros medios similares adecuados. Para curvar tubos metálicos se utilizarán útiles apropiados, y se ejecutarán con prácticas adecuadas.

Las bandejas y canaletas para alojamiento de conductores eléctricos se instalarán como un sistema completo, con accesorios, elementos de sujeción y soportes.

Cuando por una canaleta discurran conductores de distintos sistemas que sea preciso aislar entre sí, los elementos de separación deberán ser incombustibles.

En el montaje de bandejas y canaletas, se cuidará de dejar suficiente espacio para poder realizar el tendido de los cables y su mantenimiento posterior.

En las operaciones de corte de tubos para su posterior acoplamiento mediante manguitos o cajas, deberán repasarse los bordes a fin de eliminar rebabas y puntos cortantes. Los empalmes entre tramos se realizarán mediante manguitos adecuados, que podrán ser roscados o de presión, según se especifique en cada caso. En los puntos en los que un tubo cruce una junta de dilatación, se montará un accesorio de expansión. El accesorio de expansión del tubo deberá ser instalado de un lado de la junta con el extremo deslizante del manguito enrasado con ella, y con una longitud de conexión en la junta de expansión igual por lo menos a tres veces el ancho de la misma.

Los tubos enterrados descansaran sobre una capa de arena de río de espesor no inferior a 5 centímetros o,

en el caso de cruce de calzada, se rodeará de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 8 centímetros. Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos. Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas en los mismos. Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable rellenar las juntas con un producto asfáltico.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura apropiados. Los cambios importantes de dirección, en canalizaciones enterradas, se realizarán mediante arquetas.

Para el cruce de los tubos con otros servicios, paralelismos, proximidad con vías de ferrocarril y otras consideraciones, se mantendrán las distancias y se cumplirán las recomendaciones indicadas en el R.E.B.T.

El tapado de los tubos se realizará de manera que los 10 o 15 primeros centímetros sea arena seleccionada procedente de la excavación, que estará libra de piedras. El resto será procedente de la excavación, que será compactada con maquinaria apropiada para tal fin. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 50 cm por debajo del nivel del suelo terminado, y en el caso de cruce de calzada, esta distancia será de 60 cm como mínimo.

Los cruces con otras canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) o donde se indique en los planos, los tubos se rodearán de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 7 cm. La longitud de tubo hormigonado será, como mínimo de 1 metro a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre esta y la pared exterior de los tubos de 15 centímetros por lo menos.

No se taparán los tubos hasta que no sean inspeccionados por la Dirección Facultativa.

Los tubos empotrados se instalarán después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos. En cualquier caso, las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos.

Las cajas deberán quedar rígidamente fijadas a la superficie de montaje o perfectamente recibidas y enrasadas en el caso de ser empotradas. En este último caso se tomarán las debidas precauciones para que el material de agarre no penetre en el interior de las cajas.

Cualquier tipo de caja se instalará de forma que el cableado sea accesible fácilmente, sin tener que desmontar o mover cualquier otro elemento ajeno a la instalación.

En locales húmedos, las cajas y sus accesorios serán de tal forma que impidan la entrada de la humedad en la misma. Los taladros laterales para paso de tubos que no se utilicen, deberán quedar cerrados, proporcionando una protección igual a la exigida a la instalación de la que forman parte.

Las cajas se instalarán en los cambios de dirección, puntos de derivación y como registro. En este último caso, la distancia máxima admisible entre dos cajas será de 15 m.

Las instalaciones que tengan lugar en locales húmedos o mojados, cuando los conductos son superficiales, las instalaciones deberán ser estancas en tubos de acero o plástico, normalmente rígidos, de dimensiones adecuadas a los conductores a utilizar y sujetos a la pared o techo con abrazaderas, tornillos, tacos y todos los elementos necesarios para una buena estanqueidad. En estos casos cuando los tubos entren en cajas a través de las aberturas practicadas en ellas se sujetarán con tuerca y contratuerca, con rosca del tubo atornillada directamente en la caja previamente terrajado, con prensaestopas o por medio de cono elástico. Las conexiones y derivaciones se realizarán siempre en el interior de cajas estancas, utilizando para ellas bornes aislados de aprieto por tornillo.

En locales donde existe riesgo de incendio o explosión, por la clase y naturaleza del ambiente que en ellos exista, las instalaciones deberán ser antideflagrantes. En estos casos se recomienda una ejecución con tubo de acero colocado superficial y conductor armado de 1 kV en instalación superficial. Los elementos a emplear serán de envolvente metálica de forma que, en caso de un cortocircuito en su interior, los gases que puedan salir a través de la junta al exterior lo hagan suficientemente fríos como para que con su temperatura no

puedan generar el incendio o la explosión en una atmósfera de alto riesgo. Las cajas de derivación serán estancas, de cierre por tornillo y normalmente con una junta entre caja y tapa. En las uniones de las tuberías con los diversos elementos de la instalación se utilizan los cortafuegos constituidos por aros de amianto-goma que cierran con estanqueidad con una pasta aislante y resistente al calor que evita la transmisión de éste de un extremo al otro del cortafuegos. Su instalación se llevará a cabo a la entrada de los aparatos de alumbrado, interruptores y tomas de corriente y en la unión de la instalación normal con la antideflagrante.

De forma general no se colocarán en zonas peligrosas ningún tipo de interruptor de encendido, realizándose éste desde zonas que no presenten ningún riesgo.

Básicamente, se instalará tubo termoplástico rígido en instalaciones vistas y empotradas donde se requiera buena resistencia mecánica a la compresión y al impacto. El tubo termoplástico corrugado se colocará en instalaciones empotradas. El tubo flexible en instalaciones de superficie y empotradas. Los tubos metálicos flexibles son adecuados en instalaciones que deban cumplir condiciones antideflagrantes. Los tubos metálicos, en general, son indicados también en aplicaciones donde se requiera un alto índice de protección mecánica. Cuando el número de conductores a canalizar sea elevado, se tenderá hacia el uso de bandejas portacables. Todo esto según documentos de proyecto o indicaciones de la Dirección Facultativa.

5.3.6. CONTADORES DE ENERGÍA Y CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

5.3.6.1. Generalidades

Los contadores de energía pueden ser monofásicos o trifásicos en conjuntos individuales o formando centralizaciones de contadores que dan lugar a un conjunto de unidades funcionales que albergan el embarrado general, los fusibles de seguridad, los equipos de medida, el embarrado de protección y los bornes de salida de las distintas derivaciones individuales.

Las cajas generales de protección (CGP) sirven para alojar los elementos o protecciones de la línea repartidora. Determinan el comienzo de la instalación del usuario y según la potencia que requiere el edificio y la sección y trazado de las líneas repartidoras, así será el número de cajas a instalar.

Como instalaciones de enlace también se utilizan las cajas generales de protección y medida (CGPM) que combinan sobre la misma envolvente las protecciones y los contadores.

5.3.6.2. Materiales

Los contadores eléctricos estarán constituidos por envolvente, embarrados y fusibles.

Las envolventes, tanto para contadores monofásicos como trifásicos, serán de material aislante de clase A, resistente a los alcalís y autoextinguible. Tendrá como mínimos, en posición de servicio el grado de protección IP403, excepto en sus partes frontales y en las expuestas a golpes en las que, una vez efectuada su colocación como en servicio, la tercera cifra característica no será inferior a 7. La cara frontal será transparente y precintable. Las partes interiores serán accesibles por dicha cara frontal.

El embarrado general será de cobre, irá provisto de bornes para conexión de la línea repartidora y alimentará a las derivaciones individuales. En cada derivación individual y para cada fase, se dispondrá de un cortacircuitos fusible entre el embarrado general y los contadores.

El embarrado de protección será de cobre, irá provisto de bornes para conexión de los conductores de protección de cada una de las derivaciones individuales, así como de bornes para puesta a tierra.

Los conjuntos de centralizaciones para contadores indicarán marca, tipo, tensión nominal en voltios, intensidad nominal en amperios del embarrado general y de las bases portafusibles y anagrama de homologación UNESA.

Los contadores, tanto monofásicos como trifásicos, podrán ser de inducción o electrónicos. Estarán constituidos por envolvente y sistema de medida. La envolvente llevará mirilla de lectura. Se indicará marca, tipo, esquema de instalación, número de revoluciones que corresponden a 1 kWh, intensidad nominal en A,

tensión nominal en V, naturaleza de la corriente, frecuencia en Hz y el número de orden de fabricación, así como la fecha del Boletín Oficial del Estado en que se publique la aprobación del tipo del aparato.

Las cajas generales de protección estarán compuestas por una envolvente aislante, precintable, que contendrá fundamentalmente los bornes de conexión y las bases para cortacircuitos fusibles.

5.3.6.3. Especificaciones de ejecución

Los locales utilizados para instalar las centralizaciones de contadores serán de fácil y libre acceso, tal como portal, recinto del portero o un departamento o habitación especialmente dedicado a ello.

No se admitirá el montaje de centralizaciones de contadores en locales húmedos, que no dispongan de ventilación suficiente o que no posean desagüe si la cota de suelo es igual o inferior a la de los locales colindantes.

No se admitirá el montaje de centralización de contadores en cuartos de contadores de agua, maquinaria de ascensores, cuartos de calderas, etc.

Los contadores estarán protegidos por dispositivos que impidan toda manipulación en ellos y dispuestos en forma que se puedan leer sus indicaciones con facilidad; cada contador y fusible de seguridad tendrá un rótulo indicativo del abonado o derivación individual a que pertenece.

Los contadores deberán colocarse dentro de la centralización de forma que se hallen a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m. Entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m.

La situación de los contadores será la representada en documentación de proyecto. Cualquier cambio o modificación deberá ser consultada con la Dirección Facultativa.

Los contadores se instalarán sobre bases constituidas por materiales adecuados y no inflamables y podrán disponerse en forma individual o en forma concentrada.

El propietario del edificio tendrá, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las Empresas distribuidoras y de la rotura violenta de cualquiera de los elementos instalados que queden así bajo su custodia en el local o espacio en que se efectúe la concentración de contadores.

Tanto los contadores, monofásicos o trifásicos, como las centralizaciones de los mismos, deberán cumplir con los criterios marcados por la Compañía suministradora.

El emplazamiento de las CGP se fijará de común acuerdo entre la Propiedad y la Empresa suministradora, en el portal, la fachada o entrada de los servicios comunes del edificio y siempre en lugar de libre y permanente acceso. Cuando la acometida sea aérea, la instalación podrá hacerse superficialmente o en el interior de una arqueta en pared, a una altura mínima del suelo de 3 m. Cuando la acometida sea subterránea, la instalación siempre será en el interior de una arqueta en la pared, estando la parte inferior de la puerta a un mínimo de 10 cm del suelo. La puerta será metálica, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, y dispondrá de la cerradura normalizada por la Empresa suministradora.

5.3.7. PUESTA A TIERRA

5.3.7.1. Generalidades

Este capítulo comprende los elementos necesarios para la instalación de puesta a tierra (tomas de tierra, conductores de protección y aislamientos de la red) que den lugar a la mayor continuidad de la corriente en caso de defecto a tierra o las descargas de origen atmosférico.

En esta unidad quedan incluidos:

- Todos los sistemas de puesta a tierra, incluyendo conductores, electrodos, arquetas, etc.

- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

En toda la instalación receptora la toma de tierra de protección se efectuará conectando las tomas de todos los elementos y equipos a una única instalación.

5.3.7.2. Materiales

Las características básicas exigibles a un electrodo de puesta a tierra son:

- Soportar adecuadamente la corrosión a que estará sometido bajo tierra.
- No causar corrosión galvánica a otros metales (generalmente hierro o acero), también enterrados.

El cable conductor será de cobre desnudo recocido, de 35 mm2 de sección nominal. Cuerda circular con un máximo de 7 alambres. Resistencia eléctrica a 20ºC no superior a 0,514 Ohm/Km.

El electrodo de pica será de acero recubierto de cobre y estará soldado al cable conductor mediante soldadura aluminotérmica.

El punto de puesta a tierra será de cobre recubierto de cadmio de 2,5x33 cm y 0,4 cm de espesor, con apoyos de material aislante.

Toda la tornillería y piezas desmontables de conexión de tierra de protección a equipos y/o estructuras serán de bronce o latón cadmiado de alta resistencia mecánica y apriete asegurado.

5.3.7.3. Especificaciones de ejecución

Se dará tierra de protección a:

- Estructuras metálicas accesibles, armaduras de muros, columnas y soportes de hormigón armado, tuberías, depósitos metálicos, calderas, radiadores, elevadores, carcasas de motores, conducciones metálicas de cables (como bandejas) y demás elementos metálicos no activos.
- Desde los cuadros se distribuirá hacia los receptores (motores, luminarias, tomas de corriente, tomas de fuerza y otros equipos), para dar tierra de protección a sus envolventes y partes metálicas no activas.

No se podrá seccionar la red enterrada de puesta a tierra, salvo en un punto en el que se establecerá un puente de prueba de bronce o latón cadmiado.

La conducción enterrada enlazará todas las conexiones de puesta a tierra de un edificio y se situará a una profundidad no inferior a 80 cm, a partir de la última solera transitable, pudiéndose disponer en el fondo de las zanjas de cimentación.

Las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigón se soldarán, mediante un cable conductor, a la conducción enterrada, en puntos situados por encima de la solera o del forjado de cota inferior.

La puesta a tierra provisional que enlazará, en derivación las máquinas eléctricas y las masas metálicas que no dispongan de doble aislamiento, se dispondrá sobre el terreno. Cuando para la obra sea necesaria la instalación de transformador, ningún electrodo de pica se situará a menos de 20 m de éste.

Al punto de puesta a tierra se soldará, en uno de sus extremos, el cable de la conducción enterrada y en el otro, los cables conductores de las líneas principales de bajada a tierra del edificio.

Todos los depósitos y tuberías metálicas destinados al almacenamiento y transporte de fluidos combustibles estarán dotados de tomas de tierra a la red general o independientes, aún en el caso de carecer de equipo eléctrico.

Se consideran admisibles las uniones mediante grapas, manguitos y soldadura.

La conexión entre el conductor de tierra y los electrodos se realizará de forma que garantice la conducción eléctrica y deberán poder soportar o absorber los esfuerzos mecánicos derivados de movimientos del terreno.

La instalación incluirá las suficientes arquetas para la ejecución de la conexión de las líneas principales con

la conducción enterrada. En dichas arquetas se interpondrá un puente de conexión para el seccionamiento de las líneas principales de bajada durante la medida de la resistencia de puesta a tierra.

No deberán colocarse los electrodos en corrientes de agua o ríos; cuando no exista otra alternativa, los electrodos se clavarán en el fondo o se situarán a una profundidad mínima de 4 m respecto de la superficie del agua.

5.4. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD EN MEDIA TENSIÓN

Los trabajos se ejecutarán de forma que se garantice la trazabilidad documental de todos los equipos y materiales. Se prestará especial atención a la integridad de los aislamientos y a la correcta ejecución de terminales y empalmes para asegurar la fiabilidad operativa del sistema.

5.4.1. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE

El diseño, los materiales y la ejecución de las instalaciones de Media Tensión se ajustarán estrictamente a la última edición vigente de las siguientes normas y reglamentos:

1. Reglamentación Nacional:
    - RD 337/2014: Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT).
    - RD 223/2008: Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITC.
    - RD 614/2001: Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
2. Normativa Particular de la empresa distribuidora
3. Normas Internacionales y de Ensayo:
    - UNE-EN 61936-1: Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna.
    - UNE 211006: Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión.
    - UNE-EN 62271-200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones > 1 kV y ≤ 52 kV (Normativa vigente, pero los equipos deben ser SF_6-free para nuevas instalaciones, conforme al Reglamento F-Gas).
    - IEC 62619: Requisitos de seguridad para celdas y baterías de litio en aplicaciones industriales.
    - UNE-EN IEC 62485-2: Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 2: Baterías estacionarias.
    - Serie IEC/UNE-EN 62933: Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EES). Parte 5-1: Requisitos de seguridad para sistemas EES integrados en red. Especificación general.

En caso de discrepancia entre las normas mencionadas, prevalecerán siempre las Especificaciones Técnicas y normas de la empresa distribuidora para garantizar la compatibilidad con su red de distribución.

5.4.2. CABLES DE MEDIA TENSIÓN

5.4.2.1. Generalidades

Todos los conductores empleados en las instalaciones de Media Tensión deberán cumplir con las siguientes condiciones generales de calidad y suministro:

- Idoneidad del Fabricante: Los cables serán de marcas con red de distribución consolidada en España y con una trayectoria demostrada en el mercado español.
- Normativa de Referencia: Los cables instalados deberán ajustarse a las Recomendaciones UNESA, las Normas UNE correspondientes para cables unipolares con aislamiento seco.

- Tipo y Construcción: Se utilizarán cables de aislamiento seco, de campo radial y apantallados. Las líneas estarán constituidas habitualmente por tres conductores unipolares de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) o etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Designación: La designación de los cables de tensiones nominales entre 1 y 36 kV se realizará de acuerdo con la norma UNE 21123, indicando claramente los valores de en kV (donde es el valor eficaz entre conductor y tierra, y entre conductores de fase).
- Estado y Suministro: No se admitirán cables que presenten desperfectos superficiales, grietas u oquedades. Se enviarán a la obra obligatoriamente en sus bobinas de origen, debidamente protegidas con duelas de madera para evitar daños durante el transporte y manipulación.
- Homogeneidad: No se permitirá el empleo de materiales de procedencias distintas dentro de un mismo circuito.
- Trazabilidad: La recepción de los conductores incluirá el control de la documentación de los suministros, verificando el marcado CE y la trazabilidad documental de los materiales hasta su fabricación.
- Identificación: Los cables llevarán impresa en la cubierta la denominación comercial del fabricante, el tipo de cable según la designación vigente y el número de la norma UNE correspondiente.

5.4.2.2. Tipos de cables y características constructivas

Los cables de Media Tensión destinados a la interconexión de los sistemas de almacenamiento y los centros de transformación cumplirán con las siguientes especificaciones constructivas:

- Tensión Asignada: Los cables estarán construidos para la tensión nominal requerida del proyecto.
- Conductor: Estarán constituidos por tres conductores unipolares de cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, Clase 2, según la norma UNE EN 60228.
- Aislamiento: El aislamiento será de tipo seco extruido, compuesto por polietileno reticulado químicamente (XLPE) o etileno propileno de alto módulo (HEPR), con un espesor radial mínimo de 3,5 mm. Este material deberá garantizar excelentes características dieléctricas, térmicas y una gran resistencia a la humedad.
- Pantalla: Los conductores dispondrán de una pantalla de hilos de cobre de campo radial, la cual se conectará a tierra en los sistemas generales de los centros de transformación.
- Cubierta Exterior: La funda exterior será de color rojo para su correcta identificación como Media Tensión.
- Terminales: En los puntos de conexión se utilizarán cajas terminales para cable seco y servicio interior, con aislamiento específico para su tensión asignada.
- Designación**:** Los cables cumplirán los requisitos técnicos y de ensayo establecidos en la norma UNE-EN 60228 para los conductores y en la normativa UNE-EN/IEC aplicable al nivel de tensión correspondiente.

5.4.2.3. Dimensionado eléctrico y térmico

La determinación de la sección de los conductores de Media Tensión se realizará siguiendo de forma acumulativa los siguientes tres criterios técnicos:

1. Intensidad máxima admisible en servicio permanente: La sección deberá soportar la corriente nominal de la instalación considerando las condiciones de instalación (enterrado, en tubo, etc.) y los factores de corrección por agrupamiento y temperatura.
2. Intensidad de cortocircuito: Los conductores se dimensionarán para soportar la intensidad máxima admisible de cortocircuito durante un tiempo limitado, evitando daños en el aislamiento.
3. Caída de tensión máxima: La sección se seleccionará para que la caída de tensión máxima sea de tan solo el 0,5%, con el fin de optimizar la eficiencia del sistema de evacuación.

Requisitos adicionales de dimensionado:

- Sección Mínima: Independientemente de los resultados de los cálculos anteriores, no se instalarán secciones inferiores a 300 mm^2 para la red de Media Tensión.
- Límites Térmicos: Para la selección de intensidades máximas, se tomará el valor más restrictivo entre el marcado por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y el aconsejado por el fabricante, garantizando que la temperatura de trabajo nunca supere la admitida por el conductor.

5.4.2.4. Instalación y tendido

Se observarán las siguientes prescripciones técnicas:

- Configuración: El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases 0, 4 y 8). En el caso de cables unipolares, se colocará una sujeción que agrupe los conductores y los mantenga unidos cada dos metros.
- Procedimiento y control: El Contratista elaborará obligatoriamente "sábanas de tendido" y "fichas de tendido" individuales por cada cable, donde constará el número de identificación, longitud exacta, ruteado, equipos de origen/destino y la resistencia de aislamiento medida tras el tendido.
- Esfuerzo de tracción: El tiro del cable se efectuará mediante malla metálica, controlando el esfuerzo con dinamómetros para no sobrepasar en ningún caso el límite máximo de tracción indicado por el fabricante.
- Elementos de apoyo: Para minimizar el rozamiento, el tendido se hará mediante rodillos que giren libremente. Se recomienda la disposición de un rodillo recto cada 5 metros y un conjunto de tres rodillos de ángulo en cada cambio de dirección.
- Radio de curvatura: No se permitirán radios de curvatura inferiores a los recomendados por el fabricante, estableciéndose como límite general 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Condiciones Ambientales: No se permitirá el tendido con temperaturas ambiente inferiores a 0 °C debido a la rigidez del aislamiento, salvo que se proceda al precalentamiento controlado de las bobinas en locales cerrados.
- Protección de Conductos: Los extremos de los tubos se protegerán con terminales adecuados para evitar daños por roce. Tras el montaje, y hasta el paso de los cables, los extremos de los tubos se cerrarán con tapas estancas.

5.4.2.5. Empalmes y terminales

La integridad de las conexiones es crítica para la fiabilidad del sistema de almacenamiento. Se cumplirán los siguientes requisitos:

- Continuidad de los cables: Como norma general, no se admitirán empalmes en el tendido inicial de los cables de potencia, debiendo ser estos continuos entre los equipos de origen y destino.
- Excepciones y materiales: Únicamente en casos excepcionales autorizados por la Dirección Facultativa, se realizarán empalmes utilizando manguitos de tecnología termorretráctil. En estos casos, los cables a empalmar se solaparán en una longitud mínima de 0,50 metros.
- Terminales de conexión: En los puntos de conexión de los centros de transformación, se utilizarán cajas terminales para cable seco y servicio interior, con aislamiento específico para su nivel de tensión.
- Ejecución de las conexiones: El conexionado se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante. Para la fijación de terminales, se emplearán herramientas de engaste con control de presión que garanticen una unión mecánica y eléctrica óptima.
- Identificación: En el punto de interrupción de la cubierta exterior para realizar la conexión, se colocará una etiqueta con el número de identificación y composición del cable mediante un manguito termorretráctil.
- Estanqueidad: La entrada de los cables a los equipos se realizará a través de prensaestopas, conos o manguitos que aseguren la firmeza y la estanqueidad del paso.

5.4.2.6. Ensayos y pruebas (VLF / aislamiento)

Se realizarán ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio según UNE 211006. La medida de resistencia de aislamiento se efectuará, considerándose aceptable si supera el valor de multiplicar por 1.000 la tensión máxima de servicio más 250.000 ohmios.

El Contratista medirá la resistencia de aislamiento inmediatamente después del tendido y tras el conexionado final, reflejando dichos valores en las "fichas de tendido" individuales de cada cable.

Se verificará la continuidad eléctrica de las pantallas de los cables y su correcta conexión a la red de tierras.

5.4.2.7. Identificación y señalización

Para facilitar las labores de mantenimiento y operación segura de la instalación de Media Tensión, se establece el siguiente protocolo de identificación:

- Marcado General: Los cables irán marcados identificando claramente el circuito y la fase (siguiendo el orden 0, 4, 8) en todas las zonas visibles, entradas a equipos y arquetas de registro.
- Ubicación de Etiquetas:
  - Se colocarán etiquetas identificativas en los extremos de los cables, junto a los puntos de entrada a los equipos.
- Características de las Etiquetas:
  - La etiqueta del cable se colocará en el punto de interrupción de la cubierta exterior.
  - Llevarán marcado con tinta indeleble el número de identificación del cable y su composición.
  - Estarán constituidas por manguitos termorretráctiles de material aprobado por la Dirección de Obra.
- Identificación de hilos/conductores: Cada conductor será identificado individualmente antes de su conexión, mediante etiquetas tipo omega o termorretráctiles que indiquen el cable al que pertenecen y las bornas de origen y destino.
- Señalización de seguridad: En las celdas y armarios de Media Tensión se dispondrán las señales de seguridad pertinentes según la norma vigente de aplicación.

5.4.3. CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN

La ejecución de las canalizaciones para la red de Media Tensión se realizará conforme al Manual de Métodos M-HS-11 "Canalizaciones de Cables" de Iberdrola. Se seguirán las siguientes prescripciones técnicas:

- Zanjas: Se excavarán de forma vertical hasta una profundidad de 1,25 m o 1,15 m, asegurando que el fondo repose sobre terreno firme para evitar corrimientos que sometan a los cables a esfuerzos de estiramiento. En terrenos de poca consistencia, se recurrirá obligatoriamente al entibado.
- Lecho y Protección: Los cables descansarán sobre una cama de arena de río lavada de, al menos, 10 cm de espesor. Tras el tendido, se cubrirán con una capa de arena de 30 cm por encima de la parte superior del cable.
- Protección Mecánica: Sobre la capa de arena se colocarán placas de protección de polietileno conformes a la recomendación UNESA RU0206B, de color amarillo y con el marcado de riesgo eléctrico indeleble.
- Señalización: Se dispondrán cintas de señalización de polietileno de color amarillo-naranja con la leyenda de advertencia cables eléctricos.
- Cruces de calzada: Se realizarán bajo tubo corrugado reforzado de color rojo de 160 mm de diámetro, el cual se rodeará de una capa de hormigón en masa (H-125 o superior) con un espesor mínimo de 30 cm. La superficie exterior de estos tubos quedará a una profundidad mínima de 80 cm respecto al suelo terminado.
- Relleno y compactación: El resto de la zanja se rellenará con tierra compactada en tongadas de 250 a 300 mm, alcanzando una densidad del 95% del Proctor Modificado.

5.4.4. APARAMENTA Y PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN

El suministro y montaje de la aparamenta de Media Tensión tendrá las siguientes características:

- **Celdas Blindadas:** Se instalarán celdas de media tensión bajo envolvente metálica, libres de gases fluorados (SF_6-free), basadas en tecnología de corte en vacío y aislamiento sólido o aire limpio, conformes a la norma UNE-EN 62271-200, en su última edición vigente, y en cumplimiento del Reglamento (UE) 2024/573 sobre gases fluorados.
  Su montaje incluirá la correcta nivelación y fijación sobre bancadas de hormigón, la unión de los embarrados principales y el cableado de interconexión hasta las cajas de centralización, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y la normativa técnica aplicable.
- **Sistema de Protección:** Deberá cumplir con el RD 337/2014. El sistema incorporará las siguientes funciones críticas:
  - Elemento de corte general con aislamiento galvánico según el RD 614/2001.
  - Protección de interfaz: Ajustada para actuar por máxima/mínima frecuencia (50,5 Hz / 48 Hz) y máxima/mínima tensión (1,15 Un / 0,85 Un).
  - Tensión Homopolar: Para tensiones de 1 kV a 36 kV, se incluirá obligatoriamente el criterio de desconexión por máxima tensión homopolar para detección de defectos a tierra.
- **Integración y Control:** Todas las protecciones y señales de las celdas se integrarán en el PPC/EMS de la planta.
- **Pruebas Funcionales:** Antes de la puesta en servicio, se realizarán pruebas de maniobra, control, enclavamientos y verificación de los circuitos de medida de los transformadores de intensidad y tensión.

5.4.5. PUESTA A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN

La red de tierra se ejecutará según la norma MIE-RAT-13, verificando que las tensiones de paso y contacto no sobrepasen los límites permitidos. Este apartado regula las condiciones técnicas para el diseño y ejecución de la red de tierra de los sistemas de Media Tensión (MT), garantizando la seguridad de las personas y la protección de los equipos frente a defectos de aislamiento y descargas atmosféricas.

5.4.5.1. Normativa y Criterios de Diseño

La red de tierra se dimensionará y ejecutará conforme a:

- Reglamento de Alta Tensión: 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.
- Estándares la empresa distribuidora.
- Referencia Internacional: IEEE Standard 80-2013 para la seguridad en la puesta a tierra de subestaciones de corriente alterna.
- El diseño asegurará que las tensiones de paso y contacto no sobrepasen los valores máximos permitidos para la seguridad de los trabajadores y el público en general.

5.4.5.2. Materiales

- Conductores: La red principal consistirá en conductores de cobre desnudo semiduro y trenzado. La sección mínima para la red de tierra principal será de 50 mm^2.
- Electrodos: Se utilizarán picas de alma de acero con recubrimiento de cobre o placas, que no se deterioren por acciones químicas del terreno.
- Arquetas: Serán de tipo prefabricado, registrables y estancas, fabricadas en polipropileno reforzado o materiales equivalentes con alta resistencia a cargas mecánicas.
- Conexiones: Los elementos de unión garantizarán una conductividad perfecta y resistencia a la corrosión. Toda la tornillería de conexión a equipos será de bronce o latón cadmiado de alta resistencia.

5.4.5.3. Ensayos y pruebas

Antes de la puesta en servicio, el Contratista realizará las siguientes verificaciones:

- Medida de la resistencia de la malla de tierra global.
- Medición de las tensiones de paso y contacto en los puntos más críticos de la instalación.
- Verificación de la continuidad eléctrica entre todos los elementos metálicos accesibles y la red general.
- Los resultados se recogerán en el protocolo de pruebas del Expediente de Fin de Obra.

6. CONCLUSIÓN

Por todo lo anteriormente expuesto, se considera suficiente definido el trabajo de redacción del presente documento, entendiendo que atiende a las necesidades de las obras a ejecutar y al trabajo encomendado, se someta a la consideración de los Organismos Competentes para su aprobación y posterior tramitación.

En Sevilla, a 12 de marzo de 2026

Autor del presente pliego,

[redacted]

Ingeniero Técnico Industrial

ANEXO II

GESTIÓN DE RESIDUOS

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: GESTIÓN DE RESIDUOS

REVISIÓN: 0B

FECHA: 12/03/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	19/01/26	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETO DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS 5
3. ALCANCE 6
4. DATOS GENERALES DE LA OBRA. IDENTIFICACIÓN DE AGENTES INTERVINIENTES 7
4.1. Promotor 7
4.2. Proyectista 8
4.3. Productor de residuos (promotor) 8
4.4. Poseedor de residuos (constructor) 8
4.5. Gestor de residuos 8
4.6. Emplazamiento 8
5. NORMATIVA APLICABLE 9
6. OBLIGACIONES DE LOS INTERVINIENTES 11
6.1. Productor de residuos (promotor) 11
6.2. Poseedor de residuos (constructor) 16
7.1. Gestor de residuos 18
8. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERA EN LA OBRA, ASI COMO EN SU VIDA ÚTIL 20
8.1. Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la ley 7/2022 de 8 de abril 20
8.2. Estimación de la cantidad de cada tipo de residuos que se genera en la obra 21
9. CRITERIOS MINIMIZACIÓN DE REIDUOS 23
9.1. Medidas a adoptar por la contrata en obra 23
9.2. Compra y aprovisionamiento de las materias primas 24
9.3. Almacenamiento de las materias primas 27
9.4. Empleo de materiales reutilizados y reciclados 29
9.4.1. Materiales reutilizables 29
9.4.2. Materiales reciclables 29
9.5. Información al personal de la obra 30
10. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN OBRA 30
10.1. Tierra vegetal 32
10.2. Tierra sobrante de excavaciones 33
10.3. Hormigón 33

10.4. Madera 33
10.5. Obras de fábrica y pequeños elementos 34
10.6. Metales 35
10.7. Embalajes y plásticos 36
10.8. Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "insitu" 36
10.9. Medidas para la segregación de RCDs en Obra 38
10.10. Ubicación de áreas de gestión de RCD en la obra 38
10.11. Descripción de las instalaciones a ubicar en las áreas de gestión temporal de RCD 39
11. CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN 40
12. MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS 42
13. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 45
14. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS 46
14.1. Identificación de los residuos y estimación de la cantidad de cada tipo de residuos que se generará en obra 46
15. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS. PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES 48
16. PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS 49
17. ANEXO I. PLAN DE CONTROL DE ACTUACIONES 52
18. CONCLUSIÓN 55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Certificado RCDs. 14
Ilustración 2: Certificado RCDs. 15
Ilustración 3: Plano acopio de residuos. 39
Ilustración 4: Esquema control de documentación. 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos proyecto. 9
Tabla 2: Cantidad prevista de generación de residuos de construcción y demolición. 17
Tabla 3: Material según Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. 21
Tabla 4: Estimación de la cantidad de cada tipo de residuos que se genera en la obra 23
Tabla 5: Almacenamiento de las materias primas que llegan a la obra. 28
Tabla 6: Residuos No Peligrosos generados en obra. 32
Tabla 7: Residuos generados por tierra vegetal. 32

Tabla 8: Residuos generados por tierra sobrante de excavaciones. 33
Tabla 9: Residuos generados de hormigón. 33
Tabla 10: Residuos generados madera 34
Tabla 11: Residuos generados de obras de fábrica y pequeños elementos. 35
Tabla 12: Residuos generados metales. 35
Tabla 13: Residuos generados embalajes y plásticos. 36
Tabla 14: Operaciones de eliminación. 37

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Plan de Gestión de residuos del proyecto de instalación de un sistema de almacenamiento de energía, con una potencia nominal de 5 MW, una capacidad energética de 10 MWh y línea subterránea de 15 KV para la conexión con la subestación eléctrica ST Prado Santo Domingo denominado "BESS Móstoles 1_ST", ubicado en el término municipal de Alcorcón. Esta solución innovadora destaca por la integración combinada de armarios de baterías de litio-ferrofosfato (LFP) y racks de ultracondensadores (UCRACKS o UCAPs), lo que permite aprovechar las ventajas de ambas tecnologías para optimizar la respuesta del sistema.

El proyecto se desarrolla como consecuencia de la actualización y adecuación de una propuesta previamente tramitada, motivada por un cambio de emplazamiento y por la necesidad de adaptación a los requerimientos técnicos y ambientales formulados por la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. y por el órgano ambiental competente. En este nuevo planteamiento, la instalación de almacenamiento se concibe integrada en el interior de una nave, lo que introduce condicionantes específicos en materia de diseño, seguridad, protección contra incendios, ventilación y control acústico.

2. OBJETO DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El objeto principal de este Plan de Gestión de Residuos (PGR) es definir las actuaciones a realizar durante las obras contempladas definidas en el punto anterior.

Para garantizar que la gestión de los mismos se realice de manera correcta, fomentando la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado.

Los residuos de construcción y demolición suponen uno de los impactos más significativos de las obras por su gran volumen y su heterogeneidad. La primera razón reside en que acelera el ritmo de colmatación de los vertederos y eleva el número de transportes por carretera; la segunda, porque dificulta enormemente las opciones de valorización del residuo (ya que se incrementa el coste posterior del reciclaje).

El objetivo del presente Plan es determinar el procedimiento a seguir para la gestión de residuos generados en las obras correspondientes al BESS Móstoles 1_ST en Alcorcón (Madrid) de acuerdo con 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. Según define la Ley 7/2022 de 8 de abril, de Residuos, la Gestión de residuos se refiere a "la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente". Mediante el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, se analiza la gestión de los residuos en la obra, considerando sus características específicas y las posibles alternativas.

Los objetivos principales del presente Plan de Gestión de Residuos son:

- Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos.
- Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.
- Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su

valorización y gestión en el vertedero.

- Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.
- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.
- Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.
- El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios.
- La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión.
- Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente.
- Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".

Algunas de las ventajas asociadas al desarrollo de estrategias de prevención de residuos de la construcción son:

- Minimización de la cantidad de residuos que deben gestionarse en destino (planta de transferencia, planta de valorización y depósito controlado).
- Ahorro de materiales de la construcción de origen natural.
- Menor número de desplazamientos para el transporte de estos residuos desde la obra hasta la instalación de gestión y, por lo tanto, menor contaminación atmosférica y acústica en el medio.
- Mayor control sobre determinados residuos tóxicos o peligrosos, como el amianto, que implican riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas.

3. ALCANCE

Este plan aplica a todos los residuos generados en la instalación BESS de 5 MW / 10 MWh ubicada en Alcorcón (Madrid), durante:

- Implantación y adecuación de la nave (fase de obra).
- Operación y explotación (vida útil).
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Desmantelamiento y retirada final.

Incluye gestión de residuos en espacios confinados, control de derrames, ventilación, protección contra incendios y evacuación segura de residuos peligrosos.

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.

4. DATOS GENERALES DE LA OBRA. IDENTIFICACIÓN DE AGENTES INTERVINIENTES

4.1. Promotor

El promotor de la instalación es la entidad responsable del desarrollo, financiación y futura explotación de la instalación de almacenamiento de energía mediante baterías objeto del presente proyecto:

- [redacted]
- [redacted]

- Domicilio social: [redacted]

La entidad promotora asume la titularidad de la instalación una vez ejecutada, así como el cumplimiento de las obligaciones técnicas, administrativas, ambientales y de seguridad derivadas de la normativa vigente durante las fases de construcción, puesta en servicio, explotación y, en su caso, desmantelamiento de la instalación.

4.2. Proyectista

El proyectista y redactor de la documentación técnica es la empresa [redacted], responsable de la definición técnica, redacción del proyecto y coordinación del conjunto de la documentación que integra el expediente administrativo de la instalación.

- [redacted]

4.3. 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.

4.4. 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.

4.5. 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.

4.6. Emplazamiento

La instalación objeto del presente proyecto se localiza en el término municipal de Alcorcón, dentro de una parcela de carácter urbanizable, seleccionada como nuevo emplazamiento tras el análisis de alternativas derivado del proceso previo de tramitación administrativa y ambiental.

PARÁMETRO	DATO PROYECTO
Coordenadas UTM ETRS89	X: 428.708 Y: 4.464.274
Área de la parcela	15.743 m^2
Área ocupada	721,59 m^2
Referencia catastral	8844702VK2684S0001JJ
Altitud	680 msnm
Potencia generación	5 MW
Potencia de consumo	5 MW
Capacidad instalada	10 MWh
Capacidad AC (punto de interconexión)	5 MW
Tensión en el punto de interconexión	15 kV

Tabla 1: *Datos proyecto.*

La totalidad de las infraestructuras se implantan íntegramente dentro de los límites de dicha parcela, sin afección a terrenos colindantes ni necesidad de ocupaciones temporales externas, más allá de las estrictamente necesarias durante la fase de obra.

5. NORMATIVA APLICABLE

NORMATIVA EUROPEA

- Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente
- Adhesión con carácter voluntario de las organizaciones a un sistema comunitario de gestión y auditoria medioambientales (EMAS). Reglamento (CE) nº 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2001.
- VIII Programa de Acción en materia de Medio Ambiente de la Unión Europea
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y a Comité de las Regiones: Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular
- Nuevo plan de acción de Economía Circular de la Unión Europea (publicado 11/03/2020)
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos, modificada por la Directiva (UE) 2018/851, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

- Decisión de ejecución (UE) 2019/1004 de la Comisión de 7 de junio de 2019 por la que se establecen normas relativas al cálculo, la verificación y la comunicación de datos sobre residuos de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Documento publicado por la Comisión Europea que recoge las directrices para las auditorías de residuos antes de la demolición y las obras de reforma de edificios y "Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE".

NORMATIVA ESTATAL:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Directiva 1999/31/CE y la normativa de transposición nacional, así como por actos posteriores como la Directiva 2008/98/CE y decisiones de la Comisión relacionadas con residuosLey 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del Estado.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2025-2035Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites
- Reglamento 1357/2014 desarrolla modificaciones en cuanto a la forma de clasificar los residuos (establece un nuevo código LER y cambios en los pictogramas de identificación de los residuos peligrosos).
- Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2023, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de febrero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología. Documento de Control y Seguimiento).
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 106/2008, pilas y acumuladores.

NORMATIVA AUTONÓMICA:

- Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid
- Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Decreto 57/2005, producción y gestión de residuos.
- Ordenanzas municipales de Alcorcón.

6. OBLIGACIONES DE LOS INTERVINIENTES

6.1. 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:

- Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante registrado o a un gestor de residuos autorizado que realice operaciones de tratamiento.
- 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.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para 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.
- Disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.
- 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.
- 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.
- 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.
- Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento, siempre que estén registradas conforme a lo establecido en esta ley.

- Identificar los residuos, antes de la entrega para su gestión, conforme a lo establecido en el artículo 6 y, en el caso de que sean residuos peligrosos, determinar sus características de peligrosidad.

- Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento, incluyendo la establecida en el apartado anterior.

- Proporcionar a las entidades locales información sobre los residuos que les entreguen cuando presenten características especiales, que puedan producir trastornos en el transporte, recogida, valorización o eliminación.

- Informar inmediatamente a la administración ambiental competente en caso de desaparición, pérdida o escape de residuos peligrosos o de aquellos que por su naturaleza o cantidad puedan dañar el medio ambiente.

- No mezclar residuos no peligrosos si eso dificulta su valorización.

- No mezclar ni diluir los residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.

- Envasar los residuos peligrosos de conformidad con lo establecido en el artículo 35 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n.º 1907/2006.

- Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara y visible, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado.

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 e ***Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid*** 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:

- En las instalaciones cuya capacidad de recepción o tratamiento de residuos supere las 5.000 t/año será preceptiva la instalación de una báscula y el registro de las cantidades expresadas en toneladas de los residuos y/o productos que entran y salen de la misma.

- Las actividades de gestión de residuos de construcción y demolición sometidas a autorización quedarán sujetas a la prestación de una fianza u otra garantía equivalente, conforme a lo establecido en los artículos 17 y 46 de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.

La cuantía mínima de dicha fianza será de 3.000 euros, incrementándose en función de la capacidad de la instalación conforme a la siguiente fórmula:

$$F = 3.000 + 170x\sqrt{C}$$

Donde:

F = Fianza en euros.

C = Capacidad anual de gestión de residuos de la instalación en toneladas.

En las instalaciones que realicen actividades de eliminación de residuos dicha fianza se incrementará hasta garantizar el cumplimiento de lo establecido en la disposición adicional novena de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, pudiendo autorizarse su constitución y devolución conforme a lo dispuesto en el artículo 9 del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

- Cualquier operación realizada con los residuos de construcción y demolición, sea objeto de inscripción en Registro o de Autorización, se realizará de forma que contribuya al logro de los objetivos establecidos en los planes de residuos, deberá garantizar el control del flujo de residuos de construcción y demolición según lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008 y en esta Orden, y evitará la mezcla de residuos ya separados o cualquier otra práctica que impida o dificulte su posterior reciclaje o valorización.

- A efectos de lo establecido en los artículos 5.3 y 7.c) del Real Decreto 105/2008, los gestores de residuos de construcción y demolición deberán extender al poseedor o gestor que le entregue los residuos un certificado con el contenido que figura en el Anejo II de esta Orden. Cuando se trate de un gestor que haya realizado operaciones distintas a la valorización o eliminación (tales como transporte, almacenamiento, transferencia o clasificación), deberá además transmitir al poseedor o gestor que le entregó los residuos, los certificados de la entrega para la realización de las

operaciones de valorización o eliminación subsiguientes a las que fueron destinados los residuos en cuestión, en los que habrán de figurar, como mínimo, los datos recogidos en el Anexo II.1.

ANEJO II

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
Comunidad de Madrid

CERTIFICADO DE ENTREGA Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)
(Artículos 4.1.c., 5.3, 5.7 y 7.c del R.D. 105/2008 y artículos 6 y 10.2 de esta Orden)

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA:
DENOMINACIÓN:
DIRECCIÓN:
N.º LICENCIA MUNICIPAL:

2. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR DEL R.C.D. (Art. 2.e del R.D. 105/2008):
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:

3. IDENTIFICACIÓN DEL POSEEDOR DEL RCD (Art. 2.f del R.D. 105/2008):
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:

4. IDENTIFICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA ENTREGA O TRANSPORTISTA DE LOS R.C.D.:
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
N.º DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE TRANSPORTISTAS DE RESIDUOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID O EN EL DE GESTORES DE RESIDUOS QUE CORRESPONDA (Art. 43 de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid):

5. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GESTIÓN DE R.C.D. A LA QUE SE LE HACE LA ENTREGA:
- TIPO DE GESTOR: (Cumplimentar la columna que corresponda al tipo de gestor en el que se realiza la entrega):

EMPRESA AUTORIZADA POR LA COMUNIDAD DE MADRID PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE R.C.D. (1)	EMPRESA AUTORIZADA POR LACOMUNIDAD DE MADRID PARA REALIZAR OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RCD (2)	GESTOR DE R.C.D. AUTORIZADO POR OTRA CCAA (3).
Nº de autorización	Nº de autorización	Nº de autorización

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE GESTIÓN:

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS R.C.D. (la cantidad se expresará en toneladas –preferentemente- o en metros cúbicos, consignándose ambas unidades cuando sea posible)

DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	CÓDIGO LER	TONELADAS	M^3

7. COSTE UNITARIO (€/t) ó (€/M^3):

8. COSTE TOTAL (€):

FECHA:

	EL GESTOR DE RCD (Sello y firma)

9. SI LA ENTREGA DE LOS RCD SE HA EFECTUADO EN UNA INSTALACIÓN DE GESTIÓN AUTORIZADA PARA REALIZAR OPERACIONES DISTINTAS A LA VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN: IDENTIFICACIÓN DEL GESTOR QUE VAYA A REALIZAR LAS OPERACIONES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN SUBSIGUIENTES:

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:
N.º AUTORIZACIÓN DEL GESTOR:
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

1- El listado de empresas autorizadas por la Comunidad de Madrid para realizar actividades de valorización o eliminación de RCD puede consultarse en la página web del órgano competente en materia de medio ambiente de dicha Comunidad.

2. La relación de gestores de RCD autorizados por la Comunidad de Madrid para realizar otras operaciones de gestión de RCD (tales como almacenamiento, transferencia o clasificación) puede consultarse en la página web del órgano competente en materia de medio ambiente de dicha Comunidad. Para liberar la fianza será imprescindible aportar el certificado del gestor de

Ilustración 1: Certificado RCDs.

residuos autorizado que haya realizado las operaciones ulteriores de valorización o eliminación de los residuos según el modelo recogido en el Anejo II.1 de esta Orden.

3. Cuando la instalación de gestión se localice fuera de la Comunidad de Madrid deberá aportarse para liberar la fianza:

a. Copia compulsada de la autorización de gestor de residuos correspondiente a dicha instalación emitida por la Comunidad Autónoma correspondiente.
b. Acreditación documental de que el productor ha remitido al órgano competente en materia de medio ambiente de la Comunidad de Madrid copia de:
- La estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos, incluida, en el caso de obras que lo requieran, en el estudio de gestión de residuos presentado en el Ayuntamiento correspondiente.
- Los certificados acreditativos de su correcta gestión, de acuerdo con los modelos que figuran en los Anejos II y II.1 de esta Orden.
- La factura correspondiente al coste de tratamiento de los residuos, en la que figuren desglosados los costes unitarios de las operaciones de gestión a las que se han sometido los mismos.

ANEJO II.1

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
Comunidad de Madrid

CERTIFICADO DE GESTOR AUTORIZADO PARA LA VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (R.C.D.)
(Artículos 4.1.c, 5.3, 5.7 y 7.c del R.D. 105/2008 y artículos 6 y 10.2 de esta Orden)

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA:
DENOMINACIÓN:
DIRECCIÓN:
N.º LICENCIA MUNICIPAL:

2. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR DEL R.C.D. (Art. 2.e del R.D. 105/2008):

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:

3. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GESTIÓN DE R.C.D. QUE REALIZA LA ENTREGA:

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:
N.º DE AUTORIZACIÓN DE GESTOR:
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS R.C.D. (la cantidad se expresará en toneladas conforme al registro en báscula de la instalación):

DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	CÓDIGO LER	TONELADAS

5. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GESTIÓN DE R.C.D. DONDE SE REALIZA LA ENTREGA PARA SU VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN:

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:
NIF/CIF:
DIRECCIÓN:
N.º AUTORIZACIÓN DE GESTOR:

6. PERIODO DE ENTREGA:

7. OPERACIONES DE GESTIÓN A LAS QUE SE HAN SOMETIDO A LOS RESIDUOS:

8. COSTE UNITARIO (€/t):

9. COSTE TOTAL (€):

FECHA:

	EL GESTOR DE RCD (Sello y firma)

Ilustración 2: *Certificado RCDs.*

En las obras en las que sea necesaria la obtención de licencia municipal o estén sujetas a otra forma de intervención municipal previa, o que estén amparadas por órdenes de ejecución, y que precisen de un proyecto técnico y firmado por técnico competente, junto a la solicitud de licencia de obras o autorización e incorporado al proyecto citado, se deberá presentar un estudio de gestión de residuos de construcción y

demolición con el contenido mínimo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008. En estas obras el cálculo de la cuantía de la fianza o garantía financiera equivalente se basará en el presupuesto del citado estudio, siempre y cuando los Servicios Técnicos Municipales consideren que garantiza suficientemente la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición teniendo en cuenta el volumen y características de los residuos a generar.

En el resto de las obras sujetas a licencia u otra forma de intervención municipal previa, junto a la solicitud de licencia o autorización el productor de los residuos de construcción y demolición deberá presentar la estimación de la cantidad y tipo de residuos a generar, así como el destino previsto para los mismos. En estas obras la cuantía de la fianza o garantía financiera equivalente será proporcional a la cantidad estimada de cada tipo de residuos de construcción y demolición a producir y se calculará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Residuos de construcción y demolición de nivel II: 15 euros/metro cúbico de residuo que se prevé generar. El importe de la fianza o garantía financiera equivalente no podrá ser inferior al 0,2 por 100 del presupuesto de la obra ni a 150 euros.

- Residuos de construcción y demolición de nivel I: 5 euros/metro cúbico, con un importe mínimo de 100 euros

Los residuos de construcción y demolición de nivel I que se prevea reutilizar en una obra distinta a aquella en que se han generado o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno se incluirán en el estudio de gestión de residuos (o en la estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición a producir cuando este no sea preceptivo) y en el cálculo de la cuantía de la fianza, ya que, a efectos de lo establecido en este artículo, su no consideración como residuos solo se producirá a partir del momento en que se acredite documentalmente su utilización en las aplicaciones señaladas, mediante los certificados acreditativos de su gestión especificados en el artículo 4.2; hasta ese momento les resultará de aplicación el régimen previsto para los residuos de construcción y demolición, con las peculiaridades contempladas en esta Orden.

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 según artículo 10 de la orden 2726/2009, de 16 de julio

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.

6.2. 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:

7.

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.

Tabla 2: *Cantidad prevista de generación de residuos de construcción y demolición.*

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.

7.1. 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:

- Acopiar, clasificar y almacenar inicialmente en una instalación autorizada los residuos en las condiciones adecuadas conforme a lo previsto en su autorización y disponer de acreditación documental de dichas operaciones.

- Envasar y etiquetar los residuos conforme a la normativa vigente para su posterior transporte, cuando el productor inicial o poseedor no tenga tales obligaciones.

- Entregar los residuos para su tratamiento a entidades o empresas autorizadas, y disponer de una acreditación documental de esta entrega, debiendo dar traslado de la misma al productor inicial u otro poseedor de los residuos. Esta acreditación al productor inicial u otro poseedor no será de aplicación en el caso de los residuos de competencia local.

Las entidades o empresas que transporten residuos con carácter profesional deberán:

- Transportar, por encargo del operador del traslado, los residuos desde el productor inicial u otro poseedor hasta la planta de tratamiento, cumpliendo las prescripciones de las normas de transportes, las restantes normas aplicables y las previsiones contractuales y disponer de una acreditación documental de la entrega.

- Mantener los residuos separados e identificados durante su transporte y, en el caso de los residuos peligrosos, envasados y etiquetados con arreglo a la normativa vigente. En ningún caso se admitirá la carga de envases que no se encuentren adecuadamente cerrados, o que presenten defectos en su etiquetado cuando este sea preceptivo.

Las entidades o empresas que realicen una actividad de tratamiento de residuos deberán:

- Efectuar las comprobaciones oportunas para proceder a la recepción y en su caso aceptación según lo convenido en el contrato de tratamiento.

- Llevar a cabo el tratamiento de los residuos entregados conforme a lo previsto en su autorización y acreditarlo documentalmente; en el caso de las instalaciones sujetas a autorización ambiental integrada, conforme a las mejores técnicas disponibles.

- Gestionar adecuadamente los residuos que produzcan como consecuencia de su actividad.

- Disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones que fije su autorización. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames. La duración máxima del almacenamiento de los residuos no peligrosos será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. En el caso de los residuos peligrosos, en ambos supuestos, la duración máxima será de seis meses; en supuestos excepcionales, la autoridad competente de las comunidades autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo, ampliándolo como máximo otros seis meses.

- Constituir una fianza en el caso de los residuos peligrosos, y en el resto de los casos cuando así lo exijan las normas que regulan la gestión de residuos específicos o las que regulen operaciones de gestión. Dicha fianza tendrá por objeto responder frente a la administración del cumplimiento de las obligaciones que se deriven del ejercicio de la actividad y de la autorización o comunicación.

- Suscribir un seguro o constituir una garantía financiera equivalente en el caso de tratarse de negociantes, transportistas y entidades o empresas que realicen operaciones de tratamiento de residuos peligrosos y, en el resto de los casos, cuando así lo exijan las normas que regulan la gestión de residuos específicos o las que regulen operaciones de gestión, para cubrir las responsabilidades que se deriven de tales operaciones.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

8. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERA EN LA OBRA, ASI COMO EN SU VIDA ÚTIL

8.1. Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la ley 7/2022 de 8 de abril

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:

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación, según RD 105/2008 , artículo 3.1a

RCDs 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.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra

manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

La presente identificación de los residuos está codificada con arreglo a la lista europea de Residuos publicada en la Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una Economía Circular, la Decisión 2014/955/UE y a sus modificaciones posteriores.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la tabla 17 de la codificación de residuos (Decisión 2014/955/UE). No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1 m³ de aporte y que además no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

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

Tabla 3: *Material según Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.*

8.2. Estimación de la cantidad de cada tipo de residuos que se genera en la obra

La estimación se realizará en función de las categorías del punto 4.1. La clasificación se realizará en base a la tabla 17 de la codificación de residuos (Decisión 2014/955/UE).

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 (m^3)
15 01 Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal).				
	15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,3	1,5
	15 01 02	Envases de plástico.	0,3	1,33
	15 01 03	Envases de madera.	0,15	0,3
	15 01 04	Envases metálicos.	0	0
	15 01 05	Envases compuestos.	0	0
	15 01 06	Envases mezclados.	0	0
	15 01 07	Envases de vidrio.	0	0
	15 01 09	Envases textiles.	0	0
17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
	17 01 01	Hormigón	2	1,5
	17 01 02	Ladrillos	0,37	0,5
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	0,92	0,5
	17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.	0	0
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	0	0
17 02 Madera, vidrio y plástico				
	17 02 01	Madera.	0,85	0,12
	17 02 02	Vidrio.	0	0
	17 02 03	Plástico.	0,38	0,5
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0	0
17 04 Metales (incluidas sus aleaciones)				
	17 04 02	Aluminio.	0	0
	17 04 05	Hierro y acero	1,96	0,25
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04	0,15	0,3

17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.				
	17 05 04	Tierras sobrantes	2.514,29	1.760,00
17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.				
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,25	0,25
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	0,31	0,25
Residuos peligrosos				
	15 02 02	Absorbentes contaminados (Trapos..)	0,03	0,07
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	0,04	0,26
	15 01 11	Aerosoles vacíos	0,01	0,07
20 03 RSU				
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	3	0,75
20 01 RSU				
	20 01 01	Papel y cartón	0,35	0,08
TOTAL:			**2.525,66**	**1.768,28**

Tabla 4: *Estimación de la cantidad de cada tipo de residuos que se genera en la obra*

9. CRITERIOS MINIMIZACIÓN DE REIDUOS

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.

Se considera el control en la gestión de residuos que complementa el Plan de Residuos, consistente con el objetivo de, primeramente, evitar la generación de residuos en la obra, y segundo a reciclar el 80% de los residuos acumulados, y así evitar su envío al vertedero ya que resulta negativo para el medioambiente.

Se realizarán actuaciones específicas para aplicar las 3R. Reducir, Reutilizar, Reciclar.

9.1. Medidas a adoptar por la contrata en obra

Como criterio general la contrata adjudicataria adoptará las siguientes medidas para la prevención de los residuos generados en la obra:

- La excavación las ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos hasta la profundidad indicada en el mismo, con el visto bueno de la Dirección Facultativa.
- Evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétrea (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón le será suministrado preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes lo utilizará en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- En la medida de lo posible, las tareas de demolición las realizará empleando técnicas de deconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valoración de los residuos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la prevención de los residuos de la obra, se las comunicará de forma fehaciente a la Dirección de Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

9.2. 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.

<u>Residuos inertes</u>

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en

su caso gestión de residuos.

- Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

- Se dará prioridad a la compra de productos de forma modular prefabricado para evitar recortes.

Residuos no peligrosos

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

- Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolver al proveedor.

- Se dará prioridad a la compra de productos de forma modular prefabricado para evitar recortes.

Residuos peligrosos

- Se estudiará la sustitución de material con elementos químicos peligrosos por otros sin componentes ni emisiones de elementos tóxicos o compuestos orgánicos volátiles.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

- Se dará prioridad la utilización elementos de uniones físicas o elementos prefabricados evitando uniones con sellados de poliuretanos, siliconas o epoxis.

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.

9.3. 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

Tabla 5: *Almacenamiento de las materias primas que llegan a la obra.*

9.4. 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 con la reciclabilidad o reutilización de los materiales a emplear en la obra se puede hacer la siguiente clasificación:

9.4.1. 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.

9.4.2. 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.

9.5. 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.

Impartiremos charlas de concienciación ambiental e instrucciones sobre la gestión de residuos en obra y el control medioambiental. Se realizará campañas informativas con trípticos, carteles y reuniones periódicas.

10. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN OBRA

Con carácter general, para ejercer las actividades de valorización de RCD en la Comunidad Valenciana 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	**Valorización:** utilización en la construcción
	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.	**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 recuperacióndе 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 recuperacióndе 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 recuperacióndе 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 recuperacióndе 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 primas, productos y equipos (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
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

Tabla 6: *Residuos No Peligrosos generados en obra.*

A continuación se describirá de manera más extensa la gestión específica para los residuos que en mayor volumen se prevé generar:

10.1. Tierra vegetal

ALTERNATIVAS DE USO	Empleo en la **formación del paisaje** artificial de la propia obra: en la urbanización dezonas 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, enterraplenes 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 cumplirácon 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 anterioreso por las actividades desarrolladas sobre ellas; en caso contrario, el material no deberá ser utilizado salvo que previamente sea limpiado.

Tabla 7: *Residuos generados por tierra vegetal.*

10.2. Tierra sobrante de 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 aotros 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 dtierras.
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 sobrantesde excavación durante más tiempo del previsto, por si más tarde es necesario un eventualreemplazo 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, paraevitar ensuciar partes del recorrido.

Tabla 8: *Residuos generados por tierra sobrante de excavaciones.*

10.3. 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 enrellenos 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**, porlo que se definirá el uso que tendrán estos residuos, puesto que de ello dependela 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 deberáconsiderar 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 pétreosesencialmente y materia orgánica).

Tabla 9: *Residuos generados de hormigón.*

10.4. Madera

ALTERNATIVAS DE USO	**Reutilizar** (tantas veces como sea posible) los medios auxiliares y los embalajes demadera, 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 reutilizaránvarias veces, incluso se podrán revender. Siempre que sea posible, se devolverán alproveedor, 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 puestasen uso. Se salvarán los recortes de los grandes tableros para utilizarlos en piezas demenor tamaño.
CRITERIO DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Los medios auxiliares y embalajes que llegan a la obra ser reutilizarán tantas vecescomo 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 maderase 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 seamás 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 sutratamiento 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 maderaen usos permanentes, ya que sen difíciles de extraer y dificultan el corte de la madera.

Tabla 10: *Residuos generados madera.*

10.5. Obras de fábrica y pequeños elementos

	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.

ALTERNATIVAS DE USO Y CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	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 cuentael módulo de la obra de fábrica utilizada, ayudará a reducir la cantidad de recortesy 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 obteneráridos del tamaño necesario.

Tabla 11: *Residuos generados de obras de fábrica y pequeños elementos.*

10.6. 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, amedida 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.

Tabla 12: *Residuos generados metales.*

10.7. Embalajes y plásticos

ALTERNATIVAS DE USO Y CRITERIOS DE GESTIÓN Y MANIPULACIÓN	Es necesario tiempo y espacio para separar y almacenar la gran diversidad deembalajes que se concentran en la obra: cartón, papel y plástico.
	La mejor alternativa, que puede ahorrar tiempo y dinero, es el que el proveedor delmaterial 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 siguientesrecomendaciones 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 mejoropción 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 desobrantes no especiales.

Tabla 13: *Residuos generados embalajes y plásticos.*

De forma general se establecerán las siguientes medidas para la correcta gestión de los residuos inertes generados en obra:

10.8. Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables “insitu”

Se consideran operaciones de eliminación cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. (Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular). Se consideran, en cualquier caso, operaciones de eliminación las establecidas en Anexo III de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Se ha estimado la necesidad de destinar a operaciones de eliminación tanto los residuos de tierras contaminadas, así como los rechazos de RCD mezclados tras su tratamiento. Las operaciones de eliminación, en su caso, deberán ser realizadas por gestores autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la autoridad competente de la Comunidad Autónoma correspondiente para la gestión de residuos no peligrosos.

OPERACIONES DE ELIMINACIÓN (Anexo III de la ley 7/2022)		
D1		Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo, vertido, etc.)
D2		Tratamiento en medio terrestre (por ejemplo, biodegradación de residuos líquidos o lodosen el suelo, etc.).
D3		Inyección en profundidad (por ejemplo, inyección de residuos bombeables en pozos,minas de sal o fallas geológicas naturales.
D4		Embalse superficial (por ejemplo, vertido de residuos líquidos o lodos en pozos,estanques o lagunas, etc.)
D5	**X**	Depósito controlado en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación enceldas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente)
D6		Vertido en el medio acuático, salvo en el mar.
D7		Vertido en el mar, incluida la inserción en el lecho marino.
D8		Tratamiento biológico no especificado en otros apartados del presente anexo que décomo resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante cualquiera de las operacionesnumeradas de D 1 a D 12.
D9		Tratamiento fisicoquímico no especificado en otro apartado del presente anexo y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos numerados de D 1 a D 12 (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, etc.)
D10		Incineración en tierra.
D11		Incineración en el mar.
D12		Almacenamiento permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina,etc.).
D13		Combinación o mezcla previa a cualquiera de las operaciones numeradas de D1 a D12. [2]
D14		Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones numeradas de D1 a D 13.

Tabla 14: *Operaciones de eliminación.*

Terminología:

RCD: Residuos de la Construcción y la DemoliciónRSU: Residuos Sólidos Urbanos

RNP: Residuos NO peligrosos

RP: Residuos peligrosos

En caso de utilización de los residuos en obras de restauración, acondicionamiento o relleno se deberá tener en cuenta lo dispuesto en el Art. 13 del Real Decreto 105/2008.

En este sentido, la utilización de residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de un espacio ambientalmente degradado, en obras de acondicionamiento o relleno, podrá ser considerada una operación de valorización, y no una operación de eliminación de residuos en vertedero, cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Que el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma así lo haya declarado antes del inicio de las operaciones de gestión de los residuos.

- Que la operación se realice por un gestor de residuos sometido a autorización administrativa de valorización de residuos. No se exigirá autorización de gestor de residuos para el uso de aquellos materiales obtenidos en una operación de valorización de residuos de construcción y demolición que no posean la calificación jurídica de residuo y cumplan los requisitos técnicos y legales para el uso al que se destinen.

- Que el resultado de la operación sea la sustitución de recursos naturales que, en caso contrario, deberían haberse utilizado para cumplir el fin buscado con la obra de restauración, acondicionamiento o relleno.

En caso de destinar los residuos de excedentes de materiales naturales excavados (residuos no peligrosos consistentes en suelos no contaminados excavados y otros materiales naturales excavados procedentes de obras de construcción o demolición, tales como tierras, arcillas, limos, arenas, gravas o piedras, incluidas en el código LER - Lista Europa de Residuos- 17 05 04) a operaciones de valorización en sustitución de otros materiales que no sean residuos cumpliendo la misma función en:

- Obras de construcción, consistentes en la colmatación de zonas o de huecos de un emplazamiento con el fin de mejorar el terreno para el ejercicio de sus funciones en actividades constructivas tales como obras de urbanización u otras similares. Esta definición incluye la construcción de obras de tierra como terraplenes, rellenos portuarios y otros similares, o en operaciones de relleno, cuyo objeto es la utilización de residuos idóneos con fines de rehabilitación del terreno afectado por las actividades de las industrias extractivas, restauración de espacios degradados, acondicionamiento de caminos etc.

La valorización de los residuos debe ser como mínimo del 70% del total del RCD (en peso o volumen) y nunca superar el 30% de la fracción que vaya a vertedero.

10.9. 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.

10.10. 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.

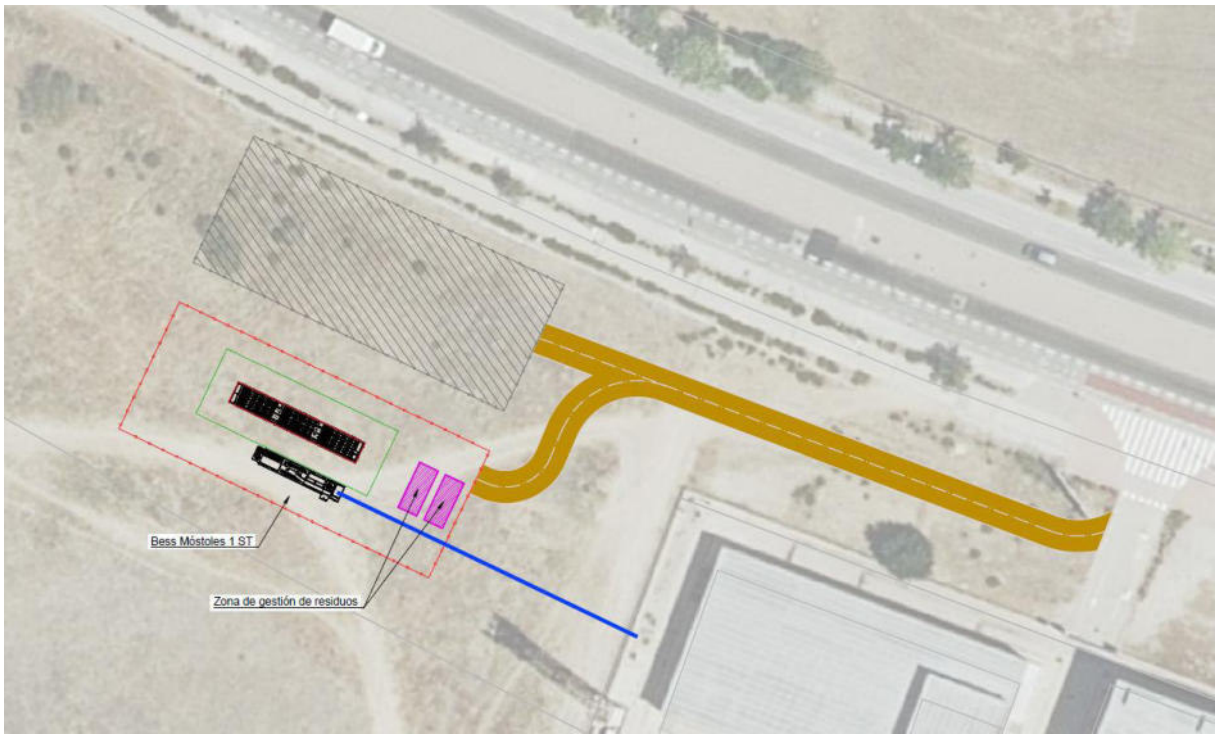


Ilustración 3: *Plano acopio de residuos.*

10.11. 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.

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.

La correcta gestión de los residuos se evidenciará según la gestión de las tres tipologías de residuos.

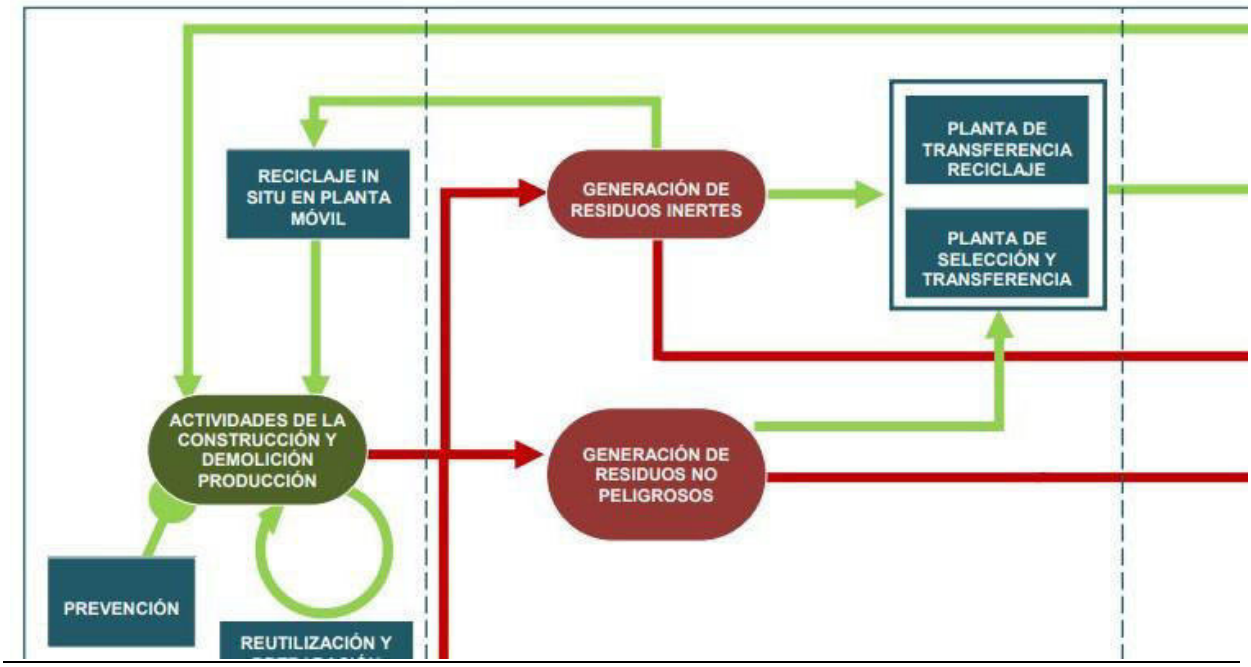


***Ilustración 4**: Esquema control de documentación.*

<u>Residuos Inertes</u>

Documentos asociados:

DOCUMENTO	PERIODICIDAD
Documento de seguimiento de los residuos de las construcción y demolición. (RCD). Depende el transportista adaptándolo a la documentación interna de gestión.	Por cada retirada
Albaranes de recogida modelo propio	Por cada retirada
Certificado del gestor	**Mensualmente**
Libro de registro. Seguimiento en obra.	Por cada retirada

Residuos no peligrosos

Documentos asociados:

DOCUMENTO	PERIODICIDAD
Ficha de aceptación o notificación previasegún tipología del residuo.	En el momento de la contratación y porcada tipología de residuos según LER
Albarán propio, Documento de identificación, hoja de seguimiento, o justificante de recepción según cantidad y tipología del residuo.	Por cada retirada
Certificado del gestor	**Mensualmente**
Libro de registro. Seguimiento en obra.	**Por cada retirada**

Residuos peligrosos

Documentos asociados Los residuos quedaran registrados en el libro de registro de la obra..

Se justificará que el total de residuos producidos de la edificación y de los grupos clave de residuos que se hayan definido, incluyendo la cantidad y proporción de residuos que se hayan reutilizado, reciclado son al menos un 70%. frente a los derivados a vertedero

Justificación documental de la gestión adecuada de los residuos identificados:

DOCUMENTO	PERIODICIDAD
Certificados de aprovechamiento de la planta de reciclaje a la que se destinen los RCD.	Por Planta
Certificados de entrega y gestión de residuos.	**Mensualmente**
Fichas resumen del PGR o informes/registros de control equivalentes	**Mensualmente**
Tabla comparativa entre el total de residuos producidos finalmente y los valores dereferencia.	Actualización mensual.

Se justificará que el total de residuos producidos de la edificación y de los grupos clave de residuos que se hayan definido, incluyendo la cantidad y proporción de residuos que se hayan reutilizado, reciclando al menos un 80%. frente a los derivados a vertedero

Se generan informes/control de control que confirmen:

- La cantidad de residuos por grupos
- La cantidad y proporción de residuos que se han reutilizado, reciclado frente a los derivados a vertedero.
- La custodia, aplicación y destino de los materiales reutilizados o reciclados.

DOCUMENTO	PERIODICIDAD
Notificación previa por código del residuo..	En el momento de la contratación y porcada tipología de residuos según LER
Hoja de seguimiento por código de residuo	Por cada retirada y código de residuo
Certificado del gestor	Por cada transporte. Máximo 6 meses.
Libro de registro. Seguimiento en obra.	Por cada retirada

12. 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:** autorizado gestor	**Valorización:** reciclaje de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventesy 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:** autorizado gestor	**Valorización:** reciclaje de plásticos yrecuperación 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:** autorizado gestor	**Valorización:** reciclaje de plásticos yrecuperación 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.

13. 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 8.2, "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.

PA de abono íntegro para limpieza y terminación de las obras.	**535,67 €**
Clasificación de residuos de construcción-demolición	**4,79 €**
Alquiler contenedor RCD 16 m³	**371,45 €**
Peón especial	43,60 €
Transporte de residuos 15 tn hasta 40 km	156,41 €
Canon gestión residuos (gestión RCDS, tramitación documental, gastos de financiación, alquileres)	215,04 €
Retirada en contenedor 3 m3 residuos mixtos	**103,94 €**
Peón especial	21,80 €
Transporte de residuos 15 tn hasta 40 km	41,82 €
Canon gestión residuos (gestión RCDS, tramitación documental, gastos de financiación, alquileres)	40,32 €

Retirada tierras carga m. mecánicos	**3.047,68 €**
Peón especial	54,50 €
Camión basculante	95,25 €
Entrega y recogida cont 16 m³	2.572,43 €
Canon gestión residuos (gestión RCDS, tramitación documental, gastos de financiación, alquileres)	380,00 €
TOTAL PRESUPUESTO GESTIÓN RCD	**4.058,74 €**

14. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

14.1. Identificación de los residuos y estimación de la cantidad de cada tipo de residuos que se generará en 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	2,00	1,50
	17 01 02	Ladrillos	0,37	0,50
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	0,92	0,50
	17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.	0,00	0,00
	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.	0,85	0,12
	17 02 02	Vidrio.	0,00	0,00
	17 02 03	Plástico.	0,38	0,50
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,00	0,00
17 04 Metales (incluidas sus aleaciones)				
	17 04 02	Aluminio.	0,00	0,00
	17 04 05	Hierro y acero	1,96	0,25
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,15	0,30
17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.				
	17 05 04	Tierras sobrantes	2.514,29	1.760,00
17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.				
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintosde los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,25	0,25
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.	0,31	0,25
Residuos peligrosos				
	15 02 02	Absorbentes contaminados(Trapos..)	0,03	0,07
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plásticocontaminado	0,04	0,26

	15 01 11	Aerosoles vacíos	0,01	0,07
20 03 RSU				
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	3,00	0,75
20 01 RSU				
	20 01 01	Papel y cartón	0,35	0,08
TOTAL:			**2.524,91**	**1.765,40**

15. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS. PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES

RESPONSABLE DE LA GESTION DE RESIDUOS EN OBRA

El responsable de la correcta gestión de los residuos es la empresa Promotora, en obra será el Jefe de Obra.

PREVENCION EN LA PUESTA EN OBRA

- Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
- Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.
- En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- Se incluirá en los contratos con subcontratas una cláusula de penalización por la que se desincentivará la generación de más residuos de los previsibles por una mala gestión de los mismos.

16. PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Corresponderá a la contrata adjudicataria el cumplir las siguientes condiciones:

- Mantener limpias la zona en se desarrolla la obra y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

- En todo momento cumplir las normas y órdenes dictadas por parte de Dirección de Obra y/o el Técnico de Gestión Medioambiental designado por el promotor.

- Coordinar debidamente las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra. Para una gestión más eficiente, animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos y facilitar la difusión, entre este de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.

- Dar a conocer a todo el personal de la obra, del cual es el responsable, sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

- Informar a la Dirección Facultativa acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.

- Intentar, siempre que sea posible, reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes del exterior.

- Establecer en el equipo de obra los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.

- Evitar en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera, para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

- Tratar los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón como escombros.

- Retirar y almacenar durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados. Asimismo, evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

- Atender los criterios municipales establecidos, especialmente si le obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

- Realizar el depósito temporal para los RCD valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) en contenedores o acopios, los cuales señalizará y segregará del resto de residuos de un modo adecuado.

- Etiquetar los contenedores correctamente en función de las características de los residuos que se depositarán, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar estos. Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua e informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.

- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra, ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.

- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

- Vigilar que los contenedores salen de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.

- Prohibir las tareas de conservación de la maquinaria y equipos de trabajos, que supongan la generación residuos peligrosos y que para aquellos trabajos de reparación de estos elementos que necesariamente hallan de realizarse en la propia obra, previo a su inicio, controlar que se utilizan los medios y se toman las medidas oportunas para la recogida y tratamiento de los residuos peligrosos que pudiesen generarse.

- Disponer en la obra de al menos un saco de 20 Kg de material absorbente granular (sepiolita), el cual se almacenará en lugar seco, para el derrame o vertido accidental de combustibles, aceites y fluidos hidráulicos de los vehículos y maquinaría a emplear en la obra.

- Concretar en el Plan de Gestión de Residuos el destino final de la gestión de los RCD con centros (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) con la autorización autonómica de Madrid. También deberá contratar sólo transportistas autorizados por dicha administración e inscritos en el registro pertinente, debiendo hacer entrega al promotor, de copia de las referidas autorizaciones.

- Seguir, para el caso de los residuos con amianto los pasos marcados Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circulary la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirá, los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

- En la utilización de los RCD procedentes de excedentes de excavación en actividades de restauración, acondicionamiento o relleno en suelo no urbanizable, presentar con carácter previo a su autorización por parte de la Dirección de Obra, del informe ambiental favorable en relación con dicha utilización por el órgano competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma de Madrid.

- Si previese a utilización de los RCD procedentes de excedentes de excavación, tierras y materiales pétreos no contaminados, en los planes de restauración del espacio natural afectado por actividades mineras sujetos al Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, dar traslado previo al promotor.

- Llevar a cabo un control documental de la gestión de los residuos, mediante el control de los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos. En todo caso, previo al inicio de la obra, entregará al promotor, los certificados de admisión de los RCD a generarse en la obra por parte de los gestores autorizados establecidos en el Plan de Gestión de Residuos.

- Una vez finalizada la obra, hacer entrega a promotor, de los certificados de gestión de los RCD por parte de gestor autorizado, conforme a las cantidades generadas durante la ejecución de la obra.

17. ANEXO I. PLAN DE CONTROL DE ACTUACIONES

CONCEPTO	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	C	NC	NA	OBSERVACIONES
RESIDUOS PELIGROSOS	No están mezclados los residuos				
	Los envases están bien identificados				
	La etiqueta está bien unida al envase y recoge los datos necesarios				
	El tiempo máximo de almacenamiento es inferior a 6 meses				
	Son gestionados a través de un gestor autorizado				
	Comunicación al órgano competente días antes de su traslado				
	Transporte mediante transportista autorizado				
	Comunicación previa por modificación, ampliación o nuevas actividades que produzcan RP´s ante el órgano competente de la C.A.				
	Documento de aceptación del residuo				
	Documento de control y seguimiento o justificante de entrega				
	Inscripción en el registro de pequeños productores de RP´s				
	Registro de producción de RP´s				
RESIDUOS NO PELIGROSOS	Comunicación previa al inicio cuando las actividades produzcan más de 1000t/año ante el órgano competente de la C. Autónoma				
	No están mezclados los residuos				
	El contenedor del residuo y/o zona de almacenamiento está bien identificado/a				
	Una vez lleno se gestiona a través de gestor y/o transportista autorizado				
	Duración máxima de almacenamiento inferior a dos años cuando se destinen a valoración y un año cuando se destinen a eliminación				
	DOCUMENTACIÓN A COMPROBAR:				
	Albarán de entrega de la empresa gestora				
OTROS	Ordenanza municipal de limpieza pública y gestión de residuos municipales				
	Ordenanza de Limpieza Pública y Gestión de Residuos Urbanos del Ayuntamiento de Alcorcón				
	Obras e Instalaciones que impliquen afección de la vía pública				
	Requisitos derivados de la Licencia/Permiso de obra				

C: conforme NC: no conforme NA: no aplica

MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL RESIDUOS Y MATERIALES DE OBRA						
PUNTOS DE CONTROL	**CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR**	**LÍMITE O CRITERIO DE NO CONFORMIDAD**	**FRECUENCIA**	**RESULTADO DE LA COMPROBACIÓN**		
				CONFORME	**NO CONFORME**	**NO APLICABLE**
Consumo de materiales de obra	Control de las condiciones de acopio almacenamiento y manejo en obra	No delimitar zonas de almacenamiento para los distintos materiales de obra y no controlar las condiciones de almacenamiento	**Al inicio de las actuaciones**			
Suelo	Control del estaquillado	No realizar el estaquillado de la zona de ocupación antes del desbroce	**Al inicio de las actuaciones**			
Generación de residuos en la obra	Correcta gestión de los residuos	No segregar los distintos tipos de residuos	**Quincenal**			
		Gestión de los residuos a través de un gestor no autorizado	**Cada vez que se retiren los residuos**			
		Mala localización de los acopios de RCD	**Quincenal**			
Restos de materiales y residuos producidos en la obra	Control de la gestión, segregación y localización de residuos y restos de materiales en la obra	Residuos fuera de la zonas de especificadas Desorden en la obra y residuos incontrolados	**Quincenal**			
Residuos producidos en la obra (arena, moteros, pavimentos levantados, restos vegetales, …)	Correcta gestión de los residuos	No reutilización ni reciclado de los residuos susceptibles de ello	**Al comienzo de la actividad que lo justifique**			
		No segregar los distintos residuos	**Quincenal**			
		No llevar a vertedero autorizado los residuos no reutilizables o reciclables	**Quincenal**			
Residuos asimilables a urbanos generados	Control de la gestión, segregación y localización de los residuos urbanos o asimilables	Presencia de residuos de las actuaciones de limpieza y mantenimiento en el terreno	**Quincenal**			
		Existencia de residuos peligrosos o inertes dentro de los contenedores de urbanos	**Quincenal**			
		Residuos urbanos fuera del contenedor establecido para su almacenamiento en condiciones tales que produzcan molestias o supongan algún riesgo hasta que se retiren	**Quincenal**			
Residuos asimilables a urbanos generados	Control de la gestión, segregación y localización de los residuos urbanos o asimilables	No haber gestionado la retirada de los residuos con el ayuntamiento	**Al inicio de la obra**			

MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL RESIDUOS Y MATERIALES DE OBRA						
PUNTOS DE CONTROL	**CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR**	**LÍMITE O CRITERIO DE NO CONFORMIDAD**	**FRECUENCIA**	**RESULTADO DE LA COMPROBACIÓN**		
				CONFORME	**NO CONFORME**	**NO APLICABLE**
Residuos peligrosos	Control de segregación y localización de residuos peligrosos	Mezcla de residuos peligrosos No depositar los residuos peligrosos en sus contenedores	**Quincenal**			
	Inspección de la zona de almacenamiento	La zona definida para el almacenamiento de los residuos no está bajo techado y no está el suelo protegido	**Al inicio del almacenaje**			
	Inspección de las condiciones de almacenamiento	Inexistencia de una zona específica para el almacenamiento de los residuos o contenedor es	**Al inicio del almacenaje y después de forma quincenal**			
	Inspección de los contenedores de residuos peligrosos	Contenedores mal etiquetados y/o en mal estado Número insuficiente de contenedores	**Quincenal**			
	Control de tiempo máximo de almacenamiento	Superior a 6 meses	**A partir de 6 meses desde el almacenaje**			
	Control de la gestión realizada	No poseer los documentos acreditativos de la gestión realizada	**Cada vez que se retiren residuos**			
	Control de la gestión de aceites	No haber solicitado evidencias de la gestión realizada con los aceites usados de las subcontratas (en el caso de mantenimiento realizado por las subcontratas) o talleres autorizados	**Cada vez que se retiren los aceites usados**			
	Registro de los residuos peligrosos	No llevar un control de los residuos generados y no mantenerlo actualizado	**Al inicio de la generación de los residuos y cada vez que se produzca una retirada**			
	Control de la retirada de elementos contaminados	No retirar los elementos contaminados tras un vertido accidental	**Quincenal**			
Medio perceptual	Control de las afecciones al paisaje	No desmantelamiento de las instalaciones auxiliares de obra	**Al finalizar las actuaciones**			
		No realizar la recogida y gestión final de materiales acopiados durante las obras	**Al finalizar las actuaciones**			

18. CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, estimamos que queda suficientemente aclarado el alcance del presente Plan de Gestión de Residuos, que sometemos a la consideración de los Organismos Competentes.

En Sevilla, a 12 de marzo de 2026

Autor del presente proyecto,



Ingeniero Técnico Industrial

ANEXO III

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REVISIÓN: 0B

FECHA: 12/03/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	19/01/26	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE

INDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO 6
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN 7
2.1. Datos Generales 7
2.2. Descripción de la obra y situación 8
2.3. Normativa aplicable a obras de construcción 9
2.4. Justificación del Estudio de Seguridad y Salud 12
2.5. Relación resumida de los trabajos a realizar 12
2.6. Acceso y vallado 13
2.7. Orden y limpieza 15
2.8. Recursos considerados 15
2.9. Condiciones del entorno de la obra que influyen en la prevención de riesgos laborales 16
2.10. Interferencia y servicios afectados 16
3. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD 17
3.1. Consideraciones aplicables durante la ejecución de la obra 17
3.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en obras 17
3.3. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en obras 18
3.4. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obra en el interior de locales 20
4. NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA 22
4.1. Riesgos más frecuentes durante la instalación 22
4.2. Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación 22
4.3. Normas de actuación preventiva 22
4.4. Intervención en instalaciones eléctricas 23
5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES 23
5.1. Protecciones individuales 23
5.2. Protecciones colectivas 24
5.3. Formación 25
5.4. Medicina preventiva y primeros auxilios 25
6. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN 25
6.1. Trabajos previos. Delimitación y señalización de la zona de trabajo 26
6.2. Obra civil 27
6.2.1. Movimiento de tierras 27
6.2.2. Drenajes 30
6.2.3. Cimentaciones 30
6.2.4. Zanjas 31

6.3. Montaje ... 32
6.3.1. Manipulación manual de cargas ... 33
6.3.2. Izado de cargas ... 36
6.3.3. Trasporte de material ... 44
6.3.4. Trabajos próximos a elementos en tensión ... 45
6.3.5. Riesgos específicos asociados a la instalación ... 47
7. Evaluación de Riesgos ... 55
8. MAQUINARIA Y EQUIPOS A EMPLEAR ... 65
8.1. Miniexcavadora y excavadora ... 65
8.2. Martillo rompedor hidráulico (M.R.H) ... 67
8.3. Camión basculante ... 68
8.4. Dumper ... 69
8.5. Camión hormigonera ... 70
8.6. Hormigonera eléctrica ... 72
8.7. Vibrador ... 74
8.8. Camión grúa ... 75
8.9. Mini barredora ... 79
8.10. Camión bituminador ... 81
8.11. Extendedora de aglomerado asfáltico ... 83
8.12. Rodillo vibrante autopropulsado ... 85
9. HERRAMIENTAS MANUALES ... 88
9.1. Martillos de bola ... 88
9.2. Martillos de uña ... 88
9.3. Martillos especiales ... 89
9.4. Cinceles ... 89
9.5. Destornilladores ... 89
9.6. Alicates ... 90
9.7. Tenazas ... 90
9.8. Llaves de boca ... 91
9.9. Llaves inglesas ... 91
9.10. Limas ... 91
9.11. Sierra para metales ... 92
9.12. Formones y gubias ... 92
9.13. Cizallas de mano ... 93
9.14. Carretillas manuales ... 93
9.15. Carretillas de mano de una rueda ... 94

9.16. Paletas, paletines o llanas ... 94
9.17. Pequeñas compactadoras ... 95
10. COMPORTAMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS QUE TRABAJAN EN VÍAS CON CIRCULACIÓN ... 95
10.1 Señalización de carreteras y vías ocupadas por las obras ... 95
11. PLAN DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA DE LA OBRA ... 99
12. PRESUPUESTO ... 100
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ... 107
1. LEGISLACIÓN ... 108
2. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD ... 112
3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL DE LA OBRA ... 114
4. OBLIGACIONES SEGÚN LEY 3272006 SUBCONTRATACIÓN ... 115
5. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES ... 116
6. SERVICIOS DE PREVENCIÓN ... 117
7. REPRESENTANTE DE LOS TRABAJADORES ... 118
8. RECURSO PREVENTIVO ... 118
9. CUADRILLA DE SEGURIDAD ... 119
10. TOMA DE DECISIONES ... 119
11. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD ... 120
12. COMITÉ DE SEGURIDAD ... 121
13. DIRECCIÓN PRINCIPAL ... 122
14. DIRECTOR DE DIFERENTES UNIDADES ... 123
15. FUNCIONES DE LOS MANDOS INTERMEDIOS ... 123
16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES ... 124
17. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. ... 125
17.1 Condiciones de los equipos de protección individual ... 125
17.2 Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual ... 125
18. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO ... 126
18.1 Seguridad estructural. ... 126
18.2 Espacios de trabajo y zonas peligrosas ... 126
18.3 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas ... 127
18.4 Tabiques, ventanas y vanos ... 127
18.5 Vías de circulación ... 128
18.6 Puertas y portones ... 128
18.7 Rampas, escaleras fijas y de servicio. ... 129
18.8 Escalas fijas ... 129
18.9 Vías y salidas de evacuación ... 130

19. CONDICIONES DE PROTECCIÓN Y CONTRAINCENDIOS 131
20. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 131
21. PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA 131
22. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA 132
22.1 Aviso previo 132
22.2 Libro de registros 132
23. MODIFICACIONES DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 134
24. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA 134
25. PLANOS 136
25.1. Protecciones individuales 136
25.2. Protecciones colectivas 141
25.3. Movimiento de tierras 142
25.4. Instalaciones auxiliares 146
25.5. Movimiento de tierras. Transporte de maquinaria 147
25.6. Manipulación de cargas 149
25.7. Señalización de maniobra 150
25.8. Carteleria 151
..... 151
25.9. Varios 153
26. CONCLUSIÓN 169

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO

En los últimos años se ha constatado un crecimiento significativo de los proyectos orientados a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. La consecución de los objetivos de integración de estas tecnologías en el sistema energético exige la adopción de soluciones técnicas que permitan gestionar la intermitencia y la limitada capacidad de control inherentes a determinadas fuentes primarias no gestionables ni almacenables. En este contexto, la ley 7/2021, de 21 de mayo, de cambio climático y transición energética, junto con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PINEC), establece el marco estratégico y normativo para avanzar la descarbonización del sistema energético y reforzar la penetración de energía renovables, así como el desarrollo de infraestructuras asociadas, entre ellas los sistemas de almacenamiento energético.

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto definir las disposiciones preventivas y las previsiones técnicas necesarias durante la ejecución de la obra, con el fin de evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Asimismo, contempla los riesgos derivados de las actividades de reparación, conservación, operación y mantenimiento de instalaciones, así como las dotaciones obligatorias en materia de higiene y bienestar de los trabajadores.

De este modo, se establece la línea de actuación en materia de prevención de riesgos laborales frente a las distintas situaciones potenciales de riesgo asociadas al proyecto “BESS MÓSTOLES 1_ST”, con una potencia de 5 MW y una capacidad de almacenamiento de 10 MWh, ubicado en Alcorcón (Madrid).

El estudio analiza los procedimientos constructivos previstos, los equipos técnicos a emplear y los medios auxiliares necesarios, identificando aquellos riesgos laborales susceptibles de eliminación mediante la adopción de medidas técnicas adecuadas. Para los riesgos que no puedan suprimirse, se determinan las protecciones colectivas e individuales y las medidas preventivas específicas orientadas a su control y a la minimización de sus consecuencias. En cumplimiento de los dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, la incorporación de un Estudio de Seguridad y Salud resulta obligatoria en los proyectos de construcción que reúnan las condiciones establecidas en dicha normativa.

El objetivo principal del presente estudio es maximizar las condiciones de prevención durante la ejecución de la obra, garantizando la protección de la salud y la integridad física tanto de los trabajadores como de las personas que puedan verse afectadas en el entorno de la actuación. Para ello, resulta imprescindible evitar la generación de situaciones de riesgo derivadas de una insuficiente planificación o de la carencia de medios adecuados, mediante:

- La identificación temprana de los riesgos asociados a las distintas actividades de la obra y la aplicación de procedimientos y técnicas de trabajo orientados a su eliminación o reducción.
- La implantación de mecanismos de control y seguimiento que aseguren la correcta y continua aplicación de las medidas preventivas establecidas.
- La implicación activa de todos los intervinientes en la obra, a través de acciones de información, formación y concienciación en materia de prevención de riesgos laborales.

Con independencia del contenido del presente estudio, que define los criterios específicos para el tratamiento de los riesgos asociados a esta obra y la organización prevista para la gestión de la Seguridad y Salud, será preceptivo el cumplimiento íntegro de la normativa vigente en materia de Seguridad, Higiene, Ergonomía y Medicina del Trabajo.

Las soluciones preventivas contempladas en este documento no deben considerarse inalterables ni definitivas, dado el carácter dinámico y evolutivo propio de toda obra de construcción. En consecuencia, antes del inicio de cada unidad constructiva, se procederá al análisis de los riesgos específicos asociados a la misma y a la revisión de las medidas preventivas previstas, evaluando la necesidad de introducir modificaciones o mejoras que resulten oportunas.

No se autorizará la ejecución de trabajos que no se encuentren expresamente contemplados en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Una vez que la empresa constructora haya elaborado el Plan de Seguridad y Salud, se celebrarán reuniones de coordinación en las que se analizará la planificación prevista de los trabajos a ejecutar, con el objetivo de verificar que las medidas preventivas correspondientes se encuentran adecuadamente contempladas en el presente estudio. En el caso de que se prevean nuevas actividades no incluidas en este documento, la empresa constructora deberá comunicarlo al Coordinador de Seguridad y Salud y a la Dirección de Obra, especialmente en lo relativo a la gestión preventiva (modificaciones en el organigrama, cambios en los procedimientos de gestión, variaciones en la designación de recursos preventivos, entre otros). Tras dicha comunicación, la empresa constructora procederá a la elaboración de los correspondientes anexos o a la modificación del Plan de Seguridad y Salud, que deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección Técnica de Obra con carácter previo al inicio de los trabajos afectados.

Asimismo, la empresa contratista deberá informar periódicamente al Coordinador de Seguridad y Salud sobre la planificación actualizada de las actividades a realizar, las empresas subcontratistas intervinientes en cada fase y la designación de los Recursos Preventivos correspondientes, a fin de asegurar la correcta coordinación de actividades empresariales y el cumplimiento de las obligaciones preventivas establecidas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN

2.1. Datos Generales

El promotor de la instalación es la entidad responsable del desarrollo, financiación y futura explotación de la instalación de almacenamiento de energía mediante baterías objeto del presente proyecto:

Promotor:	[redacted]
CIF:	
Dirección/Notificaciones:	

La entidad promotora asume la titularidad de la instalación una vez ejecutada, así como el cumplimiento de las obligaciones técnicas, administrativas, ambientales y de seguridad derivadas de la normativa vigente durante las fases de construcción, puesta en servicio, explotación y, en su caso, desmantelamiento de la instalación.

Tras adjudicación de los trabajos, la redacción del PROYECTO ha sido encomendada a la sociedad [redacted] El representante legal de la empresa es [redacted]

[redacted], Ingeniero Técnico Industrial colegiado en el COPITISE con nº de colegiado [redacted]

La empresa proyectista ha elaborado la presente Memoria Descriptiva y el resto de documentos técnicos asociados cumpliendo la normativa vigente, aplicando criterios de buena práctica profesional y garantizando la coherencia técnica entre las distintas partes del proyecto.

2.2. Descripción de la obra y situación

Descripción del proyecto	Proyecto "BESS MÓSTOLES 1_ST" de 5 MW y 10 MWh
Autor del proyecto	[redacted]
Situación de la obra	PL PP ENSANCHE SUR 322 ALCORCÓN 28922 (MADRID)
Referencia catastral	8844702VK2684S0001JJ
Coordenadas UTM ETRS89	428794 :4464259
PEM SS	4.092,12€
Plazo de ejecución	13 meses
Nº máximo de trabajadores	Se estima un plazo máximo de 14 meses y mínimo de 12 meses para la realización de las obras e instalaciones proyectadas, con un máximo de 8 operarios y una media de 4 operarios permanentemente en la obra.





Ilustración 2 Situación geográfica de la instalación. Fuente: Google Earth.

2.3. Normativa aplicable a obras de construcción

El presente Estudio de Seguridad y Salud contempla la aplicación de la Normativa, así como sus posteriores modificaciones o actualizaciones, que a continuación se expone:

- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de

protección contra incendios.

- NTP 37 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Riesgo Intrínseco de Incendio.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción
- Real Decreto 524/2006 de 28 de abril por el que se modifica el RD 212/2002 de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determina- das máquinas de uso al aire libre.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/97, nacido de la transposición de la Directiva 92/57/CEE, de 24 de junio, por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales y móviles y en el que se implanta, mediante la transposición al Derecho español a través del citado Real Decreto la obligatoriedad de inclusión de un "Estudio de Seguridad y Salud" en cualquier obra, pública o privada, en las que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero (Reglamento de los Servicios de Prevención), y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargos que entrañan riesgos, en particular dorso- lumbares, para los trabajadores.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- 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

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre 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 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Las Normas UNE, las Normas de la Asociación Electrotécnica Española (AEE) y las de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) para materiales eléctricos, que sean de aplicación, así como las órdenes técnicas, recomendaciones y manuales de los fabricantes de los equipos a instalar.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado
- Ley del Estatuto de los Trabajadores, Texto Refundido aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Resolución de 6 de septiembre de 2023, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el VII Convenio colectivo general del sector de la construcción.
- Resolución de 25 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el Acuerdo de modificación del VII Convenio colectivo general del sector de la construcción.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

- Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- 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.

2.4. Justificación del Estudio de Seguridad y Salud

Para dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Capítulo II del RD 1627/97 en el que se establece la obligatoriedad del Promotor durante la Fase de Proyecto a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud al darse alguno de estos supuestos:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. (NO CUMPLE)

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galería, conducciones subterráneas y presas.

A la vista de los valores anteriormente expuestos y dadas las características del proyecto objeto, se presenta este Estudio de Seguridad y Salud, el cual se desarrolla en este documento.

2.5. Relación resumida de los trabajos a realizar

La obra consiste en el diseño y la instalación de un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías BESS, con una potencia nominal de 5 MW y una capacidad energética de 10 MWh, denominado “BESS Móstoles1_ST”, ubicado en el término municipal de Alcorcón, Madrid. El proyecto contempla la implantación de la instalación en el interior de un contenedor ubicado en el exterior de las instalaciones de una nave industrial, incluyendo los equipos de almacenamiento, los sistemas auxiliares y las medidas de seguridad, protección contra incendios, ventilación y control acústico necesarias para su correcta integración.

Asimismo, el proyecto incorpora la actualización de la solución técnica como consecuencia de los requerimientos técnicos y ambientales establecidos por la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. y por el órgano ambiental competente, con el objetivo de prestar servicios al sistema eléctrico y mejorar la flexibilidad y estabilidad de la red.

Para organizar los diferentes trabajos a desarrollar, se han definido las siguientes unidades constructivas:

- Preparación y acondicionamiento del espacio.
- 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.
- Instalación de protección contra incendios, sistema de ventilación.
- Montaje de sistemas eléctricos.
- Sistema de gestión y monitorización.
- Medidas de seguridad y señalización.
- Vertido de hormigones mediante bombeo.
- Vertido de hormigones mediante cubos a gancho de grúa.
- Vertido directo de hormigones mediante canaleta.
- Pruebas y puesta en marcha.

Estas unidades constructivas servirán como referencia para la planificación de la actividad preventiva, la identificación de riesgos específicos y la aplicación de medidas de seguridad durante la ejecución de la obra. Cada trabajo se analizará en detalle para garantizar la correcta integración de los procedimientos de seguridad y salud establecidos en este estudio.

Asimismo, el contratista mantendrá una comunicación fluida y periódica con la Coordinación de Seguridad y Salud, informando puntualmente sobre el cronograma de trabajos, la relación de empresas subcontratistas intervinientes y la designación de Recursos Preventivos encargados de la supervisión a pie de obra.

2.6. Acceso y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma. El acceso a las instalaciones se realizará debidamente de forma que se advierta en todo momento de los riesgos existentes a todos los que trabajan o circulan por la obra. Se deberá colocar como mínimo, la siguiente señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.

- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Peligro, salida de camiones.

El acceso a las instalaciones estará restringido a visitantes o personas no autorizadas, quienes solo podrán ingresar previa autorización expresa o acompañados por el personal competente, y deberán portar el equipo de protección personal obligatorio.

Las acciones previstas para la gestión del tráfico durante las obras buscan mantener libres de circulación las áreas necesarias para la ejecución de los trabajos incluidos en el proyecto. Los criterios principales para definir los desvíos de tráfico y las fases de actuación son:

- Informar a los usuarios sobre la presencia de obras.
- Minimizar las molestias al tráfico en las vías afectadas, ordenando su circulación y evitando un deterioro significativo del nivel de servicio.
- Diseñar desvíos provisionales que no alteren de manera notable los flujos habituales, evitando confusión en los usuarios.
- Establecer señalización y balizamiento adecuados para canalizar correctamente el tráfico.
- Garantizar la seguridad tanto de los usuarios como de los trabajadores de la obra, previniendo posibles accidentes.

Las medidas preventivas generales para el acceso y durante la obra serán:

- No se utilizará vallado tipo municipal para delimitar áreas de obra; en su lugar, se emplearán elementos de balizamiento como barreras de contención o conos, especialmente en zonas de trabajo en calzada o cercanas a ella.
- No se realizarán trabajos en la calzada sin los permisos correspondientes de la Guardia Civil, Policía Local y Ayuntamiento de Móstoles siguiendo los horarios autorizados.
- Toda señalización será reflectante. Las zonas de obra cercanas a la calzada estarán completamente delimitadas mediante conos reflectantes, paneles direccionales y barreras tipo New Jersey. En cualquier lugar de trabajo, ya sea en calzada o acera, las labores se desarrollarán dentro de la zona señalizada o vallada.
- La instalación y mantenimiento de vallado, señalización y balizamiento será responsabilidad de la empresa contratista.

Las medidas preventivas para la circulación peatonal:

- Si la obra afecta el tránsito peatonal, la zona de trabajo se cerrará con vallado, cinta de balizamiento y conos. Se señalizarán rutas alternativas mediante cartelería que indique claramente la dirección a seguir y la prohibición de acceso a la zona en obras.
    - Se garantizará acceso seguro y permanente a los residentes de las calles afectadas,

mediante pasos habilitados o pasarelas sobre zanjas. Se permitirá el paso únicamente a residentes y se señalizará la prohibición para el resto de peatones.

- Los pasos peatonales se mantendrán en condiciones seguras, con superficies de hormigón o aglomerado, sin huecos. Elementos como tapas de arquetas se cubrirán con tablones bien fijados para evitar accidentes.
- En caso de movimiento de maquinaria cerca de peatones, un operario supervisará la circulación de equipos y peatones, asegurando su seguridad.
- Al final de cada jornada, se comprobará que el vallado y los accesos a la obra estén cerrados para evitar el ingreso de personas ajenas.
- Los materiales almacenados (acopios) se mantendrán vallados y señalizados, sin ocupar vías de circulación de vehículos o peatones.
- Una brigada de seguridad revisará periódicamente las protecciones colectivas, señalización y balizamiento, sobre todo al inicio y final de cada jornada y durante los descansos.
- La empresa contratista será responsable de la instalación y mantenimiento de vallado, señalización y balizamiento.

2.7. Orden y limpieza

Durante la ejecución de los trabajos se deberá implementar de un programa adecuado de orden y limpieza que contemple los siguientes aspectos:

- El camino de circulación interna, las zonas de tránsito y lugares de trabajo, así como los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, deberán mantenerse siempre en buen estado de salubridad e higiene, por lo que se realizarán las limpiezas necesarias.
- Almacenamiento correcto de materiales y equipos.
- Eliminación periódica de residuos, escombros y desechos en intervalos adecuados.
- Prohibición de acumular o depositar materiales sueltos innecesarios que puedan obstaculizar los accesos, salidas, zonas de trabajo o vías de paso.
- Extremar la precaución en los lugares de trabajo o de tránsito que presenten superficies resbaladizas debido a la presencia de hielo, nieve, aceite u otras sustancias, se procederá a su limpieza o a la aplicación de arena, serrín, cenizas u otros materiales similares para garantizar la seguridad.

2.8. Recursos considerados

- **Materiales:** Cables, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, prensacables, aparamenta, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc…
- **Energía y Fluidos**: Electricidad y esfuerzo humano.
- **Mano de obra:** Jefe de Obra a pie de obra, Oficial electricista, Peones electricista.
- **Herramientas:**
  - Eléctricas portátiles: esmeriladora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro, chequeador portátil de la instalación

  - Herramientas de mano: cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables. sierra de arco paro metales, caja completa de herramientas dieléctricos homologadas, reglas, escuadras, nivel. etc.
  - Herramientas de tracción: térnales, trócolas y poleas.
- **Maquinaria:** Motores eléctricos, sierra de metales, plataforma elevadora de tijera, grúa, cabrestante.
- **Medios auxiliares:** Banqueta aislante, alfombra aislante, Lona aislante de apantallamiento, cuerdas, escaleras de mano, cestas, señales de seguridad, vallas, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros.
- **Sistemas de transporte y/o manutención:** Contenedores de recortes, bateas, cestas, cuerdas de izado, carretillas de mano, eslingas, grúas, plataformas elevadoras de tijera, cabrestantes, etc…

2.9. Condiciones del entorno de la obra que influyen en la prevención de riesgos laborales

Debido a la localización de la instalación, al ser una zona urbana, puede darse ocasiones de interferencia con otros servicios,

Conducciones Agua / Baja Tensión:

Se prestará especial atención a los siguientes elementos:

- Que no exista presencia de líneas eléctricas aéreas en la obra.
- La línea de alimentación hacia los nuevos equipos.
- Se deberá solicitar al encargado del mantenimiento los planos de servicios afectados.

Conducciones enterradas:

Se presentará especial atención a los siguientes elementos:

- Equipos actuales e instalaciones.
- Las conducciones de ampliación desde el cuadro de distribución a nuevos receptores y cables eléctricos.
- Red de puesta a tierras (cable desnudo).

Es posible que exista presencia de líneas eléctricas/agua/saneamiento preexistente en la obra. Se deberá solicitar al encargado de la explotación los planos de servicios afectados.

2.10. Interferencia y servicios afectados

Dada la naturaleza superficial de la intervención, no se prevé la afección de redes de servicios existentes. El Contratista, en cualquier caso, deberá solicitar, antes de comenzar las obras, planos actualizados de los servicios existentes, y, en caso necesario, la participación de técnicos de las Compañías de servicios para aclarar sobre el terreno los puntos que puedan ser conflictivos. No obstante, en caso de hallazgo fortuito de instalaciones durante la ejecución de los trabajos, se activará el siguiente protocolo de actuación:

- Ante la detección de cualquier elemento imprevisto, se procederá a la detención inmediata de los trabajos en el área afectada y se comunicará la incidencia al Jefe de Obra para evaluar la situación.

- Ante la falta de información fehaciente, se actuará bajo la premisa de que la instalación se encuentra en servicio o en tensión, manteniendo paralización de la actividad, y de la obra si fuese necesario, por motivos de seguridad.
- Se notificará el hallazgo a la entidad titular del servicio antes de tomar cualquier decisión técnica, solicitando su intervención para la adopción de medidas preventivas pertinentes.
- La zona de riesgo deberá quedar debidamente balizada y señalada. Los trabajos permanecerán suspendidos hasta obtener la autorización expresa de la compañía suministradora, informando puntualmente de todas las incidencias tanto a la dirección facultativa como al promotor.

3. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1. Consideraciones aplicables durante la ejecución de la obra

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha 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 adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre 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.

3.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en obras

- El responsable de Trabajos debe comprobar, bajo su responsabilidad, si se cumplen los procedimientos de Seguridad, cerciorándose de que las condiciones de trabajo sean seguros, de que se emplean las protecciones necesarias y el equipo de seguridad apropiado. y de que las herramientas, materiales y equipos, tanto de trabajo como de seguridad y primeros auxilios, están en debidas condiciones.

- El responsable de Trabajos debe asegurarse de que todos los operarios comprenden plenamente la tarea que se les ha asignado.
- Todo operario debe dar cuenta a su superior de las situaciones inseguras que observe en su trabajo. y advertirle del material o herramienta que se encuentre en mal estado.
- Se prohíbe expresamente los mal llamados "actos de valentía", que entrañan siempre un riesgo evidente.
- Se prohíbe consumir bebidas alcohólicas en el trabajo.
- No se permiten bromas, juegos, etc…, que puedan distraer a los operarios en su trabajo.

3.3. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en obras

La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

Estabilidad y solidez: Se deberá asegurar la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que le trabajo se realice de forma segura.

Instalaciones de suministro y reparto de energía: La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión). En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de éste. Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto. El proyecto, la realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Vías y salidas de emergencia: Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. En todos los centros de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de

suficiente intensidad. Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indelebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente. Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse

sin trabas en ningún momento.

Detección y lucha contra incendios: Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma. Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados. Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Ventilación: Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente, empleando un sistema de ventilación si fuera necesario.

Exposición a riesgos particulares: Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.). En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro. En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Temperatura: La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Iluminación: Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Puertas y portones: Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

Vías de circulación y zonas peligrosas: Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado. Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento. Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Espacio de trabajo: Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios: El empresario deberá garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina. Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

Servicios higiénicos: Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo. Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales. Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil. Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

Locales de descanso o de alojamiento: Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

Trabajos de personal con movilidad reducida: Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso a los trabajadores con movilidad reducida. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

Disposiciones varias:

- El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable.
- Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

3.4. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obra en el interior de locales

Las obligaciones previstas en la presente se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Estabilidad y solidez: Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

Puertas de emergencia: Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.

Ventilación: En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas. Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

Temperatura: La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

Suelos, paredes y techos de los locales: Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos. Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

Ventanas y vanos de ventilación cenital: Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores. Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

Puertas y portones: La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

Vías de circulación: Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

Escaleras mecánicas y cintas rodantes: Las escaleras mecánicas y las cintas rodantes deberán funcionar de manera segura y disponer de todos los dispositivos de seguridad necesarios. En particular deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.

Dimensiones y volumen de aire: Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

4. NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

4.1. Riesgos más frecuentes durante la instalación

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas o distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de los guías conductores.
- Pinchazos en los manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Otros.

4.2. Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación

- Electrocución o quemaduras por malo protección de cuadros eléctricos.
- Electrocución o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocución o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- Electrocución o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- Electrocución o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

4.3. Normas de actuación preventiva

Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico. En la fase de obra de apertura y cierre de rozos se esmerará el orden y la limpieza de lo obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin la utilización de los clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano o utilizar, serán del tipo de "tijera", dotados con zapatos antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, poro evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguros y estrechos.

Se prohíbe lo formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetes, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguros y estrechos.

Lo realización del cableado, cuelgue y conexión de lo instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetes), se efectuará una vez protegido el hueco de lo misma con uno red

horizontal de seguridad, paro eliminar el riesgo de caída desde altura.

La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetes), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en lo que se realizan los trabajos. tal. que evite el riesgo de caído desde altura.

La instalación eléctrica en (terrazos, tribunos, balcones, vuelos, etc.), sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetes), se efectuará una vez instalado una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetes, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

Lo iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

4.4. Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y paro minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (**cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica**):

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, y si es posible bajo llave.
- Se señalizarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".
- Se verificará lo ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.
- Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas. Se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo o seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparos aislantes (vinilo).
- En el coso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalizará y delimitará a zona de riesgo.

5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

5.1. Protecciones individuales

- Cascos de seguridad contra choques e impactos para todas las personas que participen en la obra incluidos visitantes.
- Guantes de trabajo de uso general.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra según Convenio Colectivo Provincial.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón antivibratorio.
- Chalecos reflectantes.

5.2. Protecciones colectivas

- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Vallas de limitación y protección.
- Sistemas de entibación de zanjas
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Jalones de señalización.
- Soportes y anclajes de redes.
- Anclajes para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Válvulas antirretroceso.
- Riegos.

5.3. Formación

En cumplimiento con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se establece como requisito que todo el personal – sea perteneciente a la empresa contratista o a empresas subcontratadas – cuente con la capacitación técnica y preventiva necesaria antes de su acceso al centro de trabajo.

Todo trabajador presente en la obra deberá acreditar la formación específica exigida por el VII Convenio General del Sector de Construcción, quedando prohibida la ejecución de cualquier actividad profesional sin la previa verificación documental de las competencias y certificaciones formativas del trabajador. La formación deberá ser coherente con los riesgos asociados al puesto de trabajo y las tareas asignadas en el proyecto.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

5.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

Botiquines: Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo. La ubicación de estos botiquines será conocida por la totalidad del personal que intervenga en la obra.

Asistencia a accidentados: Se deberá informar a los trabajadores del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios Propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) más cercanos al centro de trabajo donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido tratamiento. Asimismo, se deberá encontrar en un lugar claramente visible en obra de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. Para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia sanitaria.

Reconocimiento médico: Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, las obras se estructurarán en una serie de trabajos diferenciados por especialidades o unidades constructivas, abarcando tanto las actuaciones correspondientes a la obra civil como las relativas al montaje de las instalaciones, así como los equipos técnicos y los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

El presente análisis de riesgos, incluido en el proyecto de ejecución, podrá ser desarrollado y, en su caso, adaptado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, ajustándolo a los procedimientos constructivos, medios materiales y tecnologías de ejecución que resulten de aplicación, sin menoscabo de las medidas mínimas de seguridad establecidas en el proyecto.

Tras el análisis de las características de los trabajos a ejecutar y del personal expuesto a los distintos riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias que deberán ser adoptadas por las empresas intervinientes, con el fin de eliminar o reducir los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional identificados.

En todo momento se dará cumplimiento a la normativa vigente en materia de seguridad y salud, prestando especial atención al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Para la prevención de riesgos derivados de la ejecución de los trabajos se emplearán, de forma complementaría, los siguientes tipos de medios:

- Equipos de protección colectiva, que tendrán carácter prioritario siempre que sea técnicamente viable.
- Equipos de protección individual (EPIs), cuando los riesgos no pueden eliminarse o reducirse suficientemente mediante medidas de protección colectiva u organizativas.

La organización de los trabajos se planificará de manera que se maximice la seguridad de los trabajadores, garantizando en todo momento que las condiciones de trabajo sean higiénicas y, en la medida de lo posible, confortables, evitando exposiciones innecesarias a riesgos.

6.1. Trabajos previos. Delimitación y señalización de la zona de trabajo

Se procederá a la instalación de la señalización y de los elementos de protección vial y de seguridad necesarios, debidamente visibles e identificables, que acompañan, de forma paralela y provisional, a la ejecución de los trabajos en las diferentes fases de obra. Esta señalización sirve igualmente al personal que trabaja en obra como a todos aquellos que, sin tener relación con ella, se ven afectados por el desarrollo de los trabajos.

Los riesgos asociados a esta actividad son:

- Caída de personas al mismo nivel
- Atropellos o golpes con vehículos
- Choque contra objetos móviles
- Caída de objetos por manipulación
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelvo de máquinas
- Golpes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Riesgos eléctricos

Las medidas preventivas a aplicar:

- Colocación de vallado perimetral en toda la obra con el fin de evitar el paso de personas ajenas a ella, señalizando de manera claramente visible e identificable todo el perímetro de la obra, así como sus accesos. Las condiciones mínimas del vallado deberán ser:
    - 2,20 metros de altura, portón de acceso de vehículos de 4,5 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

- Deberá indicarse mediante señalización adecuada la prohibición de acceso a cualquier persona ajena a la obra, así como las medidas de protección individual que deben adoptar las personas que accedan a ella.
- La señalización de obra debe realizarse mediante señales que pueden contener mensaje escrito pero que necesariamente deben llevar pictograma.
- Se recomienda que durante la realización de ciertos trabajos se señalice el uso obligatorio de la protección individual. Habrá señalización de riesgo eléctrico en todos los cuadros eléctricos y se señalizarán los extintores y botiquines de primeros auxilios existentes en obra.
- Se señalizarán las zanjas abiertas y se vallará toda zona peligrosa.
- La maquinaria de obra que se encuentre averiada o en periodo de semiavería, deberá encontrarse señalizada como tal de modo que no pueda ser utilizada.
- Cuando los vehículos de obra tengan que realizar maniobras de marcha atrás y exista personal trabajando en las inmediaciones, todos los conductores serán ayudados por una persona que les dirigirá desde fuera.
- Obligatorio el uso de chalecos de alta visibilidad para facilitar la localización del trabajador. No se recomienda trabajar en el radio de acción de la maquinaria de obra sin la presencia de una persona que coordine ambos trabajos.
- Controlar la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuando las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento. No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno y señalizar su existencia.
- Se deberá presentar como mínimo la señalización de:
    - Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
    - Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
    - Obligatoriedad del uso del casco, ropa de trabajo reflectante y calzado de seguridad en el recinto de la obra.
    - Cartel de obra.
    - Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.

6.2. Obra civil

Se entenderá como obra civil el conjunto de trabajos necesarios para la implantación del sistema de almacenamiento de energía mediante batería (BESS), incluyendo las excavaciones, zanjas y canalizaciones destinadas al tendido de cableado eléctrico y de comunicaciones, así como las cimentaciones requeridas para la correcta instalación y anclaje de los equipos que integran la planta, tales como contenedores de baterías, inversores, transformadores, centros de seccionamiento y demás auxiliares. Asimismo, se consideran dentro de la obra civil las actuaciones necesarias para la adecuación del emplazamiento y de las edificaciones existentes o de nueva construcción destinadas al alojamiento de la instalación, así como aquellas infraestructuras necesarias para su correcto funcionamiento, operación, mantenimiento y seguridad.

6.2.1. Movimiento de tierras

La actuación proyectada se desarrolla íntegramente en el exterior de una nave industrial, por lo que no se prevé movimiento de tierras generalizado ni modificaciones significativas de la rasante existente.

Únicamente se realizarán excavaciones puntuales y de escasa entidad, correspondientes a la ejecución de zanjas por eje y/o canalizaciones necesarias para el tendido de instalaciones eléctricas, con profundidades y anchuras ajustadas a las necesidades del proyecto. Las tierras excavadas serán gestionadas de forma adecuada, procediéndose a su relleno y compactación posterior una vez finalizada la instalación de las canalizaciones, restituyendo las condiciones iniciales del suelo.

Los riesgos asociados a esta actividad son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Riesgos eléctricos

Las medidas de prevención a aplicar:

- Antes del inicio de los trabajos, se realizará una inspección del terreno para detectar irregularidades, zonas inestables o posibles riesgos asociados.
- Se delimitará y señalizará la zona de trabajo, restringiendo el acceso a personal ajeno a la obra.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos.
- Guantes de trabajo.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.

- Ropa de protección reflectante para el mal tiempo.

6.2.2. Drenajes

Al no contemplarse trabajos de drenaje en la presente instalación, no se identifican los riesgos laborales específicos asociados a esta actividad.

6.2.3. Cimentaciones

La implantación se realizará sobre la cimentación existente en el interior de la nave, cuya tipología y capacidad portante deberán ser verificadas durante la ingeniería de detalle previa a la ejecución de la instalación.

Esta cimentación se mantendrá sin modificaciones por lo que se realizarán trabajos como la inspección y estudio de la cimentación existente, la verificación de capacidad portante, los posibles trabajos de esfuerzo o adecuación de la cimentación y el montaje posterior del sistema BESS sobre dicha cimentación existente.

Los riesgos asociados a esta actividad son:

- Caídas al mismo nivel en el interior de la nave.
- Golpes y choques con elementos estructurales existentes.
- Caída de objetos durante inspecciones o trabajos de refuerzo.
- Atrapamiento por o entre objetos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Manipulación manual de cargas.
- Exposición a contactos eléctricos
- Exposición a polvo, ruido y vibraciones.
- Sobreesfuerzos
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos

Las medidas preventivas a aplicar:

- Delimitación y señalización de la zona de trabajo.
- Orden y limpieza permanente del área de actuación.
- Revisión previa del estado de la cimentación antes del inicio de los trabajos.
- Se proporcionará un acceso adecuado al fondo de la excavación mediante escaleras de mano. En el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a 5 metros se empleará plataforma elevadora.
- El acceso a la excavación del depósito se realizará mediante una rampa.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no

reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.

- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Uso exclusivo de herramientas y equipos en correcto estado.
- Obligatoriedad de coordinación de actividades empresariales.
- Formación e información previa de los trabajadores.

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos.
- Guantes de trabajo.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Ropa de protección y alta visibilidad.

6.2.4. Zanjas

Los trabajos consistirán en la ejecución de zanjas entubadas para la interconexión eléctrica del sistema proyectado, conforme a las especificaciones técnicas de la empresa distribuidora, incluyendo la colocación de tubos, lecho y relleno de arena, relleno granular, instalación de cinta de señalización y reposición del pavimento afectado.

Los riesgos asociados a esta actividad son:

- Desprendimientos de tierras y sepultamiento.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos.
- Pisada sobre objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.

- Manipulación manual de cargas.
- Atropellos por maquinaria.
- Riesgo eléctrico durante el tendido de cables.
- Exposición a polvo y ruido.
- Posibles interferencias con servicios enterrados existentes.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.

Las medidas preventivas a aplicar:

- Señalización y balizamiento de la zona de trabajo.
- Comprobación previa de la existencia de servicios afectados.
- Previo al inicio de los trabajos, se inspeccionará el terreno para identificar posibles fisuras o desplazamientos.
- Ejecución de zanjas con estabilidad garantizada y entibación cuando sea necesario.
- Accesos seguros al interior de la zanja.
- Control de acopio de tierras.
- Coordinación entre maquinaria y trabajadores.

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos.
- Guantes de trabajo.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

6.3. Montaje

Los trabajos de montaje consistirán en la recepción, traslado y almacenamiento de equipos, el izado, instalación y conexión de los módulos y racks de baterías en su ubicación definitiva, el montaje mecánico y eléctrico de los equipos, incluyendo los sistemas de conversión de potencia, cuadros auxiliares y demás elementos que componen el sistema de almacenamiento BESS, los trabajos próximos a elementos en tensión, trabajos en altura, cuando se requiera acceso a estructuras superiores para la fijación de equipos o tendido de canalizaciones, y la limpieza y retirada de embalajes en el interior de la nave proyectada, asegurando la correcta disposición de residuos. Se incluirá la instalación de racks, fijaciones, canalizaciones y comprobaciones de alineamiento, nivelación y seguridad de los equipos.

6.3.1. Manipulación manual de cargas

Se entenderá como manipulación manual de cargas a cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

Los riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

Las medidas preventivas a aplicar:

- Aplicar técnicas correctas de levantamiento y transporte de cargas: para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, solo se consigue si los pies están bien situados (enmarcando la carga, ligeramente separados, ligeramente adelantado uno respecto a otro).
- Utilizar técnicas para que el levantamiento sea seguro:
    - Situar el peso cerca del cuerpo, mantener la espalda plana, no doblar la espalda mientras levanta la carga, usar los músculos más fuertes, como son los brazos, piernas y muslos.
    - Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los

músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán "meter" ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, esta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos. El peso del cuerpo puede ser utilizado:
  - Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
  - Tirando de una caja que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
  - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechara su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.

- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
  - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
  - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
  - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, como pasar bajo la carga, etc.).
  - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
  - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquel.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación) quien de las ordenes preparatorias, de elevación y transporte.
  - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
  - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
  - Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
  - Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.

- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

6.3.2. Izado de cargas

Se entenderá como izado de cargas a cualquier operación de elevación, desplazamiento o colocación de equipos, módulos o materiales mediante grúas, polipastos, eslingas, cables, cadenas u otros medios mecánicos de elevación, que implique riesgos para los trabajadores, tales como caída de objetos, atrapamientos, golpes, cortes o sobreesfuerzos. Estas operaciones deberán realizarse siguiendo técnicas seguras de izado, verificando la correcta sujeción, equilibrio y resistencia de todos los elementos de elevación, respetando los límites de carga de los equipos y evitando maniobras improvisadas.

Los riesgos asociados a esta actividad son:

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo.

Las medidas de protección a aplicar:

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío o calor y envejecimiento.

- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.
- En cuanto a cuerdas:
  - Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
  - Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
  - No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
  - Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
  - En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavaran las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
  - Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de este mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
  - Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
  - Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
  - Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
  - Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
  - Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
  - Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
  - Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabo en los anillos de las eslingas.
  - La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.
- En cuanto a cables se refiere:
  - Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
  - Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.

- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de estos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, se hará rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujeta cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.

- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
    - Rotura de un cordón.
    - Reducción anormal y localizada del diámetro.
    - Existencia de nudos.
    - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
    - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
    - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

- En cuanto a cadenas:

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
    - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
    - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
    - Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.

- Una cadena se fragiliza con tiempo frio y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

- En cuanto a ganchos se refiere:

- Serán de acero o hierro forjado.
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que este debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
  - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
  - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.
  - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

- En cuanto argollas y anillos se refiere:

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que

habitualmente se roscara a uno de los brazos del estribo.

- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de este.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendara es el anillo en forma de pera, al ser este el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

- En cuanto a grilletes:

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajaran sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

- En cuanto a eslingas:

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
    - El propio desgaste por el trabajo.
    - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
    - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
    - Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.

- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
  - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
  - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descanse en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
  - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
  - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
  - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
  - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
  - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
  - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
  - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
  - Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante: F (en Kg) = 8 x d² (diámetro del cable en mm)
  - Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
  - Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
  - Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
  - No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
  - No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
  - Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
  - Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.

- Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula: F (en Kg) = 6 x d² (diámetro del redondo en mm)
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir este hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

- En cuanto a trácteles:

  - Deberán estar perfectamente engrasados.
  - Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
  - Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
    - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
    - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
    - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
    - No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
    - No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
    - Se deberá utilizar el cable adecuado a la maquina en cuanto al diámetro.
    - Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
    - Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.

- Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

- En cuanto a las poleas se refiere:

  - No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
  - Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.
  - Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
  - Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquellas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
  - Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
  - Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
  - Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
  - Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
  - Se prohíbe soldar sobre poleas.

6.3.3. Trasporte de material

Se entenderá como transporte de material a cualquier operación mediante la cual uno o varios trabajadores trasladan materiales de un punto a otro, ya sea de forma manual o con ayuda de medios mecánicos, incluyendo el levantamiento, traslado, empuje, tracción o desplazamiento de los mismos, que por su peso, volumen, forma o condiciones ergonómicas inadecuadas pueda entrañar riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, especialmente de tipo musculoesquelético.

<u>Los riesgos asociados a esta actividad:</u>

- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes polvorientos
- Atropellos o golpes con vehículos

Las medidas de protección a aplicar en este caso serán:

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedara frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.
-

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos
- Gafas de protección contra ambiente polvorientos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

6.3.4. Trabajos próximos a elementos en tensión

Con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores y minimizar la probabilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, durante la intervención en instalaciones eléctricas para la ejecución de trabajos sin tensión, se deberán aplicar, como mínimo, tres de las siguientes reglas, conocidas como las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica:

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, y si es posible bajo llave.
- Se señalizarán los trabajos mediante un letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.
- Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas. Se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un jefe de obra que supervisará los trabajos a realizar. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán estar homologadas.

Los riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciones
- Incendios

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe de trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Obligatoriedad de usar equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes dieléctricos, casco, pantalla facial, herramienta aislada así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, que esté homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc. En todos los conductores, incluido el neutro.

- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante vinilos aislantes.
- Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:
    - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea solo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
    - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de las zonas de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.
- En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalizará y delimitará la zona de riesgo.

6.3.5. Riesgos específicos asociados a la instalación

La instalación de sistemas de almacenamiento mediante baterías de ion-litio (Li-ion) conlleva la exposición a determinados riesgos, entre los que se incluyen el riesgo de incendio, la emisión de gases, posibles vertidos de sustancias peligrosas, la generación de campos electromagnéticos, la producción de ruido y explosiones. Los riesgos que se describen a continuación han sido evaluados como significativos, dado que su probabilidad de ocurrencia es moderada, mientras que sus posibles consecuencias pueden resultar extremadamente dañinas. Por tanto, se recomienda otorgar especial atención a la implementación de las medidas preventivas indicadas. A continuación, se describen los posibles orígenes de dichos riesgos, así como las correspondientes medidas preventivas y de control.

- **Riesgo de incendio**
  Las baterías de ion-litio pueden presentar distintos modos de fallo considerados técnicamente habituales en sistemas de almacenamiento electroquímico. Estos fallos pueden tener orígenes diversos y, en determinadas condiciones operativas o ambientales, dar lugar al inicio de un incendio en el sistema de almacenamiento de energía.
  Entre los fallos más comunes de los sistemas Bess son:
    - Fallo eléctrico
    - Fallo mecánico
    - Ambiente externo
    - Fallo térmico
    - Error humano

Como consecuencia de estos fallos, las celdas pueden experimentar cortocircuitos internos que den lugar a un proceso químico llamado fuga térmica (thermal runaway). Este fenómeno implica un aumento progresivo de temperatura a nivel de módulo. Si no se controla, este proceso puede extenderse al conjunto del rack, y eventualmente, al contenedor. Este fenómeno de propagación sucesiva se conoce como incendio en cascada o efecto dominó térmico, y constituye uno de los escenarios de riesgo más relevantes en este tipo de instalaciones. Por este motivo, los sistemas de almacenamiento basados en baterías deben incorporan diversos dispositivos y sistemas de protección orientados tanto a la prevención de incendios, como, en caso de producirse, a facilitar su detección y extinción.

Medidas de prevención y correctivas

Los sistemas de almacenamiento de baterías incorporan, por parte de los fabricantes, dispositivos diseñados para minimizar el riesgo de incendio derivado de los fallos mencionados anteriormente. No obstante, es imprescindible de disponer en el centro de trabajo de sistemas de extinción y actuación frente a incendios específicos, que pueden ser instalados en un sistema de almacenamiento de energía con baterías. A continuación, se exponen lo más utilizados:

- Sistemas de extinción: Basados en sistemas de agentes aerosoles que ayudan a actuar en la supresión de incendio a nivel de módulo. Existen opciones específicas para baterías Li-ion.
- Sistemas de tuberías secas y rociadores para proceder a la inundación del contenedor: Este sistema actúa sobre la totalidad del contenedor de baterías, permitiendo la descarga controlada de agua, la cual permanece retenida hasta la completa extinción del incendio.
- Sistema de liberación de gases de forma controlada para evitar sobre presión dentro del contenedor.
- Trampillas de sobrepresión para evitar explosiones cuando los sistemas de ventilación y contención de incendios fallen.

- **Riesgo de explosión:**
  En condiciones normales de funcionamiento, la instalación no genera atmósferas explosivas. No obstante, en situaciones anómalas o de fallo, tales como cortocircuitos internos, sobrecarga, defectos de fabricación o daños mecánicos, puede producirse un fenómeno de fuga térmica (thermal runaway) de una o varias celdas.
  Dicho fenómeno puede conllevar la liberación de gases inflamables y combustibles (principalmente hidrógeno, CO_2 y compuestos orgánicos volátiles) en el interior del contenedor. En caso de acumulación de estos gases, una ventilación insuficiente y la existencia de un foco de ignición, podría producirse una deflagración o explosión, generando sobrepresiones con riesgo para los trabajadores, daños estructurales en el contenedor y propagación de incendio.

  Este riesgo se puede considerar de carácter excepcional, asociado a condiciones de fallo, si bien debe ser tenido en cuenta en la planificación preventiva de los trabajos y en las medidas de emergencia del Plan de Seguridad y Salud.

  Medidas correctivas y preventivas:
  Con el fin de eliminar o reducir el riesgo identificado, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Sistema de ventilación natural y/o forzada que evite la acumulación de gases inflamables en el interior del contenedor.
- Instalación de sistemas de detección temprana (temperatura, humo y/o gases), integrados con los sistemas de protección y alarma.
- Incorporación de elementos de alivio de presión o paneles de venteo, cuando lo prevea el diseño del fabricante.
- Adecuación de los equipos eléctricos y de control instalados en el interior del contenedor al entorno de riesgo previsible.
- Separación física de los contenedores BESS respecto a otras instalaciones y zonas de tránsito de trabajadores, manteniendo la distancia de seguridad establecidas en el proyecto.
- Se limitará el acceso al interior del contenedor únicamente a personal autorizado y formado.
- Elaboración de procedimientos de trabajo seguro para operaciones de instalación, mantenimiento e inspección.
- Señalización de advertencia relativa a riesgo de incendio y explosión en el acceso al contenedor.
- Formación específica de los trabajadores sobre riesgos asociados a sistemas BESS, reconocimiento de situaciones anómalas y actuación en caso de emergencia.
- Información sobre la prohibición de fuentes de ignición no controladas en las proximidades del contenedor.

En caso de detección de una situación anómala que pueda derivar en riesgo de explosión, se adoptarán las siguientes medidas correctivas y de emergencia:

- Activación inmediata de los sistemas automáticos de protección y ventilación.
- Evacuación del personal del interior del contenedor y de las zonas colindantes.
- Corte de suministro eléctrico conforme a los procedimientos establecidos.
- Comunicación inmediata al responsable de seguridad de la obra y activación del procedimiento de emergencia.
- Prohibición del acceso al contenedor hasta que se verifique la completa disipación de gases y la ausencia de condiciones peligrosas.
- Intervención únicamente por personal autorizado y siguiendo las instrucciones del fabricante y los servicios de emergencia.

Las baterías previstas para la instalación del proyecto serán de tipo LFP (litio- ferrofosfato), las cuales presentan una menor densidad energética en comparación con otras tecnologías de baterías de litio. Esta característica les confiere mayor estabilidad térmica y química, ya que, en situaciones de estrés térmico, el material del cátodo libera una cantidad significativamente menos de oxígeno, reduciendo el riesgo de combustión.

En caso de producirse un fenómeno de fuga térmica (thermal runaway), la temperatura de inicio de la ignición en baterías LFP se sitúa aproximadamente entre 250 y 300ºC, siendo necesario que ocurra alguna de las siguientes circunstancias: exposición a fuego externo, daños mecánicos severos o un fallo crítico en el sistema de refrigeración.

Por el contrario, las baterías NMC (níquel-manganeso-cobalto) presentan un inicio de combustión a temperaturas sensiblemente inferiores, en el rango de 150-180ºC y durante dicho proceso liberan oxígeno de forma más intensa, lo que incrementa la severidad y propagación del incendio.

En base a lo anteriormente expuesto, la tecnología LFP proporciona un nivel de seguridad superior frente a otras tipologías de baterías de litio, al presentar una mayor estabilidad térmica, un menor riesgo de ignición y una reducción significativa de la severidad de los posibles escenarios de incendio. Estas propiedades contribuyen de manera directa a la minimización de riesgos para las personas, las instalaciones y el entorno de trabajo, resultando la opción más adecuada desde el punto de vista de la seguridad y salud durante la explotación de la instalación.

- **Riesgo de emisión de gases:**
  En situaciones anómalas, los componentes de las baterías pueden experimentar procesos de descomposición de sus materiales internos, dando lugar a la liberación de gases tóxicos, inflamables y/o corrosivos.

  Medidas de prevención y correctivas

  En este supuesto, los sistemas preventivos se orientan a evitar la generación de incendio, por lo que resulta necesario disponer de alguna de las siguientes medidas preventivas:

  - Sistema de gestión de batería (BMS): Actúa ante situaciones de sobrecarga, cortocircuitos o fallos eléctricos que puedan desencadenar un fenómeno de termal runway, reduciendo la probabilidad de inicio de un incendio y, en consecuencia, la formación de gases.
  - Sistemas de refrigeración activa: El control térmico de las baterías mediante sistemas de refrigeración permite mantenerlas dentro de un rango de operación seguro, evitando sobrecalentamiento y, reduciendo los riesgos de incendio y, el riesgo de formación de gases.
  - Diseño modular y aislamiento térmico**:** La disposición de los módulos de baterías separados por barreras térmicas resistentes al fuego contribuye a limitar la propagación del incendio entre celdas o módulos y así, reducir el volumen de gases que pudiera generarse.
  - Sistemas de detección de gases y humo: La instalación de sensores para la detección temprana de gases precursores de incendios y humo permite actuar en las fases iniciales de la degradación térmica, antes de que se produzca el incendio.

- **Riesgo de vertidos:**
  Es imprescindible conocer el origen del vertido. Este tipo de riesgo suele ser más común en el uso de tecnologías basadas en baterías de flujo.

  Medidas de prevención y correctivas:
  Se proponen las siguientes medidas preventivas a llevar a cabo para evitar que los vertidos supongan un problema de contaminación en el entorno donde se instalan.

- Cubetas de retención en las instalaciones: Si hubiera fugas en los equipos de refrigeración, se colocaría una bandeja conectada a una bomba para extraer el líquido derramado y evitar su vertido al exterior.

- Cubetas de retención de hidrocarburos**:** En caso de fuga de aceite, se dota al transformador de una cuba de recogida de aceite y un filtro de hidrocarburos para evitar que el aceite se derrame al suelo.

- **Riesgo de emisión electromagnética:**

En el contexto de las instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones, es necesario analizar la presencia de campos electromagnéticos (CEM) derivados de la operación de infraestructuras críticas. Las radiaciones electromagnéticas presentes en este tipo de entornos se clasifican, según el nivel de energía, dentro del espectro de radiaciones no ionizantes. No obstante, la evidencia científica actual respaldada por revisiones sistemáticas, no ha establecido una correlación robusta entre la exposición a niveles normativos de campos electromagnéticos y efectos adversos sobre la salud.

Adicionalmente a los riesgos asociados a la salud humana, la emisión de campos electromagnéticos presenta un riesgo técnico significativo: la interferencia en el correcto funcionamiento de dispositivos electrónicos. Por ello, este estudio no solo contempla la protección biológica, sino también las medidas de prevención necesarias para garantizar la compatibilidad electromagnética de los dispositivos críticos en los sistemas de almacenamiento.

Con el objeto de mitigar los riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos y garantizar la integridad operativa de los sistemas, se deberá establecer las siguientes medidas técnicas y organizativas:

Medidas de prevención:

- La estrategia preventiva frente a los riesgos eléctricos derivados de la emisión de campos electromagnéticos se fundamenta en el análisis de compatibilidad electromagnética (EMC). Este análisis tiene por objeto garantizar la capacidad del sistema para operar correctamente en su entorno electromagnético sin introducir perturbaciones intolerables en otros equipos ni verse afectado por ellos.

- Para evitar problemas asociados a la compatibilidad electromagnética se debe de establecer una separación definida entre los equipos para evitar una intensidad notable del campo electromagnético.

- **Riesgo de ruidos**

Los sistemas BESS pueden producir emisiones acústicas continuadas o intermitentes asociadas principalmente a equipos auxiliares, tales como sistemas de refrigeración, ventiladores, inversores y transformadores, las cuales pueden incidir tanto en el entorno laboral como en las áreas colindantes al emplazamiento.

Con el objetivo de mitigar los riesgos derivados de la exposición a emisiones acústicas, se deberán establecer las siguientes medidas preventivas y correctivas:

Medidas de prevención:

- Seleccionar equipos con bajos niveles de emisión de ruido.
- Emplear barreras acústicas como paneles acústicos cerca de las fuentes de ruido.

Riesgo

- **Riesgo externo o ambiental:**

Se consideran riesgos externos aquellos cuyo origen no se encuentra en los propios equipos, procesos o configuraciones técnicas del sistema de almacenamiento, sino que derivan de condiciones ambientales, fenómenos naturales o circunstancias exógenas al emplazamiento que pueden afectar a la integridad, seguridad y operatividad de la instalación.

Dentro de esta categoría se incluyen, entre otros, los siguientes escenarios:

- Inundaciones, tanto por avenidas extraordinarias como por acumulación de aguas pluviales o elevación del nivel freático, que pudieran comprometer equipos electrónicos, cimentaciones o sistemas de evacuación.
- Sismicidad, entendida como la posible afección derivada de movimientos sísmicos que puedan generar solicitaciones estructurales, desplazamientos o daños en los sistemas de almacenamiento y sus anclajes.
- Incendio forestal o de vegetación colindante, con posible afección por radiación térmica, proyección de partículas incandescentes o propagación directa del fuego hacia la instalación.

La identificación y análisis de estos riesgos externos se ha realizado considerando la ubicación específica del emplazamiento y las características técnicas del sistema proyectado. Su evaluación ha contemplado tanto la probabilidad de ocurrencia como la severidad potencial de sus consecuencias sobre las personas, los equipos y el entorno.

Asimismo, estos riesgos han sido objeto de estudio detallado en el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, en el que se han definido medidas preventivas y correctoras orientadas a minimizar su incidencia. Dichas medidas incluyen, según el caso, la adecuada selección de la cota de implantación, sistemas de drenaje y evacuación de aguas, diseño estructural conforme a la normativa sísmica y de acciones del viento, sistemas de protección contra el rayo y sobretensiones, mantenimiento de franjas de seguridad frente a vegetación y otras disposiciones técnicas destinadas a garantizar un nivel de seguridad adecuado frente a condicionantes externos.

En consecuencia, el presente Estudio de Seguridad y Salud incorpora estos riesgos como factores condicionantes del proyecto, remitiéndose a las medidas ya definidas en el Estudio de Impacto Ambiental y asegurando su adecuada integración en la planificación preventiva y en las condiciones de ejecución de la obra.

- **Riesgo tecnológico interno:**

La instalación objeto del proyecto constituye una instalación de naturaleza electroquímica que integra equipos de elevada densidad energética, sistemas electrónicos de potencia y dispositivos de control y supervisión. Esta configuración implica la existencia de riesgos tecnológicos internos específicos, derivados del propio funcionamiento del sistema, de la interacción de sus componentes y de posibles modos de fallo inherentes a la tecnología empleada.

A diferencia de los riesgos generales de obra o de los riesgos externos asociados al emplazamiento, los riesgos tecnológicos internos tienen su origen en el comportamiento eléctrico, térmico y químico de las baterías y en los sistemas auxiliares necesarios para su operación segura.

Se consideran como principales riesgos tecnológicos internos los siguientes:

- Sobrecalentamiento de baterías.
- Fallos del sistema de refrigeración o climatización.
- Fugas térmicas (*thermal runaway)*.
- Incendios.
- Explosiones derivadas de acumulación de gases inflamables o sobrepresiones.
- Cortocircuitos eléctricos, tanto internos como externos.
- Fallos del sistema de gestión de baterías (BMS)

Estos escenarios pueden estar interrelacionados, de modo que un fallo inicial, por ejemplo, un defecto eléctrico o una deficiencia en la disipación térmica, puede evolucionar hacia situaciones de mayor gravedad, como la fuga térmica de una celda y su eventual propagación a módulos o racks adyacentes.

El presente estudio de Seguridad y Salud identifica y analiza estos riesgos específicos con el fin de establecer las medidas preventivas necesarias para minimizar su probabilidad de ocurrencia y limitar sus efectos en caso de materialización, garantizando un nivel adecuado de protección para los trabajadores y para la propia instalación.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en obras de construcción, así como el resto de normativa técnica y reglamentaria aplicable, se establecen las siguientes medidas preventivas orientadas a eliminar o reducir los riesgos tecnológicos internos asociados a la instalación.

Medidas frente a Sobrecalentamiento y fugas térmicas (*thermal runaway*).

- Integración de BMS con monitorización continua de tensión, corriente, temperatura y estado de carga por célula o módulo.
- Selección de equipos certificados conforme a las normas UNE/IEC aplicables.
- Separación física entre módulos y racks para limitar propagación y efecto dominó.
- Sistemas de ventilación y refrigeración.
- Sensores de temperatura distribuidos.
- Detección de gases de descomposición.
- Alarmas integradas en SCADA.
- Plan de emergencia específico ante fuga térmica.

Medidas frente a fallos del sistema de refrigeración.

- Alarmas por fallo de refrigeración.
- Mantenimiento preventivo documentado.
- Parada automática del sistema ante temperaturas críticas.
- Supervisión remota de temperatura ambiente.

Medidas frente a cortocircuitos eléctricos y riesgos eléctricos asociados.

- Protecciones magnetotérmicas y fusibles adecuados.
- Sistemas de desconexión automática.
- Seccionadores con bloqueo.
- Puesta a tierra equipotencial.
- Trabajos en tensión solo por personal autorizado.
- Señalización de riesgo eléctrico.

Epis específicos:

- Guantes dieléctricos certificados.
- Pantallas faciales contra arco eléctrico.
- Ropa ignifuga.
- Herramientas aisladas.

Medidas frente a incendios y explosiones:

- Puertas cortafuegos certificadas.
- Distancia de seguridad.
- Franjas perimetrales libres de vegetación.
- Sistemas de detección automática.
- Sistema de alarma conectado a central.
- Extintores específicos según la instalación.

Medidas frente a fallos del BMS:

- Ventilación funcional previa a puesta en servicio.
- Redundancia en comunicaciones.
- Supervisión remota permanente.

- **Riesgo antrópico**

Se considera riesgo antrópico aquellos derivados de actuaciones humanas, intencionadas o no, que pueden comprometer la seguridad, la integridad y correcto funcionamiento del sistema BESS. Estos riesgos tienen su origen en conductas, intervenciones o diferencias operativas que pueden incluir directa o indirectamente sobre la instalación.

La instalación se ubica en suelo urbano, en el término municipal de Alcorcón, lo que implica la coexistencia con otras actividades productivas, tránsito de vehículos industriales y presencia de personal ajeno a la instalación. En este contexto hace necesario considerar de forma expresa determinados escenarios de riesgo vinculados a la acción humana, entre los que se incluyen:

- Actos vandálicos o sabotaje: tales como accesos no autorizados, manipulación indebida de equipos, daños intencionados a cerramientos, cableados o sistemas de protección que puedan generar situaciones de riesgo eléctrico, incendio o indisponibilidad del sistema.
- Errores humanos en la operación: incluyendo maniobras incorrectas, intervenciones sin la debida consignación eléctrica, configuraciones inadecuadas del sistema o incumplimiento de los procedimientos establecidos.
- Deficiencias en fallos en el mantenimiento preventivo: Pueden derivar en degradación de componentes, pérdida de eficacia de sistemas de refrigeración, protección o detección, y en consecuencia incremento del riesgo de sobrecalentamiento, cortocircuito o incendio.

El presente estudio de Seguridad y Salud identifica y analiza estos riesgos específicos con el fin de establecer las medidas preventivas necesarias para minimizar su probabilidad de ocurrencia y limitar sus efectos en caso de materialización, garantizando un nivel adecuado de protección para los trabajadores y para la propia instalación.

Medidas preventivas:

Frente a vandalismo o sabotaje:

- Cerramiento perimetral resistente.
- Control de accesos con llave o sistema electrónico.
- Registro de accesos.
- CCTV con grabación.
- Iluminación perimetral.
- Sistema de anti-intrusión.
- Señalización de prohibición de acceso.
- Protección física de cableado y cuadros.
- Bolardos anti-impacto en zonas accesibles.

Frente a errores humanos en operación:

- Manuales técnicos accesibles.
- Formación específica en BESS.
- Autorización formal para operaciones críticas.
- Señalización clara de circuitos energizados.

Frente a fallos de mantenimiento preventivo:

- Plan de mantenimiento documentado.
- Registro de intervenciones.
- Checklist normalizados.
- Supervisión del estado de BMS.
- Trazabilidad documental.

7. Evaluación de Riesgos

Con el objetivo de garantizar un entorno de trabajo seguro, resulta imperativo el entendimiento previo de las amenazas potenciales que rodean la actividad del operario. Dicha comprensión permite que el proceso de evaluación de riesgos sea una herramienta efectiva y alineada con la realidad operativa del proyecto.

La evaluación de riesgos se ha realizado teniendo en cuenta la metodología de evaluación propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), basada en el método binario de evaluación de riesgos laborales, correspondiente al sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente.

El procedimiento seguido consta de las siguientes fases:

1º Identificar los factores de riesgo: Se identifican las fuentes, situaciones o condiciones de trabajo con capacidad potencial para causar daños a la seguridad y salud de los trabajadores.

2º Estimar los riesgos: Para cada peligro identificado se estima el nivel de riesgo, considerando la relación entre:

- La probabilidad de que el factor de riesgo se materialice y
- La magnitud de los daños, entendida como la gravedad de las consecuencias que podrían derivarse en caso de producirse el evento.

La valoración del riesgo se obtiene mediante el cruce de los niveles de probabilidad y consecuencias, según la matriz de evaluación que se expone a continuación. Los niveles de riesgo resultantes constituyen la base para la determinación de las acciones preventivas necesarias, ya sea para la eliminación del riesgo o, cuando ello no sea posible, para su adecuada reducción y control.

Criterios de interpretación:

Probabilidad

- Alta: el daño se producirá siempre o casi siempre.
- Media: el daño se producirá en algunas ocasiones.
- Baja: el daño se producirá raramente.

Consecuencia:

- Ligeramente dañina: daños superficiales, molestias leves, irritaciones.
- Dañina: quemaduras, fracturas menores, esguinces importantes, trastornos musculo-esqueléticos u otros daños de similar gravedad.
- Extremadamente dañina: amputaciones, fracturas graves, intoxicaciones severas, lesiones múltiples o lesiones con resultado mortal.

La estimación del nivel de riesgo se realizará conforme a la interpretación de la matriz de evaluación que se presenta a continuación.

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO (LD)	**DAÑINO (D)**	**EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED)**
PROBABILIDAD	**BAJA (B)**	TRIVIAL (T)	TOLERABLE (TO)	MODERADO (MO)
	MEDIA (M)	TOLERABLE (TO)	MODERADO (MO)	IMPORTANTE (I)
	ALTA (A)	MODERADO (MO)	IMPORTANTE (I)	INTOLERABLE (INT)

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (**T**)	No se requiere acción específica
Tolerable (**TO**)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (**M**)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (**I**)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (**IN**)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Señalización de la zona de trabajo**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel				X				No procede
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento				X				No procede
04.- Caídas de objetos en manipulación			X			X		Tolerable
05.- Caídas de objetos desprendidos			X				X	Trivial
06.- Pisadas sobre objetos			X			X		Tolerable

07.- Choque contra objetos inmóviles			X			X		Tolerable
08.- Choque contra objetos móviles				X				No procede
09.- Golpes por objetos y herramientas			X			X		Tolerable
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X			X		Tolerable
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X			X		Tolerable
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos				X				No procede
13.- Sobreesfuerzos		X				X		Moderado
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas		X				X		Moderado
15.- Contactos térmicos				X				No procede
16.- Exposición a contactos eléctricos				X				No procede
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas				X				No procede
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios		X				X		Moderado
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos			X			X		Tolerable
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos				X				No procede
27.- Enfermedad sistemática				X				No procede
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

sActividad:	**Movimiento de tierras**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel		X			X			Importante
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento		X					X	Tolerable
04.- Caídas de objetos en manipulación			X			X		Trivial
05.- Caídas de objetos desprendidos			X			X		Tolerable
06.- Pisadas sobre objetos		X				X		Moderado
07.- Choque contra objetos inmóviles		X				X		Moderado
08.- Choque contra objetos móviles			X			X		Tolerable
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		Moderado

10.- Proyección de fragmentos o partículas		X				X		Moderado
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X					X	Tolerable
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos		X			X			Importante
13.- Sobreesfuerzos		X				X		Moderado
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas	X					X		Importante
15.- Contactos térmicos			X				X	Trivial
16.- Exposición a contactos eléctricos			X				X	Tolerable
17.- Exposición a sustancias nocivas			X				X	Tolerable
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X				X	Tolerable
19.- Exposición a radiaciones			X				X	Tolerable
20.- Explosiones			X		X			Importante
21.- Incendios			X		X			Importante
22.- Accidentes causados por seres vivos			X				X	Tolerable
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			Importante
24.- E.P. producida por agentes químicos			X		X			Importante
25.- E.P. infecciosa o parasitaria			X		X			Importante
26.- E.P. producida por agentes físicos			X		X			Importante
27.- Enfermedad sistemática			X		X			Importante
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Cimentaciones**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel				X				No procede
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento		X				X		Moderado
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		Moderado
05.- Caídas de objetos desprendidos				X				No procede
06.- Pisadas sobre objetos				X				No procede
07.- Choque contra objetos inmóviles		X				X		Moderado
08.- Choque contra objetos móviles				X				No procede
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		Moderado
10.- Proyección de fragmentos o partículas		X				X		Moderado
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X				X		Moderado
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos		X				X		Moderado

13.- Sobreesfuerzos		X				X		Moderado
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas	X					X		Importante
15.- Contactos térmicos				X				No procede
16.- Exposición a contactos eléctricos		X				X		Moderado
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X				X	Tolerable
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones			X		X			Moderado
21.- Incendios			X		X			Moderado
22.- Accidentes causados por seres vivos			X				X	Trivial
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			Moderado
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos			X		X			Moderado
27.- Enfermedad sistemática								No procede
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Transporte de material**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X			X		Tolerable
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento				X				No procede
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		Moderado
05.- Caídas de objetos desprendidos				X				No procede
06.- Pisadas sobre objetos				X				No procede
07.- Choque contra objetos inmóviles		X				X		Moderado
08.- Choque contra objetos móviles		X				X		Moderado
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		Moderado
10.- Proyección de fragmentos o partículas				X				No procede
11.- Atrapamiento por o entre objetos				X				No procede
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos			X			X		Tolerable
13.- Sobreesfuerzos				X				No procede
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				No procede
15.- Contactos térmicos				X				No procede

16.- Exposición a contactos eléctricos		X				X		Moderado
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas				X				No procede
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios				X				No procede
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			Moderado
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos				X				No procede
27.- Enfermedad sistemática								No procede
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Ejecución de zanjas**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel		X				X		Moderado
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento		X				X		Moderado
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		Moderado
05.- Caídas de objetos desprendidos		X				X		Moderado
06.- Pisadas sobre objetos			X			X		Tolerable
07.- Choque contra objetos inmóviles		X				X		Moderado
08.- Choque contra objetos móviles				X				No procede
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		Moderado
10.- Proyección de fragmentos o partículas		X				X		Moderado
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X				X		Moderado
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos		X				X		Moderado
13.- Sobreesfuerzos		X				X		Moderado
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas	X					X		Importante
15.- Contactos térmicos				X				No procede
16.- Exposición a contactos eléctricos		X				X		Moderado
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas					X			No procede
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios				X				No procede
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			Moderado
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos				X				No procede
27.- Enfermedad sistemática								No procede
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Manipulación manual de cargas**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel		X				X		Moderado
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento				X				No procede
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		Moderado
05.- Caídas de objetos desprendidos				X				No procede
06.- Pisadas sobre objetos		X				X		Moderado
07.- Choque contra objetos inmóviles		X				X		Moderado
08.- Choque contra objetos móviles				X				No procede
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		Moderado
10.- Proyección de fragmentos o partículas				X				No procede
11.- Atrapamiento por o entre objetos				X				No procede
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos				X				No procede
13.- Sobreesfuerzos		X				X		Moderado
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas	X					X		Importante
15.- Contactos térmicos				X				No procede
16.- Exposición a contactos eléctricos				X				No procede
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas				X				No procede
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios				X				No procede
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos				X				No procede
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos				X				No procede
27.- Enfermedad sistemática								No procede
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Izado de cargas**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel				X				No procede
02.- Caídas de personas al mismo nivel				X				No procede
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento				X				No procede
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		Moderado
05.- Caídas de objetos desprendidos				X				No procede
06.- Pisadas sobre objetos				X				No procede
07.- Choque contra objetos inmóviles				X				No procede
08.- Choque contra objetos móviles				X				No procede
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		Moderado
10.- Proyección de fragmentos o partículas				X				No procede
11.- Atrapamiento por o entre objetos				X				No procede
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos				X				No procede
13.- Sobreesfuerzos		X				X		Moderado
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				No procede
15.- Contactos térmicos				X				No procede
16.- Exposición a contactos eléctricos				X				No procede
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas				X				No procede
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios				X				No procede
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos				X				No procede
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos				X				No procede
27.- Enfermedad sistemática								No procede
28.- Otros				X				No procede

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Trabajos próximos a elementos en tensión**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:	--	Fecha	19/01/2026
Sección:	--	Evaluación	Inicial

Riesgos	Probabilidad				Consecuencia			Evaluación
	A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X			X		Tolerable
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado

03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento				X				No procede
04.- Caídas de objetos en manipulación				X				No procede
05.- Caídas de objetos desprendidos				X				No procede
06.- Pisadas sobre objetos				X				No procede
07.- Choque contra objetos inmóviles				X				No procede
08.- Choque contra objetos móviles				X				No procede
09.- Golpes por objetos y herramientas				X				No procede
10.- Proyección de fragmentos o partículas				X				No procede
11.- Atrapamiento por o entre objetos				X				No procede
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos				X				No procede
13.- Sobreesfuerzos				X				No procede
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				No procede
15.- Contactos térmicos				X				No procede
16.- Exposición a contactos eléctricos		X			X			Importante
17.- Exposición a sustancias nocivas				X				No procede
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas				X				No procede
19.- Exposición a radiaciones				X				No procede
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios				X				No procede
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos				X				No procede
24.- E.P. producida por agentes químicos				X				No procede
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos				X				No procede
27.- Enfermedad sistemática								No procede
28.- Otros				X				No procede

A continuación, se presenta la matriz de evaluación de los riesgos específicos asociados a la instalación BESS objeto del proyecto. La evaluación abarca riesgos tecnológicos internos donde se incluyen sobrecalentamientos, fugas térmicas, fallos eléctricos y de BMS, ambientales y operativos donde se incluyen incendios, explosiones, emisiones de gases, vertidos, ruido y emisiones electromagnéticas, así como los factores antrópicos analizados en el punto 6.3.5.

El enfoque adoptado garantiza una planificación preventiva sistemática, priorizando los riesgos de mayor criticidad y permitiendo establecer un riesgo residual controlado.

Evaluación de Riesgos

Actividad:	**Riesgos específicos a la instalación**	Evaluación nº	1
Centro de trabajo:		Fecha	19/01/2026
Sección:		Evaluación	Inicial

Riesgos	**Escenario**	**Probabilidad**				**Consecuencia**			**Evaluación**
		A	M	B	N/P	ED	D	LD	G. Riesgo
Incendio	Fuga térmica		X			X			Importante
Incendio	Fallo eléctrico en instalación		X			X			Importante
Explosión	Acumulación de gases inflamables			X		X			Moderado

Explosión	Sobrepresión en contenedor			X		X			Moderado
Emisión de gases	Liberación de HF,CO, CO_2			X		X			Moderado
Vertidos	Derrame de aceite de transformadores, líquidos auxiliares			X			X		Tolerable
Emisión electromagnética	Interferencia			X				X	Trivial
Ruidos	Operación ventiladores, compresores HVAC, equipos auxiliares		X				X		Moderado
Tecnológico Interno	Fallos BMS, fallos de HVAC, fugas térmicas, sobrecalentamientos		X			X			Importante
Antrópico	Vandalismo, Sabotaje intencionado			X		X			Moderado
Error humano	Maniobras incorrectas, operación de módulos sin consignación, configuración incorrecta del BMS		X				X		Moderado
Fallos en mantenimiento preventivo	Mantenimiento deficiente de HVAC, sensores, BMS o sistemas de supresión		X				X		Moderado

8. MAQUINARIA Y EQUIPOS A EMPLEAR

Todas las máquinas a utilizar en la obra cumplirán con el Reglamento de Máquinas y las Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.C.) correspondientes, así como el marcado CE y el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante. Aquella máquina cuya fecha de comercialización o puesta en servicio inicial no requiera la aplicación del marcado CE deberá someterse a la puesta en conformidad conforme a lo establecido en el Real Decreto 1215/1997.

En cuanto a las herramientas, se dispondrá del folleto o manual de instrucciones original del fabricante. Durante el desarrollo de la obra, las máquinas averiadas que no puedan ser retiradas serán señalizadas mediante carteles de aviso con la leyenda "MÁQUINA AVERIADA, NO CONECTAR". Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas. Los ángulos sin visibilidad de la trayectoria de la carga para el personal especializado que la manipula serán suplidos mediante operarios adicionales que, utilizando señales preestablecidas, compensarán dicha limitación visual.

Todas las máquinas alimentadas mediante energía eléctrica estarán equipadas con toma de tierra, combinada con disyuntores diferenciales.

A continuación, se detalla los tipos de máquinas previstos para la ejecución del presente proyecto, junto con los riesgos previsibles asociados y las consideraciones específicas relativas a su prevención y protección.

8.1. Miniexcavadora y excavadora

Se empleará maquinaria tipo retroexcavadoras para la ejecución a lo largo de los trabajos de movimiento de tierras, excavación de cimentaciones superficiales (zapatas) y apertura para canalizaciones.

Riesgos más frecuentes:

- Riesgo de desprendimientos en vías de circulación, etc.
- Choques y atropellos por la circulación externa o interna de los distintos vehículos y máquinas.

- Caída de la pala por pendientes al aproximarse en exceso al talud.
- Generación de polvo o materias nocivas para la salud.
- Explosiones e incendios.
- Irrupción accidental de agua.
- Daños auditivos generados por el ruido de la distinta maquinaria.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Proyección de objetos.
- Los derivados de trabajos realizados en condiciones extremas meteorológicas.

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Gafas de seguridad anti-proyecciones.
- Casco de polietileno.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Ropa de trabajo para mal tiempo.
- Cinturón elástico anti-vibratorio (en ambientes expuestos a vibraciones).
- Botas de seguridad adecuada para cada momento.
- Mascarilla con filtro anti-polvo.
- Protectores auditivos.
- Guantes de goma o PVC

Medidas preventivas:

- La máquina se ejecutará según las condiciones del fabricante y manipulada por personal especializado.
- Se debe cuidar los caminos de circulación interna de la obra, para evitar embarramientos excesivos que dificulten la transición tanto peatonal como de maquinaria por toda la obra.
- No se admitirán máquinas que no porten la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad. Se prohíbe que el conductor abandone la máquina con el motor en funcionamiento.
- Prohibición de transportar personas en el interior de la pala.
- Antes de encender la máquina se debe de asegurar que no hay personal en las inmediaciones.
- Se debe verificar que la cabina esté en condiciones óptimas de limpieza y orden, sin restos de aceite, gras, barro y objetos en las inmediaciones de los mandos.

- Mover la máquina con la pala recogida y cuando se finalicen los trabajos se debe dejar la cuchara en el suelo.

8.2. Martillo rompedor hidráulico (M.R.H)

Equipo de trabajo auxiliar destinado a ser montado sobre el brazo de una máquina base. Compatible con excavadoras hidráulicas, miniexcavadoras y retrocargadoras, siendo su uso prioritario la demolición técnica y el arranque de materiales de gran dureza.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos.
- Exposición al ruido.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

Equipos de protección individual:

- Casco de protección.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección.
- Protecciones auditivas.

Medidas preventivas:

- Prohibición de presencia dentro del radio de actuación de la maquinaria.
- El operador de la maquinaria deberá usar obligatoriamente protecciones auditivas y visuales.
- Se debe respetar las normas establecidas en la obra en cuanto a circulación, señalización y estacionamiento.
- Se debe prestar atención al mantenimiento de los cables, en el caso de deterioro se cambiará por unos nuevos.

- Cuando el martillo esté en funcionamiento, la máquina debe estar parada y con los frenos acoplados, no debe realzar movimientos bruscos. No se dejará el vehículo en rampas pronunciadas o en las proximidades de zanjas.
- Cuando se circule en pendientes, la máquina deberá llevar una marcha puesta, nunca debe estar en punto muerto. Se debe disponer de señalización acústica y luminosa de marcha atrás.
- Se deberá comprobar el buen funcionamiento de los frenos cuando se circule por zonas anegadas.
- Se debe llevar a cabo un buen mantenimiento del motor por personal cualificado, previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendios por líquidos inflamables o quedar atrapado por manipulación de motores en marcha.
- El acopio del útil M.R.H debe ser estable y se depositará en el suelo, sobre el lado de mayor anchura para evitar vuelco inesperado del útil.

8.3. Camión basculante

Camión rígido o articulado diseñado para el transporte de cargas pesadas en obra. Dispone de tracción mecánica y una caja de carga que, mediante un mecanismo de elevación hidráulico, permite el vertido rápido del material transportado en el lugar de acopio o relleno.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel.
- Choque contra objetos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos
- Vuelco del vehículo.
- Atropellos.
- Quemaduras.
- Incendios.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de alta visibilidad.
- Guantes de protección.

Medidas de prevención:

- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes del inicio de tareas de carga y descarga del material, el camión debe tener activado el freno de mano y con calzos de inmovilización de las ruedas cuando existan rampas.
- Se prohíbe cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante. El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona.
- El conductor permanecerá fuera de la cabina durante el proceso de carga de material.
- En caso de disminución de la visibilidad o dificultad para maniobras de carga y descarga, se realizarán dirigidas por un trabajador que conozca el procedimiento de actuación.
- El camión deberá disponer de un extintor contra incendios.
- La entrada y salida a la obra se realizarán con precaución, con la ayuda de señales o personal dependiendo de la maniobra y visibilidad.
- Disponer de una lona en la caja de carga de material para evitar generación de polvo.

El conductor del camión deberá cumplir con la siguiente normativa de seguridad:

- Subir y bajar de la cabina del camión utilizando las escalerillas dispuestas para tal función.
- No utilizar el camión en situación de avería.
- En caso de calentamiento del motor, no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido puede causar quemaduras graves.
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- En posición de parada, no liberar los frenos de la máquina antes de instalar tacos de inmovilización de ruedas.
- No debe abandonar el vehículo con el motor en marcha.
- Uso del cinturón de seguridad.

8.4. Dumper

Maquinaria a motor utilizado para el transporte de material de excavación entre dos puntos distantes entre sí.

Riesgos más frecuentes:

- Vuelcos.
- Colisiones.
- Atropellos.

- Atrapamientos.
- Proyección de objetos.
- Caída a distinto nivel.
- Ruido.
- Polvo.
- Contacto eléctrico.

Los equipos de protección individual a utilizar:

- Calzado de seguridad antideslizante, con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo alta visibilidad.
- Casco cuando el conductor esté fuera de la cabina.
- Guantes de protección de cuero.
- Chaleco reflectante cuando el conductor esté fuera de la cabina.

Medidas preventivas:

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará si el motor está en buen funcionamiento.
- Prohibición de cargar el vehículo por encima de la carga máxima marcada por el fabricante.
- La subida y bajada del camión se hará de forma frontal, utilizando las dos manos.
- La carga se regará superficialmente para evitar polvaredas.
- Mantener unas condiciones higiénicas adecuadas en el interior de la cabina.
- 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.
- La marchará atrás dispondrá de un dispositivo de alerta acústico y automático. Y además se deberán tener retrovisores adecuados y en buen estado, para evitar colisiones y atropellos.
- El vehículo deberá poseer los dispositivos de señalización que marca el código de circulación.

8.5. Camión hormigonera

Se utilizará para el transporte de hormigón.

Riesgos más frecuentes:

- Atropello.

- Máquina en marcha fuera de control
- Choque o colisiones contra otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Vuelco por desplazamiento de carga.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas, al mismo o distinto nivel.
- Golpes o cortes por manejo de canaletas.
- Golpes o cortes por el cubilote de hormigón.
- Derivados por contacto con hormigón.
- Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o limpieza.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad cuando se esté fuera de la cabina.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad
- Guantes.
- Gafas contra proyecciones.

Normas de seguridad a cumplir por el conductor:

- Antes del inicio de los trabajos se debe comprobar el estado de la máquina.
- Evitar los caminos y puntos de vertido que puedan poner en peligro la estabilidad del camión.
- No realizar ajustes o reparaciones con el camión en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Al estar la cuba en funcionamiento se debe permanecer fuera de la zona de contacto.
- Ante una parada de emergencia en pendiente, además de accionar los frenos, se debe situar las ruedas delanteras o traseras contra talud.
- Se deberá revisar la eficacia de los frenos cuando se haya transitado por agua o barro.
- En caso de calentamiento del motor, no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, puede causar quemaduras graves.
- No fumar cuando se manipule la batería y tampoco cuando se abastezca de combustible.
- Prohibición de abandonar el vehículo cuando esté en marcha.

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.
- El personal encargado de la conducción de la maquinaria será especialista en el manejo de la misma.
- La rampa de acceso a los trabajos no superará el 20%.
- La limpieza de la cuba y canaletas se realizará en los lugares previstos para dicho fin.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones hormigoneras sobrepasen la línea de seguridad, a 2 metros del borde.
- Se informará de cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina al jefe más inmediato.
- Antes del inicio de la marcha, el conductor deberá asegurarse que la zona de trabajo está despejada.
- Los trabajadores no deberán permanecer en el radio de acción del camión hormigonera, excepto cuando ya esté descargando la carga y no se vaya a desplazar.
- El camión deberá de portar un extintor contraincendios conforme a la normativa vigente de aplicación.
- Se circulará siempre a una velocidad moderada, respetando la señalización existente.

8.6. Hormigonera eléctrica

Equipo electromecánico destinado a la elaboración de morteros y hormigones mediante la mezcla homogénea de áridos, aglomerantes y agua. Consta de una cuba giratoria accionada por un motor eléctrico, sistema de volcado manual o asistido, y una estructura robusta con protección de corona y piñón para garantizar la seguridad operativa durante el proceso de amasado.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Ruido.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad.
- Ropa impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.

Medidas preventivas:

- Para evitar riesgos de caída a distinto nivel se situará la hormigonera a no más de 3 metros del borde de la excavación.
- La hormigonera deberá ubicarse fuera de las zonas de barrido de la grúa. No se permite su posicionamiento en sectores donde exista riesgo de caída de objetos o vertidos accidentales procedentes de maniobras de izado.
- La zona donde se ubique la hormigonera deberá quedar balizada mediante una cuerda de banderola, incluyendo un rótulo de "PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS" para evitar accidentes por impericia.
- Las hormigoneras deberán disponer de protecciones mecánicas integrales en sus componentes de transmisión. La cobertura metálica de engranajes y sistemas de poleas es obligatoria para garantizar la integridad del operario frente a riesgos de atrapamiento.
- Las hormigoneras estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- Las partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- Las tareas de limpieza directa-manual se realizará previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera.
- Las tareas de mantenimiento serán realizas por personal especializado para tal fin.
- El traslado de la hormigonera mediante medios de elevación se realizará exclusivamente empleando un balancín distribuidor de carga. Este dispositivo garantizará la suspensión del equipo desde sus cuatro puntos de anclaje designados, asegurando estabilidad y evitando tensiones estructurales durante el izado.
- Se prohíbe la permanencia de personas innecesarias en la zona de trabajo de la máquina.
- Previo a su funcionamiento, se debe inspeccionar que la máquina se encuentra en unas condiciones óptimas.
- El operador de la máquina debe verificar que la ubicación de la máquina es en terreno estable sin desniveles. Si fuera necesario, se calzará la máquina para asegurar su estabilidad.

- En el área de trabajo de la máquina se instalará la correcta señalización, en la que se prohíba expresamente el acceso a toda persona ajena a las operaciones.
- El operador de la máquina debe controlar el área de trabajo.

8.7. Vibrador

Equipo de trabajo que se utiliza para homogeneizar el hormigón vertido para realizar estructuras de hormigón.

Riesgos más frecuentes:

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos. Posturas inadecuadas.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Riesgo de daños a la salud de la exposición a agentes físicos.
- Caídas a distinto nivel durante su manejo.
- Golpes.
- Ruidos.
- Pisada sobre objetos.
- Caídas al mismo nivel.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo apropiada.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad contra proyecciones.
- Guantes contra agresiones mecánicas y vibraciones.
- Muñequeras contra las vibraciones.

Medidas preventivas:

- Utilizar vibradores de hormigón con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.
- Obligatoriedad de formación específica para la utilización de este equipo.

- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada, sin derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Comprobación periódica del correcto funcionamiento de la toma de tierra.
- Comprobación de que la aguja no se enganche con las armaduras.
- Se debe evitar o minimizar las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante la realización de la actividad.
- Realización del vibrado en una posición estable desde la plataforma de trabajo.
- No se debe realizar la actividad en situaciones ambientales extremas de viento fuerte y lluvia.
- Realizar la conexión eléctrica mediante una manguera antihumedad.
- Prohibición de abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Cuando el equipo no esté en funcionamiento se debe desconectar de la red eléctrica.
- Se debe realizar mantenimiento periódico del equipo.

8.8. Camión grúa

Camión dotado de una grúa auxiliar de carga, diseñado para la manipulación de cargas suspendidas mediante gacho u otros accesorios de aprehensión. El equipo cuenta con un puesto de mando y un sistema de estabilizadores laterales que deben desplegarse obligatoriamente para evitar el vuelco durante la operación de la pluma.

Riesgos más frecuentes:

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos por manipulación.
- Choques contra objetos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos.
- Quemaduras.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Ropa de alta visibilidad.
- Guantes de protección.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La grúa estará en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación. No utilizar en caso de avería o fallo en algún dispositivo de seguridad.
- Se debe comprobar que los accesorios de la grúa lleven el marcado CE.
- Antes de su funcionamiento diario, el operador gruista deberá verificar los siguientes puntos:
    - Comprobar el funcionamiento de los frenos.
    - Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
    - Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
    - Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
    - Comprobar los lastres y contrapesos.
    - Comprobar la tensión de los cables cuando esté arriostrada.

  Una vez por semana se deberá hacer las siguientes revisiones:

    - Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
    - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductores y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
    - Comprobar el estado de eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.
- Inspección del terreno alrededor de la grúa y retirar obstáculos.
- El entorno de la grúa debe estar iluminado adecuadamente.
- Antes de su manejo se debe inspeccionar la carga.
- Acondicionar los materiales y el entorno para las operaciones de estrobado y recepción de cargas. Verificación de los puntos de enganche, equilibrado de la masa y la preparación de la zona de descarga para asegurar un apoyo seguro y estable.
- Fijación de las cargas antes de su izada.
- La grúa debe estar en condiciones adecuadas de mantenimiento y conservación.

- En zonas con fuertes desniveles se deberá determinar el área de trabajo de la grúa mediante protecciones perimetrales.
- Prohibición de gatear o trepar a la pluma de la grúa.
- Las maniobras deberán ser dirigidas por un operador especialista con conocimiento del procedimiento operacional.
- El acceso y salida de la cabina, así como el alcance a las plataformas del sistema hidráulico, se realizarán obligatoriamente a través de los sistemas de acceso fijos (escaleras y peldaños) integrados por el fabricante.
- La grúa deberá disponer de un extintor contra incendios.
- Se prohíbe la presencia de personal no necesario en las inmediaciones del área de trabajo de la grúa.
- Se debe respetar siempre las indicaciones, rótulos y señales adheridas a la máquina, las cuales deberán estar en buen estado.
- Prohibición de dejar las cargas suspendidas u otros objetos en ausencia del gruista.
- En condiciones ambientales extremas de viento y lluvia se prohíbe realizar tareas de izado.
- Prohibición de emplear los equipos de elevación para el arranque o arrastre de elementos fijos en el terreno, así como cualquier maniobra ajena a la manipulación vertical de cargas.
- Se prohíbe la ejecución de tiros oblicuos o esfuerzos laterales, ya que el componente de fuerza horizontal compromete la estabilidad del vehículo y puede provocar vuelvo de la unidad o daños estructurales en el sistema hidráulico del brazo.
- No ubicar la máquina en terrenos inseguros o propensos a hundimientos.
- Después de utilizar estrobos, eslingas, cadenas, pinzas, etc. Se debe comprobar su estado para detectar posibles deterioros.
- Las rampas de acceso no superaran inclinaciones del 12%.
- El operador gruista será responsable del amarre, elevación, distribución, posado y desatado correcto de las cargas.
- Se debe evitar la formación de ángulos de apertura excesivos entre los ramales de las eslingas, dado que la tensión efectiva en cada ramal se incrementa de forma exponencial en función del ángulo de trabajo.
- Durante las maniobras de izado, los ángulos entre ramales deberán mantenerse dentro de los límites de seguridad para prevenir la sobrecarga mecánica de los accesorios.
- En el caso de contacto accidental con líneas eléctricas en tensión, el operador deberá permanecer en el interior de la cabina y solicitar asistencia externa mediante señales acústicas. No se debe abandonar el equipo, incluso tras el aparente cese del contacto, debido al riesgo de electrocución por diferencia de potencial. Se prohíbe el acercamiento de terceros.

- Se deberá elevar y descender las cargas de manera progresiva comenzando y terminando las maniobras con la velocidad más lenta.
- Debe evitarse el contacto del bloque del gancho con el firme para impedir la pérdida de tensión en el cable de acero. Un destensado accidental puede derivar en el salto del cable fuera de las gargantas de las poleas o en un solapamiento irregular durante el bobinado en el tambor del cabrestante, comprometiendo la vida útil del elemento y la seguridad de la maniobra.
- Se debe conocer y respetar las limitaciones de la carga.
- Prohibición de utilizar la grúa como transporte de personal, elevar cargas superiores a la especificadas por el fabricante, trabajar con accesorios no adecuados y trabajar con vientos superiores a los definidos por el fabricante.
- Las cargas se amarrarán en función de sus características:
    - Tubos: Se apilan 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 y se elevarán con pinzas portapalets.
    - Para cargas alargadas o viguetas se debe usar horquillas metálicas.
    - Dirigir cargas: En caso necesario, se ata una cuerda para luego guiarla. La persona que guía debe estar 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 deben estar perfectamente niveladas, podría provocar su volteo incontrolado.
    - Las cargas alargadas se deben sujetas con eslingas dobles para evitar su deslizamiento.

<u>El operador de la grúa debe cumplir la siguiente normativa de seguridad:</u>

- Prohibición de situarse en zonas donde haya riesgo de caída en altura sin protección colectiva y adecuada.
- No se debe realizar ajustes con la grúa en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Prohibición de trabajar con la grúa en situación de avería.
- El operador debe usar guantes resistentes a los cortes.
- No se debe utilizar la fuerza muscular para equilibrar o guiar cargas.
- Prohibición de permanecer bajo la vertical de las cargas o izado.

- Debe inspeccionar el estado de los cables, ganchos, y demás accesorios. En el caso de que estén deteriorados se deben de sustituir.
- Debe respetar los límites de carga indicados por el fabricante.
- Debe comprobar la existencia de líneas eléctricas aéreas.
- Debe comprobar las distancias mínimas entre la línea en el extremo de la pluma y o su máxima posición de trabajo.
- En el supuesto de contacto accidental con línea eléctrica, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea eléctrica sea puesta fuera de servicio.
- En el supuesto de calentamiento de motor no se debe abrir la directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, puede provocar graves quemaduras.
- Se debe evitar el contacto directo con líquido anticorrosivo, se debe utilizar guantes protectores y gafas anti-proyecciones.
- No se debe fumar cuando se manipule la batería y cuando se esté repostando el combustible.
- Antes de manipular el sistema eléctrico de la grúa previamente debe desconectar el motor y extraer la llave de contacto completamente.
- Debe vigilar la presión de los neumáticos y operar con el inflado recomendado por el fabricante de la grúa.
- Prohibición de abandonar la grúa con el motor en marcha.
- La grúa debe disponer de luces.
- El operador utilizará el cinturón de seguridad.

8.9. Mini barredora

Vehículo compactado autopropulsado para la limpieza de viales y trabajos de obra.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Golpes con objetos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos.
- Ruido.

- Vibraciones.
- Incendio.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de alta visibilidad.
- Protecciones auditivas.
- Guantes de protección.
- Cinturón elástico antivibratorio.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Utilizar los elementos previstos para el acceso a la cabina.
- Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en marcha.
- Se debe evitar girar o elevar de forma brusca la máquina.
- Los operarios deben estar fuera de la zona de trabajo de la máquina.
- La máquina debe disponer de una señal acústica y luminosa para la marcha atrás.
- Se debe almacenar en un lugar seguro y seco cualquier elemento para limpiar el aceite.
- Se debe utilizar la barredora en las condiciones indicadas por el fabricante.
- El operador debe inspeccionar que los dispositivos de la barredora responden correctamente y están en un adecuado estado.
- El operador debe inspeccionar que la cabina esté limpia y ordenada.
- El operador verificará que los rótulos de información se encuentran legibles.
- La máquina debe disponer de un extintor contra incendios.
- Se prohíbe la presencia de personal en el área de trabajo de la máquina.
- No se debe subir ni bajar con la máquina en movimiento.
- El operador debe utilizar siempre un sistema de retención cuando la máquina esté en funcionamiento.
- En el caso de condiciones de disminución de visibilidad o cuando las condiciones meteorológicas sean adversas, no se debe operar con la máquina.
- En el caso de que se trabaje en espacios reducidos, se debe verificar que la ventilación es

adecuada y suficiente.

- No se debe utilizar accesorios con dimensiones mayores a las que permite el fabricante.
- Cuando se trabaje en pendientes no se debe realizar movimientos bruscos que comprometan la estabilidad del vehículo. Se debe trabajar en sentido longitudinal.
- Se debe mantener la puerta y las ventanas cerradas para disminuir los niveles de ruido y proyección de partículas cuando se realizando las actividades.
- Se prohíbe cargar la máquina por encima del límite indicado por el fabricante.
- En el caso de que las zonas de trabajo estén polvorientas se debe de regar para mejorar su visibilidad.
- Las tareas de mantenimiento deben ser realizadas por un técnico competente.
- Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en funcionamiento.
- Se debe cuidar los caminos de circulación interna para evitar embarramientos excesivos que pongan en peligro la circulación de la maquinaria.
- Se circulará a una velocidad baja y prudente por el interior de la obra.
- Se prohíbe el abandono del puesto de mando mientras el implemento de barrido se encuentre en posición de izado. El accesorio debe reposar completamente en el suelo.
- No se permite el acceso a la máquina a personas no autorizadas.
- No se debe operar con la máquina en el caso de avería.
- Se debe vigilar que la presión de los neumáticos sea la recomendada por el fabricante de la máquina.

8.10. Camión bituminador

Vehículo especializado para la distribución de ligantes asfálticos.

Riesgos más frecuentes:

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Atropellos.
- Vuelco por desplazamiento de carga.
- Incendios.
- Quemaduras.
- Golpes contra objetos móviles.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad y reflectante.
- Guantes de seguridad.
- Gafas anti-proyecciones.
- Mascarillas cuando exista riesgo de inhalación de vapores derivados de emulsiones asfálticas.
- Faja contra sobreesfuerzos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Tanto el personal de obra como las unidades de maquinaria deberán permanecer estrictamente dentro del perímetro acotado y señalizado de los trabajos. En el caso de encontrarse fuera del área de operaciones, deberán situarse en las zonas de tránsito peatonal colindantes.

Durante las operaciones de calentamiento y riego:

- Los camiones dedicados al riesgo asfáltico deberán contar con un programa de mantenimiento preventivo que garantice su óptimo estado operativo.
- El encendido de los sistemas de combustión se realizará exclusivamente mediante el uso de un dispositivo de ignición, evitando la exposición directa del operario.
- El acceso a la parte superior de la cuba se efectuará a través de las escalas metálicas normalizadas integradas en el equipo. Prohibiéndose el uso de medios de fortuna.
- Las maniobras deben ser realizadas por un operario con conocimiento del protocolo operativo.
- Prohibición de gatear o trepar a la cuba de los camiones.
- El camión deberá disponer de un extintor contra incendios.

El conductor debe cumplir la siguiente normativa de seguridad:

- El ascenso y descenso de la cabina o de la caja de carga se realizará exclusivamente a través de los peldaños y escaleras de servicio integrados en el vehículo.
- Prohibido operar con la máquina en caso de avería.
- En el caso de que el motor llegue a calentarse, no abrir la tapa del radiador. El vapor desprendido puede provocar quemaduras.
- Prohibido el contacto directo con el líquido anticorrosivo.

- Prohibido fumar cuando se manipule la batería y se proceda con el abastecimiento de combustible.
- En el caso de manipular el sistema eléctrico se debe desconectar el motor y extraer la llave del contacto totalmente.
- Prohibido cambiar el aceite cuando el motor esté caliente.
- Se debe vigilar que la presión de los neumáticos sean las recomendadas por el fabricante.
- Se prohíbe la desactivación de los sistemas de frenado con la máquina estacionada sin haber procedido previamente al calzado de las ruedas. Obligatoriedad del uso de tacos de inmovilización para asegurar la estabilidad mecánica del vehículo.
- Se prohíbe que los operadores abandonen la maquinaria con el motor en marcha.
- El personal que se encuentre en las inmediaciones del área de trabajo de la grúa debe llevar ropa de alta visibilidad para evitar atropellos y atrapamientos.
- El operador de la grúa debe llevar siempre cinturón de seguridad cuando esté circulando.
- El operador debe prestar atención ante la presencia de líneas eléctricas aéreas.

8.11. Extendedora de aglomerado asfáltico

Máquina autopropulsada de alto rendimiento diseñada para la distribución y precompactación de mezclas bituminosas.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Golpes con objetos móviles.
- Caída de objetos en manipulación.
- Proyección de partículas.
- Atropellos.
- Vuelco de la máquina.
- Inhalación de vapores de betún asfáltico.
- Quemaduras.
- Irritación ocular y dermatológica derivadas de la exposición de vapores y aerosoles emitidos durante el tratamiento del asfalto.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos.
- Vibraciones.

Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de alta visibilidad.
- Guantes de protección.
- Mascarillas de protección.
- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Tanto el personal de obra como las unidades de maquinaria deberán permanecer estrictamente dentro del perímetro acotado y señalizado de los trabajos. En el caso de encontrarse fuera del área de operaciones, deberán situarse en las zonas de tránsito peatonal colindantes.
- La operación de la maquinaria queda restringida exclusivamente a operadores legalmente capacitados. Todo el personal asignado a la condición de estos equipos deberá acreditar su competencia técnica mediante la documentación profesional habilitante.
- El manejo de la unidad se ajustará rigurosamente a las especificaciones técnicas y operativas contenidas en el manual de instrucciones del fabricante, cuyo contenido debe ser conocido obligatorio por parte del operador.
- El equipo se someterá a las revisiones periódicas necesarias.
- Prohibido la presencia de personal ajeno a la operación sobre la maquinaria en movimiento, limitando la ocupación exclusivamente al operador para mitigar el riesgo de caídas a distinto nivel.
- No debe haber personal delante del avance de la maquinaria.
- Durante la ejecución de firmes, se restringirá estrictamente el acceso de personal de pie al radio de acción y maniobra de la maquinaría.
- La maniobra de aproximación y descarga de mezcla bituminosa en la tolva serán coordinadas por un operario cualificado, mitigando los riesgos de una ejecución técnica deficiente.
- Durante el suministro el personal auxiliar deberá situarse en zonas de resguardo seguras (márgenes o zonas exteriores a los trabajos) manteniéndose siempre por delante de la maquinaria para evitar atropellos.
- Los salientes y bordes laterales de la extendedora contarán con señalización de peligro mediante bandas reflectantes negras y amarillas, identificando visualmente los puntos con riesgo de atrapamiento mecánico.

- Las plataformas de trabajo y seguimiento contarán con sistemas de protección colectiva consistentes en barandillas tubulares de seguridad (pasamos a 90 cm, listón intermedio y rodapié de 15 cm), diseñadas de forma desmontable para facilitar el mantenimiento.
- Se prohíbe estrictamente el acceso de personas a la regla vibrante durante la fase de ejecución para evitar riesgos mecánicos.
- Se restringirá el transporte de materiales o herramientas sueltas sobre la estructura de la máquina para prevenir su caída accidental o interferencia con los mandos de control.
- Se debe verificar la ausencia de personas cerca de la máquina antes de su funcionamiento.
- Se prohíbe subir y bajar de la máquina cuando esté en funcionamiento.
- La máquina debe disponer de rótulos informativos sobre peligro de sustancias calientes (peligro, fuego) y no tocar, altas temperaturas.
- Toda maquinaria de pavimentación y compactación contará obligatoriamente con avisadores acústicos y ópticos de marcha atrás para alertar de sus movimientos.
- Se garantizará que las zonas de acceso a los equipos y las pasarelas de tránsito permanezcan despejadas, eliminando cualquier obstáculo que comprometa la movilidad o la evacuación segura.
- Se prohíbe el empleo de hidrocarburos o disolventes volátiles con bajo punto de inflamación para la higienización.
- Se establece una distancia de seguridad operativa mínima de 8 metros entre las unidades de compactación y la extendedora para prevenir alcances y atropellos.
- En caso de intervenciones en espacios confinados o estructuras cerradas se implementará un sistema de ventilación forzada que garantice la renovación del aire y la evacuación de humos asfálticos.
- Los trabajadores no podrán alterar los equipos de protección individual, las prendas deben permanecer correctamente abrochadas para garantizar cobertura dérmica frente a quemaduras por contacto térmico. El personal debe conocer el radio de acción de los componentes móviles (reglas extensibles y tolvas basculantes).
- Cada unidad deberá contar con extintores contra incendios (polvo químico o CO2) y señalización de advertencia sobre superficies calientes.
- Durante la descarga, se supervisará la estabilidad de las cajas de los camiones en zonas con peralte, se verificará la distancia de seguridad con tendidos eléctricos aéreos.
- Se establecerán protocolos de hidratación y régimen de descanso para prevenir estrés térmico.

8.12. Rodillo vibrante autopropulsado

Equipo de trabajo pesado destinado a la densificación de materiales mediante la aplicación de carga estática y energía dinámica.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Vuelco.
- Atrapamientos.
- Vibraciones.
- Incendio.
- Ruido.
- Quemaduras.
- Proyecciones de partículas.
- Los derivados de trabajo continuado y monótono.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante y ropa de alta visibilidad.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Tanto el personal como las unidades mecánicas deben permanecer dentro del perímetro acotado y señalizado de la obra.
- La manipulación de los equipos queda restringida a operadores especializados y autorizados que acrediten la destreza necesaria para mitigar riesgos por impericia.
- Es obligatorio que el conductor conozca y aplique rigurosamente el manual de instrucciones del fabricante.
- Al inicio de cada jornada, se realizará un test de operatividad mediante maniobra a baja velocidad para verificar la respuesta de los órganos de mando.
- La maquinaria contará con estructuras de protección ROPS/FOPS (antivuelco y anti-impactos), así como sistemas de iluminación para señalizar el sentido de la marcha.
- Con el fin de prevenir caídas al mismo o distinto nivel, los estribos, plataformas y asideros se mantendrán libres de lodos, aceites u otros residuos. El acceso al equipo se realizará exclusivamente por los puntos de entrada normalizados integrados en el chasis.
- Se garantizará la perfecta visibilidad de la cartelería de seguridad y advertencia adherida al equipo.

- En condiciones de operación normal, queda prohibido el uso del inversor de marcha como sistema de frenado. No obstante, ante un fallo crítico de los frenos de servicio, se procederá a la inversión rápida del sentido de giro como protocolo de parada de emergencia.
- El descenso de pendientes se ejecutará a una velocidad equivalente a la de ascenso, utilizando en todo momento la retención del freno motor. Se debe evitar el uso continuado de los frenos de servicio para prevenir el desvanecimiento térmico (fading) y garantizar el control total de la inercia del equipo.
- Queda estrictamente prohibido abandonar el puesto de mando con el motor en funcionamiento.
- Se prohíbe fumar o realizar actividades que generen chispas durante el repostaje de combustible.
- o se autoriza el transporte de personas sobre el bastidor o plataforma del rodillo, limitando la ocupación exclusivamente al operador.
- Se restringirá la presencia de personal de a pie en el área de influencia de los rodillos vibrantes para evitar atropellos por visibilidad reducida.
- Las tareas de mantenimiento se realizarán bajo el protocolo de bloqueo y etiquetado: motor apagado, llave de contacto retirada, freno de estacionamiento accionado y máquina calzada mecánicamente.
- Se prohíbe el almacenamiento de sustancias inflamables, combustibles o trapos impregnados en aceites sobre la estructura de la maquinaria para mitigar el riesgo de incendio por contacto térmico.
- Durante la manipulación de baterías o líquidos anticorrosivos, es obligatorio el uso de Equipos de Protección Individual (EPI) específicos, incluyendo guantes de resistencia química y gafas de protección contra proyecciones o salpicaduras.
- Las intervenciones técnicas (como el cambio de fluidos hidráulicos) se realizarán con el motor en frío para evitar quemaduras por presión.

Normas de seguridad a aplicar por el operador:

- Es requisito indispensable que el operador posea un conocimiento exhaustivo de los controles y capacidades de la máquina antes de su puesta en servicio.
- Al inicio de cada jornada, el operador debe realizar una prueba de respuesta funcional de los sistemas de frenado y dirección para verificar su correcta eficacia operativa.
- Extremará la vigilancia durante los desplazamientos en terrenos con pendiente o irregularidades para mitigar el riesgo de vuelco.
- En operaciones próximas a coronaciones de talud o terraplenes, se mantendrá una distancia de seguridad prudencial, asegurando siempre la estabilidad del terreno bajo el radio de rodadura.
- Antes de iniciar cualquier maniobra, el operador debe confirmar que el radio de acción se encuentra libre de obstáculos y personal de a pie.

- El estacionamiento del equipo se realizará preferentemente en superficies horizontales y niveladas, activando obligatoriamente el freno de estacionamiento.
- Se prohíbe realizar ajustes, lubricación o reparaciones con el motor en funcionamiento o el equipo en movimiento.
- Al finalizar el turno, es preceptivo desconectar el interruptor general de batería (cortacorrientes) y retirar la llave de contacto para evitar usos no autorizados.
- No se procederá a la liberación de los frenos de estacionamiento sin haber instalado previamente los calzos o tacos de inmovilización en los rodillos o neumáticos.

9. HERRAMIENTAS MANUALES

9.1. Martillos de bola

Medidas preventivas:

- Deben contar con un mango apropiado para el tipo de cabeza empleada, firmemente asegurado mediante una cuña. La cuña deberá ser de acero o de fundición y garantizará la presión de la madera contra las superficies laterales del orificio de fijación; si se coloca de forma oblicua, el ajuste se producirá tanto en los lados mayores como en los menores de dicho orificio.
- Si la madera del mango no apoya correctamente en todos los puntos del ojo de la cabeza, se deberá cepillar el mango hasta lograr un ajuste adecuado. A continuación, se volverá a montar el mango en la herramienta, comprobando el correcto centrado de la cabeza, y se colocará nuevamente la cuña.
- El mango deberá presentar una superficie lisa, estar libre de aceites u otras sustancias deslizantes, y estar diseñado de forma ergonómica para adaptarse correctamente a la mano del usuario, contando además con el tamaño y la longitud adecuados para su uso previsto.
- La correcta selección del martillo es fundamental para garantizar la seguridad en los trabajos. Un martillo excesivamente ligero resulta tan inseguro como uno demasiado pesado. Asimismo, queda prohibido el uso de martillos de acero sobre superficies de acero templado, cementado o cianurado.
- Los golpes deberán realizarse siempre con la cara de la herramienta, sujetando el martillo con la inclinación adecuada de modo que, en el momento del impacto, su cara quede paralela a la superficie de la pieza golpeada. De este modo se asegura una correcta distribución de la fuerza del impacto sobre toda la cara del martillo y se evitan daños en los bordes.

9.2. Martillos de uña

Medidas preventivas:

- Estas herramientas están específicamente diseñadas para clavar y extraer clavo.
- Se debe evitar utilizar las esquinas de las uñas como palanca, ya que esto puede provocar que se desprendan o se rompan.

- Las bocas deben mantenerse en óptimas condiciones en todo momento para minimizar el riesgo de que los clavos salten durante su inserción en la madera; en ocasiones, se recomienda emplear un martillo con cabeza estriada para mejorar el agarre.

9.3. Martillos especiales

Medidas preventivas:

- En entornos con riesgo de inflamabilidad, ya sea por la presencia de líquidos altamente volátiles, gases u otras sustancias explosivas, es recomendable emplear martillos "antichispas" cuyas cabezas estén fabricadas con aleaciones resistentes a la oxidación, como el bronce de berilio. También son adecuados los martillos de madera o plástico.
- Estas herramientas disminuyen el riesgo de generación de chispas, aunque no lo eliminan completamente.
- Es fundamental inspeccionar las herramientas antes de cada uso para garantizar que no hayan acumulado partículas extrañas que puedan provocar chispas durante su manipulación.

9.4. Cinceles

Medidas preventivas:

- Las condiciones de trabajo exigen que el material sea lo suficientemente tenaz para resistir sin deformarse, así como lo bastante grueso para evitar que se curve o alabe al ser golpeado.
- El afilado y rectificado deben realizarse en un ángulo de 60°, redondeando ligeramente las esquinas de los filos de corte para mejorar su durabilidad y seguridad.
- Es fundamental seleccionar siempre una herramienta de tamaño adecuado al trabajo a realizar, utilizando un martillo acorde a sus dimensiones.
- El cincel debe sujetarse con el pulgar y el índice de la mano izquierda cerca del extremo superior, de forma firme, pero sin apretar en exceso, manteniendo la herramienta en posición vertical para que una gran parte biselada del filo esté en contacto plano con la superficie de corte.
- El trabajo debe realizarse siempre en dirección opuesta al cuerpo del operario, asegurando las piezas pequeñas mediante prensa de tornillo para evitar movimientos inesperados.
- El cincel debe mantenerse bien afilado para un corte efectivo, afilándose o rectificándose con muela de esmeril, respetando el ángulo original del filo

9.5. Destornilladores

- No debe emplearse el destornillador como punzón, cuña o palanca, ya que un mango roto, una hoja doblada o una punta roma o deformada pueden provocar que la herramienta se deslice fuera de la ranura, causando posibles lesiones en la mano.
- Cuando los tornillos presenten ranuras especiales, como en cruz o en estrella, se deberán utilizar destornilladores específicos para dichos tipos.

- Es necesario seleccionar el tamaño y tipo de destornillador adecuado para la tarea a realizar, ajustando la punta mediante limado para que encaje correctamente en la ranura del tornillo.
- Amoldar correctamente los costados de la hoja de manera que queden prácticamente paralelos.
- No se debe atornillar ni destornillar un tornillo mientras se sostiene la pieza con la palma de la mano, ya que en caso de resbalamiento del destornillador podría ocasionarse una lesión grave. La pieza debe apoyarse siempre sobre una base sólida.
- No se deben forzar los tornillos excesivamente apretados utilizando alicates o tenazas.
- Es recomendable lubricar los tornillos para facilitar su manipulación.

9.6. Alicates

Medidas preventivas:

- Los alicates están diseñados específicamente para tareas de agarre y corte, por lo que no deben emplearse como sustitutos de llaves, ya que sus mordazas tienden a deslizarse, causando marcas en los vástagos y redondeando las esquinas de las cabezas de pernos y tuercas, lo que dificulta su posterior manipulación con una llave.
- En el caso de los alicates de corte lateral, existe riesgo de lesiones al cortar extremos pequeños de alambre, por lo que es imprescindible el uso de gafas de seguridad.
- Es fundamental mantener las mandíbulas limpias y bien afiladas, ya que una mala condición de corte puede provocar deslizamientos.
- Los alicates no deben utilizarse como martillo ni para apretar o aflojar tuercas.
- Cuando se empleen alicates en trabajos eléctricos, los mangos deben estar debidamente aislados para garantizar la seguridad del usuario.

9.7. Tenazas

Medidas preventivas:

- Las mordazas de corte deberán tener la dureza indicada por el fabricante, acorde con el tipo de material que se pretende cortar.
- Los extremos de las empuñaduras deberán estar siempre redondeados para garantizar un manejo seguro.
- No se debe utilizar esta herramienta cerca de circuitos eléctricos bajo tensión.
- Las tenazas convencionales deberán emplearse únicamente para arrancar clavos y cortar alambres o piezas metálicas de sección y resistencia moderadas.
- Debe existir un espacio adecuado entre los brazos de las tenazas para evitar que la mano del operario quede atrapada.
- No se deben emplear como martillo, ya que la superficie de choque convexa puede causar lesiones en las manos.

9.8. Llaves de boca

Medidas preventivas:

- Se deben emplear únicamente llaves fijas que sean del tamaño adecuado para el trabajo a realizar, ya que una llave que no encaje correctamente puede deslizarse.
- La llave debe colocarse siempre de manera perpendicular al eje del tornillo; si se utiliza en posición inclinada, no ajustará correctamente y aumentará el riesgo de deslizamiento.
- Como norma general, se debe aplicar fuerza tirando de la llave en lugar de empujarla, ya que un deslizamiento inesperado puede causar lesiones al operario.
- En caso de ser imprescindible empujar la llave, la mano debe mantenerse abierta para evitar daños en los nudillos.
- No está permitido el uso de prolongaciones en las llaves, tales como tubos u otras llaves, para aumentar el torque.

9.9. Llaves inglesas

Medidas preventivas:

- Existen dos precauciones importantes a tener en cuenta al aplicar gran fuerza con estas llaves, ya sea para aflojar una tuerca trabada o para apretar fuertemente una tuerca o perno:
    - Colocar la llave sobre la tuerca de manera que la fuerza de tracción se ejerza del lado del mango donde se encuentra la quijada fija. De este modo, la fuerza actúa presionando la mordaza móvil contra la tuerca, mejorando el agarre.
    - Después de posicionar la llave, se debe ajustar la ruedecilla o moleta para asegurar un apriete óptimo.
- Además, la llave debe mantenerse limpia, sumergiéndola periódicamente en disolvente o petróleo, y se recomienda aplicar aceite en la moleta y en los laterales de la quijada ajustable de la parte corredera para asegurar un funcionamiento suave y duradero

9.10. Limas

Medidas preventivas:

- Cuando están destinadas para trabajar madera, se denominan escofinas y presentan dientes de forma triangular.
- La correcta selección del tipo de lima adecuado para la tarea a realizar contribuirá a prevenir lesiones y a prolongar la vida útil de la herramienta.
- En caso de que la lima se embote, se debe limpiar la superficie utilizando una carda de lima, evitando golpearla contra objetos metálicos.
- Las limas no deben emplearse como palanca, cincel ni para ningún otro uso diferente al previsto.

- Nunca se deben utilizar limas sin mango o con mangos que presenten grietas o superficies irregulares.
- Al aplicar presión, el extremo de la cola de la lima puede clavarse en la mano o, si el mango está en mal estado, ocasionar lesiones al usuario.
- La manera adecuada de manejar la herramienta consiste en sujetar firmemente el mango con una mano, mientras que con los dedos pulgar e índice de la otra mano se guía la punta. En el caso de piezas pequeñas, estas deben asegurarse utilizando un tornillo de mano o un tornillo de banco.

9.11. Sierra para metales

Medidas preventivas:

- La herramienta está compuesta por dos partes: bastidor y hoja, las cuales deben ajustarse correctamente para evitar el pandeo y la rotura de la hoja.
- La hoja debe colocarse con los dientes orientados hacia adelante y hacia el frente del marco.
- La fuerza debe aplicarse únicamente durante el movimiento en esa dirección, levantando ligeramente la sierra durante el retroceso.
- Al iniciar un corte marcado, se debe guiar la hoja hasta comenzar el trazo y continuar empujando en línea recta, utilizando siempre la longitud completa de la hoja en cada pasada.
- No se debe continuar un corte iniciado tras haber cambiado la hoja por una nueva, ya que el triscado de la hoja nueva es más pronunciado y suele provocar atascos.
- Cuando la hoja no esté en uso, debe mantenerse protegida adecuadamente para evitar que los dientes sufran daños por contacto con otras herramientas u objetos metálicos.
- Es recomendable limpiar la hoja con frecuencia utilizando un trapo impregnado en aceite para prevenir la oxidación.
- Para cortar metales de dureza media, la sierra debe manejarse a una velocidad de entre 40 y 50 carreras por minuto. Una velocidad excesiva puede generar calor suficiente para destemplar la hoja.
- En el caso de metales duros, se debe reducir la velocidad de corte para evitar daños en la herramienta.

9.12. Formones y gubias

Medidas preventivas:

- Los mangos deben ser de madera, sin grietas, y cuando sean golpeados con un martillo, deben protegerse con una banda metálica o de cuero para evitar que se astillen.
- Las gubias y formones deben utilizarse de manera que, en caso de resbalamiento, la fuerza se dirija hacia afuera del cuerpo, manteniendo la mano izquierda detrás del filo y asegurando firmemente la pieza a trabajar.
- No deben emplearse como palanca y deben mantenerse afilados y rectificados con el ángulo

adecuado.

- La pieza a trabajar no debe contener clavos, ya que el contacto del filo con el metal puede provocar la proyección de fragmentos.
- Cuando no estén en uso, deben almacenarse en un estante sobre el banco de trabajo o en una sección ranurada dentro de la caja de herramientas.
- Para su afilado, se puede utilizar una piedra de aceite firmemente sujeta en un bloque de madera colocado sobre un banco; una vez conformado, debe amolarse sobre una piedra para obtener un filo de corte afilado y preciso.

9.13. Cizallas de mano

Medidas preventivas:

- Para prevenir el aprisionamiento de la mano o los dedos entre los extremos de los brazos de la cizalla o tijeras, se deben utilizar cizallas que tengan los brazos orientados hacia afuera, equipadas con topes o con forma de anillos donde se puedan colocar los dedos.
- Con el fin de evitar lesiones causadas por la chapa que se está cortando, es recomendable emplear cizallas de brazos “desviantes”, las cuales permiten que la mano pase libremente por encima de la chapa durante el corte.

9.14. Carretillas manuales

Medidas preventivas:

- Las carretillas manuales están diseñadas exclusivamente para el transporte de materiales, por lo que está prohibido transportar personas en ellas.
- La carga debe colocarse de manera que el material no se deslice ni ruede fuera de la carretilla.
- No se debe realizar un esfuerzo excesivo; si la carga es demasiado pesada o difícil de manejar, se debe solicitar ayuda.
- Es peligroso usar una carretilla vacía como si fuera un patinete, impulsándola y subiéndose en ella.
- Todo operador de carretilla debe usar calzado de seguridad y guantes adecuados para la manipulación de materiales.
- Cuando sea necesario dejar una carretilla detenida, incluso por un corto periodo, debe estacionarse en un lugar seguro y apartado de los pasillos.
- Se debe prestar especial atención al girar en esquinas con visibilidad reducida.
- No se debe utilizar una carretilla que presente averías; es imprescindible revisarlas antes de su uso.
- Se pueden instalar guardamanos en las carretillas para prevenir golpes y mejorar la seguridad durante su manejo.

- Se debe reducir la velocidad al aproximarse a zonas peligrosas, tales como puertas de montacargas, fosos o pendientes.
- No se deben sobrecargar las carretillas.
- El material debe colocarse de manera que siempre se mantenga una visibilidad adecuada.
- Está prohibido conducir la carretilla en condiciones de oscuridad; cualquier pasillo o zona de paso con iluminación insuficiente debe ser reportado inmediatamente.

9.15. Carretillas de mano de una rueda

Medidas preventivas:

- Nunca se debe correr al manejar carretillas de mano, ya que resulta peligroso.
- Al transportar cargas pesadas en una carretilla, es importante mantener la espalda recta, levantando la carga con los brazos y las piernas flexionadas, con el fin de evitar esfuerzos excesivos en los músculos dorsales.
- Se deben equilibrar todas las cargas pesadas para evitar que su peso desestabilice al operario durante el manejo de la carretilla.
- En caso de transportar una carga pesada ladeada, se debe mantener la mayor distancia posible de las varas de la carretilla.
- Es fundamental verificar el buen estado del material de la caja de la carretilla antes de su uso.
- Se debe evitar el uso de carretillas con varas agrietadas o rotas, ruedas en mal estado, patas sueltas o bordes con rebabas.

9.16. Paletas, paletines o llanas

Medidas preventivas:

- Las paletas, paletines o llanas consisten en chapas metálicas con mango y presentan riesgo de cortes. Para prevenir lesiones, evite apoyar la mano libre sobre el objeto en el que trabaja y utilice guantes impermeabilizados de loneta de algodón, lo más ajustados posible.
- Si accidentalmente se le escapa de la mano una plomada, paleta, paletín o llana, la hoja podría caer sobre sus pies y causar cortes; para prevenir este tipo de lesiones, es imprescindible el uso de botas de seguridad.
- Estas herramientas suelen transportarse en espuertas, las cuales pueden caer desde andamios o plataformas si se colocan cerca de los bordes; para evitarlo, no ubique las espuertas en dichos lugares.
- Durante el transporte manual, los objetos dentro de las espuertas pueden salirse, ya que al tomar las dos asas, la espuerta se deforma y genera dos aberturas por donde pueden derramarse líquidos u objetos. La caída desde altura de una plomada, paletín, paleta o llana puede ocasionar lesiones graves o incluso la muerte.

- Al manejar la llana, se realizan pasadas largas sobre paredes que se están enfoscando o enluciendo, lo que a veces requiere amplios movimientos de giro con los brazos y la cintura.
- Se recomienda realizar estos movimientos con suavidad, ya que los esfuerzos excesivos, especialmente si se trabaja sobre una plataforma de andamio, pueden provocar caídas 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.

9.17. Pequeñas compactadoras

Herramienta acondicionada por motor destinada a la consolidación de suelos, zanjas y superficies de dimensiones reducidas.

Medidas preventivas:

10. COMPORTAMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS QUE TRABAJAN EN VÍAS CON CIRCULACIÓN

10.1 Señalización de carreteras y vías ocupadas por las obras

Para que la señalización de obra se considere una medida preventiva eficaz y cumpla su función de canalizar el tráfico y mitigar riesgos, debe ajustarse a los siguiente:

- El dispositivo debe poseer las características de diseño (color, contraste, retrorreflexión) necesarias para captar la atención de los usuarios de forma inmediata.
- El diseño gráfico y la conservación de la señal deben garantizar que sea fácilmente comprensible, incluso en condiciones de visibilidad reducida.
- Cada elemento de señalización debe poseer un significado único y unívoco, evitando ambigüedades o confusiones en el recepto.
- La señal debe informar claramente sobre la acción preventiva o maniobra obligatoria que el operario o conductor debe adoptar.

Se advierte que la implantación excesiva o indiscriminada de dispositivos de señalización puede generar un efecto de 'saturación visual', lo que conlleva a la neutralización de su eficacia y a una pérdida de atención generalizada por parte de los trabajadores y usuarios.

Normas generales:

- Se evitará la saturación de información limitando la instalación a una sola señal reglamentaria por poste. Se establece como excepción técnica el montaje conjunto de las señales de «dirección prohibida» y «dirección obligatoria» a la misma altura.
- Toda información adicional o aclaratoria se integrará mediante placas rectangulares normalizadas, situadas inmediatamente debajo de la señal principal para garantizar la coherencia del mensaje.
- Se empleará el número mínimo de señales indispensables para evitar la fatiga visual del conductor. Únicamente se autoriza la repetición de señales en puntos críticos de peligro o cuando se requiera información suplementaria de seguridad.
- Es imperativo que todo el conjunto de señalización se mantenga en óptimas condiciones de limpieza y conservación. Para garantizar la seguridad en periodo nocturno o bajo condiciones meteorológicas adversas, los elementos deberán ser retrorreflectantes.
- Una vez finalizadas las operaciones, se eliminarán todos los elementos de ocultación de las señales fijas y se retirará la señalización de obra, garantizando que la vía recupere su configuración reglamentaria original.
- Los dispositivos de balizamiento y defensa deberán ser anulados o modificados inmediatamente si las condiciones operativas de la obra cambian. Una señalización que no concuerda con la realidad del trabajo genera una pérdida de credibilidad y el incumplimiento del código de circulación por parte de los usuarios.
- Se procederá a la ocultación temporal de las señales fijas existentes que entren en conflicto o contradicción con la señalización provisional de obra. Esta medida es crítica para eliminar la ambigüedad y el error en la toma de decisiones del conductor.
- El emplazamiento de los dispositivos se ajustará a la geometría de la vía (trazado en planta y perfil longitudinal), asegurando que la señal sea visible y legible desde la trayectoria de aproximación.
- La señalización se instalará de forma prioritaria en el arcén derecho. No obstante, se procederá a su duplicación en el margen izquierdo cuando la intensidad del tráfico o la configuración de la vía limiten la visibilidad transversal.
- Se realizará una vigilancia periódica del entorno ambiental. En caso de que el crecimiento de la vegetación obstruya la visibilidad de los dispositivos, se procederá a la poda selectiva o, en su defecto, al reposicionamiento de la señalización en un punto que garantice su percepción directa.
- Cuando el trabajo coincida con trazados en curva, la señalización de advertencia se desplazará hacia el tramo recto anterior. El objetivo es asegurar un tiempo de percepción y reacción suficiente para que los conductores adecúen su velocidad antes de entrar en el radio de la curva.
- Todos los elementos de señalización vertical deberán cumplir con las dimensiones mínimas normalizadas estipuladas para la categoría específica de la vía y su velocidad de proyecto.

- Al implementar la señal TR-305 (Adelantamiento prohibido), se instalará de forma duplicada en ambos márgenes de la plataforma (arcén derecho e izquierdo) para reforzar el mensaje y evitar que la presencia de vehículos pesados oculte la señal al tráfico adyacente.

- Finalizada la jornada laboral, tanto la maquinaria como los depósitos de material y contenedores deberán ser retirados de la calzada. En caso de ocupación excepcional e inevitable, se dispondrá un sistema completo de balizamiento luminoso, defensas y señalización de peligro conforme a la normativa de seguridad vial.

- La cartelería de preaviso se instalará estrictamente sobre el arcén, sin invadir la sección transversal de los carriles habilitados al tráfico. Toda señalización específica del tramo en obras deberá quedar confinada dentro del perímetro de seguridad acotado.

- Queda estrictamente prohibido el depósito de herramientas, escombros o materiales sobre la calzada abierta al tráfico durante las tareas de carga y descarga, incluso de forma transitoria. La calzada debe permanecer expedita de obstáculos en todo momento.

- Tras la conclusión de las unidades de obra, se ejecutará una limpieza integral del área, retirando cualquier residuo o elemento auxiliar. La zona deberá quedar totalmente diáfana y libre de riesgos potenciales para el tráfico rodado.

Cuando se suspendan los trabajos, se aplicarán las siguientes normas:

- En aquellos periodos en los que el trabajo y los acopios de material no constituyan un riesgo potencial para la circulación, se podrá proceder a la retirada programada de la señalización provisional, garantizando su reinstalación previa a la reanudación de las actividades.

- Se consignará en los partes diarios de jornada la identidad de los operarios responsables de la implantación, verificación y mantenimiento de la señalización. Dichos documentos deberán contar con el visto bueno y firma del Jefe de Obra o Encargado.

- Cualquier sustracción, sabotaje o degradación de los elementos de balizamiento por causas ajenas a la ejecución será objeto de denuncia formal por escrito ante las autoridades competentes.

- En proyectos donde la configuración de la señalización provisional deba mantenerse invariable durante periodos prolongados, se recomienda la protocolización del estado de la misma (mediante acta notarial o reportes fotográficos certificados) para preconstituir prueba de su correcta adecuación normativa.

- Ante cualquier accidente provocado por vehículos ajenos a la obra que resulte en daños personales, materiales o afectación a la señalización de seguridad, se activará un protocolo de recogida de información que incluya:

    - Identificación completa de los conductores y vehículos implicados (matrículas, seguros, permisos).

    - Recopilación de testimonios y circunstancias ambientales o de tráfico concurrentes en el momento del impacto.

    - Verificación inmediata del estado de la señalización tras el siniestro, procediendo a su restitución urgente para evitar accidentes en cadena y garantizar la seguridad

de los trabajadores y usuarios de la vía.

Normas referentes al personal de obra:

- El personal de responsabilidad directa (Jefe de Obra, capataz o encargado) deberá custodiar y tener a su disposición permanente los protocolos de seguridad y esquemas de señalización específicos para cada fase operativa.
- Se garantiza la permanencia constante de un mando intermedio o figura de supervisión junto a los equipos de trabajo. Su ausencia se limitará estrictamente a necesidades operativas críticas y debidamente justificadas.
- Todo el personal que intervenga en proximidad a viales con tráfico abierto deberá portar chalecos o vestimenta de alta visibilidad (Clase 2 o 3) de color amarillo o naranja flúor, dotados de bandas retrorreflexivas. El objetivo es garantizar la percepción del trabajador por parte de los conductores en cualquier condición lumínica o atmosférica.
- Cualquier actividad técnica (acceso/salida de personal, carga y descarga, basculamiento de cajas o apertura de elementos móviles) se ejecutará íntegramente dentro del perímetro de seguridad delimitado. Queda prohibida la invasión, aunque sea parcial o temporal, de la calzada habilitada a la circulación pública.
- Al reanudar la marcha desde una posición de reposo para abandonar el área de trabajo, el conductor está obligado a ceder el paso de forma absoluta a los vehículos que transiten por la vía pública, realizando la incorporación con total seguridad.
- Se restringen las maniobras de retroceso al interior de las zonas debidamente balizadas. Esta operación deberá estar supervisada obligatoriamente por un operario señalista equipado con prendas de alta visibilidad, quien coordinará el movimiento para evitar ángulos muertos y riesgos de atropello.
- Durante los periodos de suspensión de la actividad, la calzada debe quedar totalmente expedita. Queda prohibido el estacionamiento de maquinaria o el acopio de materiales y utillaje en la zona de rodadura fuera de las horas operativas.
- Ante la necesidad técnica de realizar cortes totales o parciales de vía, todos los equipos y suministros se concentrarán en el arcén, manteniendo la máxima distancia posible respecto a la barrera de señalización delantera para minimizar riesgos en caso de impacto de un vehículo externo.
- La colocación de la señalización de preaviso se iniciará en el punto cronológicamente primero para el conductor (el más alejado de la actividad), avanzando progresivamente en el sentido de la marcha hasta alcanzar la zona de obras.
- Durante la colocación de elementos de delimitación (conos, hitos o paneles de dirección), el trabajador deberá operar en todo momento desde el interior de la zona protegida, evitando exponerse al flujo de tráfico activo.

Cuando se realice la retirada de la señalización, se ejecutará en el orden inverso al de su colocación, según:

- El proceso de retirada se iniciará con el levantamiento de los elementos de delimitación perimetral (conos, hitos y paneles de barrera). Esta operación se realizará cargando el material de forma ordenada en el vehículo de obra, el cual deberá permanecer estacionado

en el arcén derecho para garantizar una base de operaciones segura y fuera del flujo de tráfico.

- Una vez despejado el contorno del trabajo, se procederá a la retirada sistemática de los elementos de canalización y desviación (señales de sentido obligatorio, paneles direccionales y cartelería indicativa de desvío). Esta fase concluye con la restitución total de la sección transversal de la vía, asegurando que la calzada quede libre de obstáculos y operativa para el tránsito normal.

- Una vez liberada la zona de trabajo, las señales de preaviso se desplazarán hacia el extremo exterior del arcén o mediana, orientándolas de forma que dejen de ser visibles para los usuarios. Posteriormente, un vehículo de obra procederá a su recogida. Durante este proceso, el operario deberá permanecer en todo momento dentro de las zonas de resguardo protegidas del flujo vehicular.

- En operaciones que requieran la ocupación parcial de la plataforma, se procederá al balizamiento del carril completo. Se evitará dejar habilitados carriles con una anchura superior a la reglamentaria, mitigando así el riesgo de maniobras de adelantamiento indebidas o circulación de vehículos en paralelo dentro de la zona de obras.

- El operario encargado de la regulación del tráfico se ubicará en el arcén adyacente al carril controlado o dentro de la sección de calzada cerrada al tráfico. Queda terminantemente prohibido situarse en el carril abierto a la circulación. El señalista deberá ser visible desde una distancia mínima de 150 metros, debiendo permanecer aislado de otros grupos de trabajadores para evitar distracciones y garantizar que el mensaje sea inequívoco.

- El señalista se situará de frente al tráfico, extendiendo la bandera roja horizontalmente para maximizar su superficie visible. De forma complementaria, mostrará el disco de «STOP» (R-2) y mantendrá el brazo libre alzado con la palma hacia el tráfico.

- Para permitir la reanudación de la marcha, el operario se colocará de perfil al tráfico, bajando la bandera roja y utilizando el brazo libre para indicar el avance. Se empleará obligatoriamente el disco verde/azul de paso para evitar confusiones, prohibiéndose el uso de la bandera roja para autorizar el movimiento.

- Para indicar una moderación del avance sin llegar a la detención total, el señalista ejecutará una secuencia rápida de la señal de parada seguida de la de autorización de paso antes de que el vehículo alcance el punto de control.

11. PLAN DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA DE LA OBRA

La empresa contratista asume la obligación de elaborar e implementar un Plan de Evacuación y Emergencias específico para el centro de trabajo. Este documento deberá detallar los procedimientos operativos y las vías de evacuación diseñadas para cada puesto de trabajo integrado en la obra, garantizando una respuesta coordinada ante cualquier contingencia.

El Plan se formalizará mediante una memoria técnica escrita, complementada con la documentación gráfica (planos de evacuación) necesaria para la correcta identificación de las rutas de salida, puntos de reunión y ubicación de medios de protección contra incendios.

Como medida de seguridad pasiva, se instalará en un lugar estratégico y de alta visibilidad un Cuadro de Emergencias que recoja de forma clara los protocolos de aviso y el listado de teléfonos de los servicios de intervención (Emergencias 112, centros sanitarios de referencia y servicios de extinción).

Este documento será comunicado de manera oficial al Organismo Concesionario y a la Entidad Explotadora de la vía, con el fin de asegurar la necesaria interoperabilidad y coordinación de flujos de información en caso de incidentes que afecten a la infraestructura

12. PRESUPUESTO

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales aplicada al proyecto BESS MÓSTOLES 1_ST", de 5 MW y 10 MWh, ubicado en el término municipal de Alcorcón (Madrid), se presenta a continuación el presupuesto detallado destinado a garantizar las condiciones de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos.

CAPÍTULO 01 EBSS
SUBCAPÍTULO 01.01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

01.01.01 **ud CASCO SEGURIDAD HOMOLOGADO**

Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado (CEE). Res. 14/12/1974 (BOE 30/12/1974), de cascos de seguridad no metálicos. RD 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

8	8,00	
	8,00	17,16
	137,28	

01.01.02 **ud GAFAS ANTIPROYECCIONES**

Gafas de protección contra impactos (amortizable en 3 usos). Homologadas y marcadas con certificado CE. Según R.D. 773/97 y Norma UNE-EN 166.

8	8,00	
	8,00	10,70
	85,60	

01.01.03 **ud MONO DE TRABAJO**

Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. (Amortizable en un uso). RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1997 -rectificado en el BOE de 18 de julio de 1997-) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8	8,00	
	8,00	40,75
	326,00	

01.01.04 **ud PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL**

Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgo de perforación. (Amortizables en 3 usos). Res. 28/7/1975 (BOE 4/9/1975 -rectificada en BOE 27/10/1975-), sobre calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. Sustituida y derogada por Res. 31/1/1980 (BOE 12/2/1980).

8	8,00	
	8,00	39,20
	313,60	

01.01.05 **ud PAR DE BOTAS AGUA HOMOLOGADAS**

Par de botas altas de goma para protección frente al agua.

8	8,00	

				8,00	23,25
				186,00	
01.01.06	**ud**	**PAR DE GUANTES DE USO GENERAL**			
		Par de guantes de uso general de lona y serraje.			
			8	8,00	
				8,00	5,60
				44,80	
01.01.07	**ud**	**PAR GUANTES GOMA LÁTEX**			
		Par guantes de goma látex-anticorte.			
			8	8,00	
				8,00	3,24
				25,92	
01.01.08	**ud**	**CAMISETA ALTA VISIBILIDAD**			
		Camiseta alta visibilidad. Homologado y marcado con el certificado CE. Según R.D. 773/97 y normas UNE-EN correspondientes.			
			8	8,00	
				8,00	10,59
				84,72	
01.01.09	**ud**	**CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS**			
		Protectores auditivos con arnés a la nuca (amortizables en 3 usos). Res. 18/7/1975 (BOE 1/9/75 -rectificada en BOE 22/10/1975-), sobre protectores auditivos.			
			8	8,00	
				8,00	9,77
				78,16	
01.01.10	**ud**	**PETO REFLECTANTE**			
		Peto reflectante de color butano o amarillo. Homologado y marcado con certificado CE. Según R.D. 773/97 y normas UNE-EN correspondientes.			

		8	8,00		
				8,00	38,41
				307,28	

01.01.11 **ud PANTALLA FACIAL PARA PROTECCIÓN CONTRA PROY. POR ARCO ELÉCTRICO**

Pantallas ArcPro diseladas para ofrecer protección frente a los riesgos de arco eléctrico debidos a averías eléctricas y probadas de conformidad con EN 166

				2,00	60,73
				121,46	

01.01.12 **ud PAR DE GUANTES AISLANTES**

Par de guantes dieléctricos aislantes a la electricidad. Fabricados en látex natural sobre soporte Interlock de algodón

				2,00	63,76
				127,52	

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN .. 1.838,34

SUBCAPÍTULO 01.02 EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

01.02.01 **ud EXTINTOR POLVO ABC 6 Kg. PR.INC.**

Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.

		2	2,00		
				2,00	33,64
				67,28	

01.02.02 **ud EXTINTOR POLVO CO2**

Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.

		2	2,00		
				2,00	54,41
				108,82	

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 EQUIPOS DE PROTECCIÓN .. 176,10

SUBCAPÍTULO 01.03 SEGURIDAD Y SALUD

01.03.01 **ud BOTIQUÍN DE URGENCIA**

Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza General de Seguridad e Higiene. RD 486/1997, de 14 de abril (BOE 23/4/1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Anexo VI.

		3	3,00		
				3,00	72,26
				216,78	

01.03.02 **ud REPOSICIÓN DE BOTIQUÍN**

Reposición del material de botiquín de urgencia.

		3	3,00		
				3,00	32,32
				96,96	

**TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 SEGURIDAD Y SALUD .....
313,74**

SUBCAPÍTULO 01.04 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

01.04.01 **ud** **REUNIÓN DE COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES**

Coordinación de actividades empresariales de contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos, en tareas de organización, planificación y documentación de las actividades en la obra. Se estima una reunión cada mes de 2 horas de duración.

	5		5,00		
				5,00	334,58
				1.672,90	

01.04.02 **h** **FORMACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO**

Costo mensual de formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.

	8		8,00		
				8,00	18,34
				146,72	

01.04.03 **h** **ACTUALIZACIÓN DOCUMENTACION TRABAJADORES**

Costo semanal de actualización de documentación y revisión de la misma. Esta revisión se aplicará a trabajadores propios, subcontratación, maquinaria. Toda aquella persona o mauinaria que acceda a obra debe de poseer la autorización pertinente.

	8	2,00	16,00		
				16,00	62,04
				992,64	

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 FORMACIÓN Y REUNIONES DE 2.315,94

SUBCAPÍTULO 01.05 SEÑALIZACION

01.05.01 **ud** **CINTA BALIZAMIENTO**

Cinta balizamiento, incluida colocación.

	1	350,00	350,00		
				350,00	0,89
				311,50	

01.05.02 **ud** **SEÑALES PELIGRO**

Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portá¡til de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos

				6,00	9,38
				56,28	

01.05.03 **ud** **SEÑALES INDICACIÓN**

Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de indicación, rectangular, 60x90 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.

				6,00	12,27
				73,62	

01.05.04 **ud** **CIRCULACIÓN**

Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de reglamentación y prioridad, circular, diámetro=60 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.

				8,00	14,22
				113,76	

01.05.05 **ud** **GENERAL RIESGOS**

Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 3 usos, fijado con bridas (6 orificios de fijación).

		6,00	12,18
		73,08	

01.05.06 **ud PALETA PASO**

Paleta manual de paso alternativo, de polipropileno, con señal de detención obligatoria por una cara y de paso por la otra, con mango de plástico, amortizable en 5 usos.

		3,00	9,18
		27,54	

01.05.07 **ud CONO**

Cono de balizamiento reflectante de 75 cm de altura, de 1 pieza de polietileno con lastre de arena, con 1 banda reflectante de 300 mm de anchura y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos

		15,00	9,30
		139,50	

01.05.08 **ud CINTA REFELECTANTE**

Cinta reflectante para balizamiento, de material plástico, de 10 cm de anchura y 0,1 mm de espesor, impresa por ambas caras en franjas de dos colores.

	10,00	20,51
	205,10	

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 SEÑALIZACION..... 911,38

TOTAL CAPÍTULO 01 EBSS..... 4.092,12

TOTAL..... 4.092,12

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

1. LEGISLACIÓN

NORMATIVA GENERAL

Se considerará:

- Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, de 8 de noviembre
- Decreto sobre Industrias y Trabajos Prohibidos a Mujeres y Menores, del 26 de julio de 1957.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social (LGSS),
- Estatuto de los Trabajadores de marzo de 1980, así como Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores,
- Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los trabajadores y sus modificaciones posteriores

NORMATIVA ESPECIAL

- Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, de 8 de noviembre
- Sustituido por R.D. 1627/1997 sobre obras de construcción y Ley 31/1995 (PRL
- Orden de 23 de mayo de 1977. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- R.D. 1215/1997 (equipos de trabajo) y normativa técnica de elevadores actual
- 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 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/97, nacido de la transposición de la Directiva 92/57/CEE, de 24 de junio, por el

que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales y móviles y en el que se implanta, mediante la transposición al Derecho español a través del citado Real Decreto la obligatoriedad de inclusión de un "Estudio de Seguridad y Salud" en cualquier obra, pública o privada, en las que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero (Reglamento de los Servicios de Prevención), y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargos que entrañan riesgos, en particular dorso- lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre. Requisitos de Seguridad y Salud en Máquinas.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero. Modifica al 1435/1992, de 27 de noviembre, re- lativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, relativo a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Orden 22 de abril de 1997 por la que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo. Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Orden 27 de junio de 1997. Orden de desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio. Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril. Se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- 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.
- Real Decreto 212/2002 de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales que introduce modificaciones en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones del Orden Social.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales (corrección de errores B.O.E. de 10 de marzo de 2004).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 32/2006 Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 524/2006 de 28 de abril por el que se modifica el RD 212/2002 de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determina- das máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero (Reglamento de los Servicios de Prevención), y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006 Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la construcción.
- ORDEN de 23 de mayo de 2008, por la que se crea el Registro de Empresas Acreditadas como Contratistas o Subcontratistas del Sector de la Construcción de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Normas de Seguridad incorporadas en el vigente Convenio Colectivo de la Construcción.

NORMA APLICABLE A PRODUCTOS

- Las botas de seguridad serán de la clase de seguridad S3: EN ISO 20345:2011 S3 CI SRC ESO
- Camisa Ignífuga cumplirán según EN ISO 13688:2012 , EN 1149-5:2018 , EN ISO 11612 Y EN ISO 11611:2015
- Cazadora ignífuga cumplirán según EN ISO 13688:2013 , EN ISO 11612:2015 A1, A2, B1, C1, E1, F1 EN1149-5:2018 , EN ISO 11612:2015 A1, A2 CLASE 1, EN ISO 14116:2015, IEC 61485-2-2018-APC-1
- Chaleco acolchado cumplirán según EN ISO 13688:2013 , EN ISO 20471/13 (CLASE 2), EN 14058/04
- Pantalón y cumplirán según modelo y uso:
    - EN ISO 11611/15, A1, A2, Clase 1, EN ISO 14116 (3/50H/40)
    - EN ISO 11612/15 A1, A2, B1, C1, E1, F1
    - EN ISO 14116:2015 INDICE 3
    - IEC 61482-2:2018 APC-1
    - EN 1149-5/08
    - EN20471/13 + A1:2016 (Clase 1)
    - EN ISO 13688:2013
    - UNE EN ISO 12947-2:1999/AC:2006
- Polar: cumplirán según EN ISO 13688:2013, EN ISO 20471:2013 +A1:206 (Clase 2), EN 14058:2017
- Polo: Cumplirán según EN ISO 13688:2013, EN ISO 11612:2015 A1, A2, B1, C1, F1 ; EN 1149-5:2018; IEC 61482-2:2018 APC:1
- Camisa:
    - Camisa: EN ISO 11611/15, Clase 1, A1-A2
    - EN ISO 11612/15 A1, A2, B1, C1, E1, F1
    - EN ISO 14116 (3/50H/40)

- EN 1149-5/08
- categoría II

- Hormigones:
  - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio.
  - UNE-EN 771-3:2011: Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)
  - Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08). Aprobada por Real Decreto 956/2008, de 6 de junio.
  - UNE-EN 459 partes 1, 2 y 3 del año 2002: Cales para la construcción.
  - UNE 80502, 2003: Cales vivas o hidratadas para la mejora y/o estabilización de suelos.
- Edificación:
  - Código Técnico de la Edificación (CTE).
  - Normas de construcción sismorresistente: Parte general y Edificación NCSR-02, aprobada por Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
  - RIPCI. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre (BOE nº 298, 14/12/1993).
- Aceros y estructuras metálicas:
  - Instrucción EM-62 de Instituto Eduardo Torroja para estructuras metálicas.
  - Instrucción Eduardo Torroja, para estructuras de acero I.E.M-62.
  - DB-SE A. Documento Básico Seguridad Estructural. Acero. Código Técnico de la Edificación (CTE).
  - Instrucción de Acero Estructural (EAE). Aprobada por Real Decreto 751/2011, de 27de mayo

2. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD

La planificación y organización de la acción preventiva formar parte de la organización del trabajo, siendo, por tanto, responsabilidad de la contrata adjudicataria, orientar esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponer de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

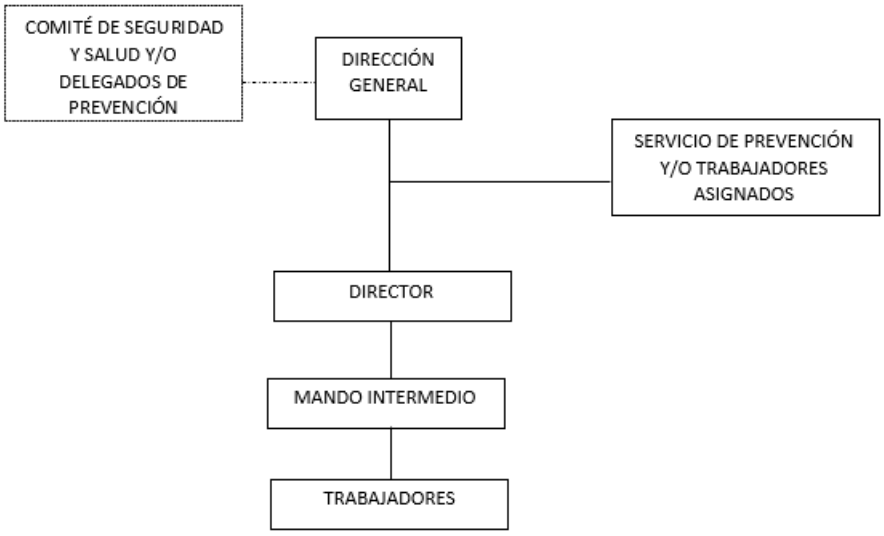
La acción preventiva se integrará en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, de la contrata

adjudicataria como empresa constructora principal y de sus subcontratas.

La contrata adjudicataria reflejará documentalmente la planificación y organización de la acción preventiva, dando conocimiento y traslado de dicha documentación, entre otros, al Coordinador en fase de ejecución, con carácter previo al inicio de las obras.

La Organización del SGPRL debe integrarse con el organigrama, la modalidad de organización, preventiva y la existencia o no de delegados de prevención y comité de seguridad y salud. Una vez establecido el organigrama preventivo deben definirse las funciones de cada una de ellas.

El organigrama general es el que se muestra a continuación:



3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL DE LA OBRA

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, la contrata adjudicataria elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

El plan de seguridad y salud en el trabajo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, de evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre previa aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Cuando en el proceso de ejecución de la obra el contratista, a propuesta propia o de otros, altere los contenidos previamente establecidos en el plan de seguridad y salud en el trabajo que él mismo ha redactado, se procederá a la modificación del plan. Estas modificaciones se constituirán como anexos al plan inicial y recibirán un tratamiento idéntico a este plan, es decir, serán aprobadas por el coordinador en materia de seguridad y salud o, en su caso, por la dirección facultativa. Se consideran modificaciones susceptibles de provocar cambios en el plan las siguientes causas, entre otras:

- Cambios en los métodos constructivos.
- Cambios en los materiales o en el diseño.
- Cambios en la organización de la prevención o en los métodos de trabajo.
- Cambios en la cimentación o en la estructura.
- Cambios en las características del terreno.
- Cambios en los equipos o en los medios auxiliares.
- Cualquier otro tipo de cambios que suponga modificaciones de las hipótesis iniciales establecidas en el plan.

Los contratistas pueden ofertar y ejecutar las prestaciones objeto del contrato por precios inferiores a los que figuran en el presupuesto de licitación, si bien esto no supone que puedan disminuir las medidas contenidas en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 5.1 del RD 1627/1997, de 24 de octubre.

La contrata adjudicataria, en base a la evaluación inicial de las condiciones de trabajo y a las previsiones establecidas en el Plan de seguridad y salud aprobado, planificará la acción preventiva. La contrata adjudicataria tendrá en consideración las capacidades profesionales, en materia de seguridad y salud, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

En consonancia con lo establecido en el párrafo anterior, la contrata adjudicataria no podrá incluir en el Plan de Seguridad y Salud de la obra aquellas actividades cuyos procedimientos preventivos a aplicar, medios y equipos a utilizar y/u oficios a intervenir no se encuentren contemplados en la evaluación de riesgos y planificación preventiva de la misma, por lo que para el desarrollo de estas, previamente a inicio de la misma, el servicio de prevención la contrata adjudicataria deberá de haber realizado la correspondiente y necesaria actualización de los indicados documentos y a partir de estos y de la Información contenida en el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto de obra elaborará el correspondiente anexo al Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Así mismo la contrata podrá solucionar situación indicada en el párrafo anterior, mediante la inclusión en el Plan de Seguridad y Salud de la obra de un anexo con los procedimientos preventivos de trabajo elaborados por una subcontrata, a la cual previamente le habrá informado de los riesgos y características asociados al emplazamiento del lugar de trabajo y de la concurrencia de otras actividades, y cual tendrá en su evaluación de riesgos y planificación preventiva contemplado los procedimientos a aplicar, medios y equipos a utilizar y/u oficios a intervenir para el desarrollo de dichos trabajos.

4. OBLIGACIONES SEGÚN LEY 3272006 SUBCONTRATACIÓN

Los contratistas, suncontratistas y trabajadores autónomos deberán de cumplir una serie de obligaciones indicadas en la ley 31/2006 de subcontratación, entre las que se encuentran:

1. Para que una empresa pueda intervenir en el proceso de subcontratación en el sector de la construcción, como contratista o subcontratista, deberá:

a) Poseer una organización productiva propia, contar con los medios materiales y personales necesarios, y utilizarlos para el desarrollo de la actividad contratada.

b) Asumir los riesgos, obligaciones y responsabilidades propias del desarrollo de la actividad empresarial.

c) Ejercer directamente las facultades de organización y dirección sobre el trabajo desarrollado por sus trabajadores en la obra y, en el caso de los trabajadores autónomos, ejecutar el trabajo con autonomía y responsabilidad propia y fuera del ámbito de organización y dirección de la empresa que le haya contratado.

2. Además de los anteriores requisitos, las empresas que pretendan ser contratadas o subcontratadas para trabajos de una obra de construcción deberán también:

a) Acreditar que disponen de recursos humanos, en su nivel directivo y productivo, que cuentan con la formación necesaria en prevención de riesgos laborales, así como de una organización preventiva adecuada a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

b) Estar inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas al que se refiere el artículo 6 de esta Ley. La inscripción se realizará de oficio por la autoridad laboral competente, sobre la base de la declaración del

empresario a que se refiere el apartado siguiente.

3. Las empresas contratistas o subcontratistas acreditarán el cumplimiento de los requisitos a que se refieren los apartados 1 y 2.a) de este artículo mediante una declaración suscrita por su representante legal formulada ante el Registro de Empresas Acreditadas.

4. Las empresas cuya actividad consista en ser contratadas o subcontratadas habitualmente para la realización de trabajos en obras del sector de la construcción deberán contar, en los términos que se determine reglamentariamente, con un número de trabajadores contratados con carácter indefinido que no será inferior al 10 por ciento durante los dieciocho primeros meses de vigencia de esta Ley, ni al 20 por ciento durante los meses del decimonoveno al trigésimo sexto, ni al 30 por ciento a partir del mes trigésimo séptimo, inclusive.

A estos efectos, en las cooperativas de trabajo asociado los socios trabajadores serán computados de manera análoga a los trabajadores por cuenta ajena en los términos que se determine reglamentariamente.

Además, deberán de cumplir con el resto de la ley indicada.

5. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

La contrata adjudicataria adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Cuando en la obra desarrollen simultáneamente actividades dos o más empresas, vinculadas o no entre sí contractualmente, tendrán el deber de colaborar en la aplicación de las prescripciones y criterios contenidos en este Pliego, conjunta y separadamente. A tal fin, se establecerán entre estas empresas, y bajo la responsabilidad de la contrata adjudicataria, los mecanismos necesarios de coordinación en cuanto a la seguridad y salud se refiere.

La contrata adjudicataria debe comprobar que los subcontratistas o empresas con las que ella contrate determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, debe figurar referencia específica a las actuaciones que tienen que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre seguridad y salud en el trabajo. La contrata adjudicataria vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

La contrata adjudicataria nombrará, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de la seguridad que coordinará la ejecución del Plan de Seguridad y Salud y será su representante e interlocutor ante coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa, en el supuesto de no ejercitar por sí mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, la contrata adjudicataria dará conocimiento al Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

La persona asignada para ello estará especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditará tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El representante de la seguridad ejercerá sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la contrata adjudicataria como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, estarán dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, la contrata adjudicataria determinará, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma, dando conocimiento, por escrito, de ello al Coordinador de seguridad y salud de la obra en fase de ejecución, o en su caso a la Dirección Facultativa.

6. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

La contrata adjudicataria, en los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrá de los servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos.

El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio serán organizados por la contrata adjudicataria directamente y/o mediante concierto. El servicio de prevención estará en condiciones de proporcionar a la contrata adjudicataria el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.
- Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores.
- Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.
- Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, siendo sus medios los apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, será suficiente y adecuado a las actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra.

7. REPRESENTANTE DE LOS TRABAJADORES

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre seguridad y salud en el trabajo.

La contrata adjudicataria proporcionará a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia. Dicha formación se reiterará con la periodicidad necesaria.

8. RECURSO PREVENTIVO

Conforme a lo establecido en la disposición adicional única del RD 1697/97 la contrata adjudicataria a través del Plan de Seguridad y Salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia en la obra de los recursos preventivos.

Así mismo, en función de la normativa vigente, y a través de este Pliego se determina la obligación de la contrata adjudicataria de designar los recursos preventivos asignados a la obra, y cuyas normas generales de actuación serán:

Vigilar de forma concreta el cumplimiento de las medidas preventivas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, comprobar su eficacia y adecuar la actividad preventiva a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos (según la disposición adicional 14ª de la Ley 31/95 y el Art. 22 bis del R.D. 39/97).

La Empresa Mancomunada del Aljarafesa S.A., Aljarafesa, establece mediante el presente Pliego, que la contrata principal asume la obligación de garantizar en todo momento la presencia de sus recursos preventivos en la obra. Su ubicación deberá permitirles el cumplimiento de sus funciones, debiendo tratarse de un emplazamiento seguro que no suponga un factor adicional de riesgo, ni para ellos ni para los trabajadores de la empresa (Art. 22 bis, Anexo I RD 39/97 y Anexo II RD 1627/97); además dispondrán de los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades y procesos desarrollados, así como de la formación preventiva correspondiente, como mínimo, al nivel básico según se define en el Real Decreto 39/97.

Cuando observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas y/o ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las mismas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que este adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del Plan de Seguridad y Salud en los términos previstos en el artículo 7.4 del R.D. 1627/97.

Asimismo, los recursos preventivos deberán:

- Facilitarse su identificación por el resto de los trabajadores (Art. 22.3 bis del RD 39/97).
- Actuar en caso de emergencia y primeros auxilios gestionando las primeras intervenciones.

- Colaborar con los otros recursos preventivos de su empresa, así como con el resto de los trabajadores designados de otras empresas presentes en el mismo centro de trabajo (Artículo 32. bis de la Ley 31/95), participando, en su caso, en la coordinación empresarial correspondiente con los mismos. Cooperar con los servicios de prevención.

- Promover en el trabajo comportamientos seguros y la correcta utilización de los equipos de trabajo y de protección, y fomentar el interés y cooperación de los trabajadores en la acción preventiva.

- Promover, en particular, las actuaciones preventivas básicas en la obra, tales como el orden, la limpieza, la señalización y el mantenimiento general, y efectuar su seguimiento y control.

- Promover las modificaciones al Plan de Seguridad y Salud que sean necesarias en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

- Controlar el coordinación de actividades empresariales según PR76.04 específica para Aljarafesa.

9. CUADRILLA DE SEGURIDAD

Las cuadrillas de seguridad serán dirigidas y controladas por los recursos preventivos designados por la contrata adjudicataria de la obra. Estas tendrán como misión, colaborar, apoyar y asistir a los recursos preventivos de la contrata adjudicataria, así como al resto de trabajadores designados de las otras empresas presentes en el mismo centro de trabajo, participando, en su caso en la coordinación empresarial correspondiente con los mismos, transmitiendo a los trabajadores a su cargo las instrucciones y órdenes que impartan los recursos preventivos de la empresa contratista adjudicataria, para el mantenimiento de la seguridad y salud de la obra.

Igualmente cooperarán con los servicios de prevención, promoviendo en el trabajo comportamientos seguros y la correcta utilización de los equipos de trabajo y de protección, así como las actuaciones preventivas básicas en las actividades propias, tales como el orden y la limpieza, la señalización y el mantenimiento en general, efectuando su seguimiento y control, y fomentando el interés y la cooperación de los trabajadores en la acción preventiva.

Los trabajadores designados, dispondrán de los conocimientos, la cualificación y la experiencia profesional necesarios en las actividades y procesos a desarrollar a cargo de dicha empresa, así como la formación preventiva correspondiente, siendo esta como mínimo de nivel básico según se define en el Real Decreto 39/1997.

10. TOMA DE DECISIONES

Con independencia de que por parte del representante de la contrata adjudicataria, los representantes legales de los trabajadores o Inspección de Trabajo se lleve a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud, la toma de decisiones en relación con el Plan corresponderá únicamente al Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa, salvo que se trate de casos en que hayan de

adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión se tomará por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra en fase de ejecución, o en su caso a la Dirección Facultativa, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

11. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, éste será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
    - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
    - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 que regula la subcontratación en el Sector de la Construcción, en caso de ser de aplicación.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de

coordinador.

12. COMITÉ DE SEGURIDAD

En el momento en el que en la obra se alcance un número igual o superior a 50 trabajadores, si así lo exige expresamente en el Convenio Colectivo, se procederá a formar el Comité de Seguridad de la Obra, constituido por las personas y cargos descritos expresamente en las Ordenan- zas de Trabajo y General de Seguridad y Salud.

Este comité se reunirá con periodicidad en función de la peligrosidad de los tajos y el desarrollo de la obra, pero al menos de manera oficial una vez al mes, mediante cuantas reuniones informales sean convenientes.

Se levantará acta de cada reunión oficial, enviándose a la Delegación de Trabajo correspondiente, en el plazo de 15 días.

- El presidente del Comité de Seguridad y Salud será el Jefe de obra.
- El Técnico de Seguridad y Salud de la empresa figurará como experto asesor en el Comité de Seguridad y Salud.
- Los vocales, exigibles al caso, serán elegidos directamente por los trabajadores.

Las empresas subcontratistas presentes en la obra estarán representadas por un vocal en el Comité de Seguridad y Salud de la obra, durante su plazo de actividad.

Las funciones y atribuciones de dicho Comité serán las siguientes:

- Promover la observancia de las disposiciones vigentes para la prevención de los riesgos profesionales.
- Informar sobre el contenido de las normas de Seguridad y Salud para que deban figurar en el reglamento.
- Realizar visitas tanto a los lugares de trabajo como a los servicios y dependencias establecidos para los trabajadores de la obra para conocer las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, maquinaria, herramientas y procesos laborales, y constatar los riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores e informar de los defectos y peligros que adviertan a la Dirección de la obra, a la que propondrá, en su caso, la adopción de las medidas preventivas necesarias, y cualesquiera otras que considere oportunas.
- Interesar la práctica de reconocimientos médicos a los trabajadores de la obra, conforme a lo dispuesto en las disposiciones vigentes.
- Velar por la eficaz organización de la lucha contra incendios en el seno de la obra.
- Conocer las investigaciones realizadas por los Técnicos de la empresa sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que en ella se produzcan.

- Investigar las causas de los accidentes y de las enfermedades profesionales producidos en la obra con objeto de evitar unos y otras, y en los casos graves y especiales practicar las informaciones correspondientes, cuyos resultados dará a conocer el director de la obra a los representantes de los Trabajadores y a la Inspección Provincial de Trabajo.

- Cuidar de que todos los trabajadores reciban una información adecuada en materia de Seguridad y Salud y fomentar la colaboración de los mismos en la práctica y observancia de las medidas preventivas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Cooperar en la realización y desarrollo de programas y campañas de Seguridad y Salud del Trabajo en la obra, de acuerdo con las orientaciones y directrices del I.N.S.H.T. y ponderar los resultados obtenidos en cada caso.

- Promover la enseñanza, divulgación y propaganda de la Seguridad y Salud mediante cursillos y conferencias al personal de la obra, bien directamente o a través de instituciones oficiales o sindicales especializadas; la colocación de carteles y avisos de seguridad, y la celebración de concursos sobre temas y cuestiones relativos a dicho orden de material.

- Proponer la concesión de recompensa al personal que se distinga por su comportamiento, sugerencias o intervención en actos meritorios, así como la imposición de sanciones a quienes incumplan normas e instrucciones sobre Seguridad y Salud de obligada observancia en el seno de la obra.

- El Comité se reunirá, al menos, mensualmente y siempre que los convoque su presiden- te por libre iniciativa o a petición fundada de tres o más de sus componentes.

- En la convocatoria se fijará el orden de asuntos a tratar en la reunión.

- El Comité por cada reunión que se celebre extenderá el acta correspondiente, de la que remitirán una copia a los Representantes de los Trabajadores.

- Asimismo, enviarán mensualmente al Delegado de Trabajo una Nota informativa sobre la labor desarrollada por los mismos.

Las reuniones del Comité de Seguridad y Salud se celebrarán dentro de las horas de trabajo y, caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso de mediodía.

13. DIRECCIÓN PRINCIPAL

Sus funciones preventivas serán:

- Teniendo en cuenta la política preventiva fijará los objetivos anuales de Prevención de Riesgos Laborales.

- Establecer o definir la estructura organizativa.

- Nombrar el responsable en materia de Seguridad y Salud, con el fin de que coordine y controle las actuaciones preventivas llevadas a cabo.

- Fijará o establecerá las competencias preventivas de cada departamento.
- Designará los recursos humanos y materiales necesarios, para conseguir los objetivos establecidos.
- Promoverá y participar en reuniones periódicas de seguridad y salud.
- Estimulará comportamientos seguros.
- Visitará sus centros de trabajo para detectar deficiencias y proponer soluciones.
- Realizará periódicamente auditorías internas.
- Promoverá la investigación de accidentes laborales.
- Consultará a los trabajadores en la adopción de decisiones que puedan afectar a la seguridad, salud y condiciones de trabajo.

14. DIRECTOR DE DIFERENTES UNIDADES

Sus funciones preventivas serán:

- Colaborará en todo lo necesario con los mandos intermedios de su unidad funcional. Deberán asegurarse de que los mandos intermedios reciban formación adecuada para desempeñar sus funciones.
- Cumplirá y hará cumplir los objetivos preventivos establecidos.
- Integrará la Seguridad y Salud Laboral en las reuniones de trabajo.
- Revisará periódicamente las condiciones de trabajo.
- Participar en la investigación de todos los accidentes.
- Participará en las actividades preventivas planificadas.
- Promoverá y participará en la elaboración de procedimientos seguros de trabajo.

15. FUNCIONES DE LOS MANDOS INTERMEDIOS

Entre sus funciones figuran los siguientes:

- Elaborarán los procedimientos e instrucciones de trabajos seguros que se realicen en su área
- Velarán por el cumplimiento de los procedimientos e instrucciones de trabajo
- Informarán a los trabajadores sobre los riesgos existentes en los lugares de trabajo y de las medidas preventivas y de protección a adoptar.
- Analizarán periódicamente los trabajos que se llevan a cabo en su área con el fin de detectar riesgos

o deficiencias y así poder eliminarlos.

- colaborarán en la investigación de todos los accidentes e incidentes ocurridos en su área de trabajo.
- informarán a los trabajadores a su cargo sobre la realización segura y correcta de las tareas asignadas.
- Aplicarán las medidas preventivas y tendrán en cuenta las sugerencias de mejora que propongan sus trabajadores.
- Aplicarán en plazo las medidas preventivas acordadas en su ámbito de actuación.

16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Las obligaciones de los trabajadores están recogidas en la Ley de PRL y son:

- Velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de sus
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y prevención, en su caso, al servicio de prevención acerca de cualquier situación que considere pueda presentar un riesgo para la seguridad y salud.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con sus mandos directos para poder garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo, localizando los equipos y materiales en los lugares asignados.
- Sugerir las medidas que considere oportunas en su ámbito de trabajo para mejorar la calidad, la seguridad y la eficacia del mismo.
- Otras funciones que la dirección crea conveniente y de acuerdo al sistema preventivo aprobado

17. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

17.1 Condiciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección individual (en adelante EPI) proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar restos adiciona- les ni molestias innecesarias. A tal fin deberán:

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.
- Tener marcado “CE” según las normas UNE-EN que lo rigen.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios EPI, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.

En cualquier caso, los EPI que se utilicen de acuerdo con lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 773/1997 del 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de EPI, deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que le sea de aplicación, en particular lo relativo a su diseño y fabricación.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban formación y sean informados sobre las medidas que hayan de adoptarse en aplicación del Real Decreto 773/1997.Asimismo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente a uso, de los riesgos contra los que protegen los EPI, así como en las actividades y ocasiones en los que debe usarse, proporcionando instrucciones por escrito sobre la correcta utilización del equipo. El manual de instrucciones o la documentación informativa será facilitado por el fabricante.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual
- Colocar el EPI después de su utilización en el lugar indicado para ello.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el EPI utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una perdida de su eficacia protectora.

17.2Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los EPI deberán efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Salvo en casos particulares excepcionales, los EPI sólo podrán usarse para los usos previstos.

Las condiciones en que un EPI deba ser utilizado, en particular, a lo que se refiere al tiempo durante el cual haya de llevarse, se determinarán en función de:

- La gravedad del riesgo.
- El tiempo o la frecuencia de exposición al riesgo.
- Las condiciones del puesto de trabajo.
- Las prestaciones del propio equipo.
- Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podi do evitarse.

Los EPI estarán destinados, en principio, a un uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo por varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para que ello no origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios.

18. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO

18.1 Seguridad estructural.

Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropia- das a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán:

- Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.
- Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.

Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia solo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.

18.2 Espacios de trabajo y zonas peligrosas

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar. Cuando, por razones inherentes al puesto de trabajo, el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de

movimientos necesaria para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.

Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda ver-se afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas.

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

18.3 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas

Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Deberán protegerse, en particular:

- Las aberturas en los suelos.
- Las aberturas en paredes o tabiques siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas muelles o estructuras. similares. La protección no será obligatoria, sin embargo si la altura de caída es inferior a 2 metros.
- Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados al menos uno de los dos llevará pasamanos.
- Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

18.4 Tabiques, ventanas y vanos

Los tabiques transparentes o translúcidos y en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura cierre ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. Cuando estén abiertos no deberán colocarse de tal forma que puedan constituir un riesgo para los trabajadores.

Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que

realcen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios o haber sido proyectados integrando los sistemas de limpieza.

18.5 Vías de circulación

Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior de los edificios y locales como en el interior de los mismos, incluidas las puertas pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o de materiales deberán adecuarse al número potencial de usuarios y a las características de la actividad y del lugar de trabajo.

En el caso de los muelles y rampas de carga deberá tenerse especialmente en cuenta la dimensión de las cargas transportadas.

La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.

La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente.

Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras.

Los muelles de carga deberán tener al menos una salida, o una en cada extremo cuando tengan gran longitud y sea técnicamente posible.

Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

18.6 Puertas y portones

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones que no sean de material de seguridad deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

Las puertas y portones de vaivén deberán ser transparentes o tener partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede.

Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer.

Las puertas y portones que se abran hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída.

Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual, salvo si se abren automáticamente en caso de avería del sistema de emergencia.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquéllos.

Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

18.7 Rampas, escaleras fijas y de servicio.

Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.

Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12 por 100 cuando su longitud sea menor que 3 metros del 10 por 100 cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8 por 100 en el resto de los casos.

Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros.

Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones. Se prohíben las escaleras de caracol excepto si son de servicio.

Los escalones de las escaleras que no sean de servicio tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones de las escale- ras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros.

La altura máxima entre los descansos de las escaleras será de 3,7 metros. La profundidad de los descansos intermedios, medida en dirección a la escalera, no será menor que la mitad de la anchura de ésta, ni de 1 metro. El espacio libre vertical desde los peldaños no será inferior a 2,2 metros.

Las escaleras mecánicas y cintas rodantes deberán tener las condiciones de funcionamiento y dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores que las utilicen. Sus dispositivos de parada de emergencia serán fácilmente identificables y accesibles.

18.8 Escalas fijas

La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros.

En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones

y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.

Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea ac- ceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

Las escalas fijes que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de des- canso cada 9 metros o fracción.

Las escaleras de mano de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica

18.9 Vías y salidas de evacuación

Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichas vías y salidas deberán satisfacer las condiciones que se establecen en los siguientes puntos de este apartado.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directa- mente posible en el exterior o en una zona de seguridad.

En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.

Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.

Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento. desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.

Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar

obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.

En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

19. CONDICIONES DE PROTECCIÓN Y CONTRAINCENDIOS

Los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación sobre condiciones de protección contra incendios.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichos lugares deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Según las dimensiones y el uso de los edificios los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presen- tes, los lugares de trabajo deberán estar equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios y, si fuere necesario, con detectores contra incendios y sistemas de alarma.

Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

20. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

21. PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA

Los lugares de trabajo y, en particular, las puertas, vías de circulación, escaleras, servicios higiénicos y puestos de trabajo, utilizados u ocupados por trabajadores minusválidos, deberán estar acondicionados para que dichos trabajadores puedan utilizarlos.

22. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA

22.1 Aviso previo

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos.

El aviso previo se redactará conteniendo como mínimo:

- Fecha.
- Dirección exacta de la obra.
- Promotor/es [nombre(s) y dirección(es)].
- Tipo de obra.
- Proyectista(s) [nombre(s) y dirección(es)].
- Coordinador(es) en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto [nombre(s) y dirección(es)].
- Coordinador(es) en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra [nombre(s) y dirección(es)].
- Fecha prevista para el comienzo de la obra.
- Duración prevista de los trabajos de la obra.
- Número máximo estimado de trabajadores en la obra.
- Número previsto de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos en la obra.
- Datos de identificación de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, ya seleccionados.

El aviso previo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándose si fuera necesario.

22.2 Libro de registros

LIBRO DE INCIDENCIAS.

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, existirá en el centro de trabajo un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- El colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- La oficina de supervisión de proyectos.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa, los contratistas y subcontratistas y trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Ad- ministraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones.

Efectuada una anotación el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y seguridad social de la provincia de Huelva. Igualmente deberán notificar las anotaciones en libro de incidencias al contratista afectado, y a los representantes de los trabajadores de éste.

LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN.

Es un Libro en el que el contratista debe reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en la obra con empresas sub- contratistas y trabajadores autónomos. Sirve para realizar el control y seguimiento del régimen de subcontratación.

El contratista deberá presentar el Libro de Subcontratación a la autoridad laboral de la Comunidad Autónoma Andaluza para que ésta proceda a su habilitación.

Respecto del Libro de Subcontratación, el contratista deberá tenerlo presente en la obra y al día.

A dicho libro tendrán acceso: el promotor, la dirección facultativa y el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, empresas y trabajadores autónomos de la obra, técnicos de prevención, delegados de prevención y representantes de los trabajadores de las em- presas que intervengan en la obra y por último la Autoridad Laboral.

Se deberá conservar durante los cinco años posteriores a la finalización de su participación en la obra.

LIBRO DE VISITAS.

Las empresas están obligadas a tener en cada centro de trabajo un Libro de Visitas en el modelo establecido. Dicha obligación alcanza, asimismo, a los trabajadores por cuenta propia y a los titulares de centros o establecimientos, aun cuando no empleen trabajadores por cuenta ajena e independientemente del régimen de la Seguridad Social aplicable.

Sin embargo, aquellas empresas que cuenten con centros de trabajo con permanencia inferior a treinta días en los que empleen seis o menos trabajadores no están obligadas a disponer de Libro de Visitas propio de dichos centros, utilizándose a tales efectos el del centro en que se encuentre domiciliada la empresa en la provincia de que se trate.

Cada ejemplar del Libro de Visitas será habilitado por el jefe de la Inspección de la provincia en que radique el centro de trabajo. Los Libros de Visitas de los centros y dependencias centrales de la Administración

General del Estado se habilitarán por el jefe de la Unidad de Inspección radicada en la Autoridad Central.

El Libro de Visitas deberá estar permanentemente a disposición de los Inspectores de Trabajo y Seguridad Social y de los Subinspectores de Empleo y Seguridad Social.

Los Libros de Visitas agotados se conservarán a disposición de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social durante el plazo de cinco años, contados a partir de la fecha de la última diligencia.

23. MODIFICACIONES DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Una vez adjudicadas las obras, el Contratista está obligado a redactar el Plan de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud, deberá adaptarse al presente estudio y al cumplimiento de lo establecido en el R.D. 1627/97 en el artículo 7. En dicho Plan se estudiarán los riesgos laborales que conlleven:

- La mano de obra.
- El medio donde se desarrollen los trabajos.
- Los propios de los materiales empleados.
- Maquinaria para fabricación.
- Maquinaria para el transporte, acopio y almacenamiento.
- Medios para puesta en obra.
- Instalaciones de plantas, grúas, andamiajes, etc. Se tomarán medidas de protecciónes individuales y colectivas.
- El importe de la redacción del plan será por cuenta del adjudicatario.
- El Plan de Seguridad y Salud, con el informe del coordinador, será elevado a la Administración contratante para su aprobación.

En dicho plan y una vez redactado y aprobado, podrán introducirse modificaciones siempre que éstas no disminuyan las condiciones de seguridad y salud establecidas en el mismo

24. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA

El abono de las obras se realizará conjuntamente con las certificaciones mensuales de la obra ejecutada y están sujetas a las mismas normas que para el resto de las partidas presupuestarias del Proyecto.

La medición de los elementos, equipos e instalaciones de seguridad se realizará en la obra por el Contratista Adjudicatario que a su vez entregará a la Dirección Facultativa de Seguridad para su verificación y aprobación.

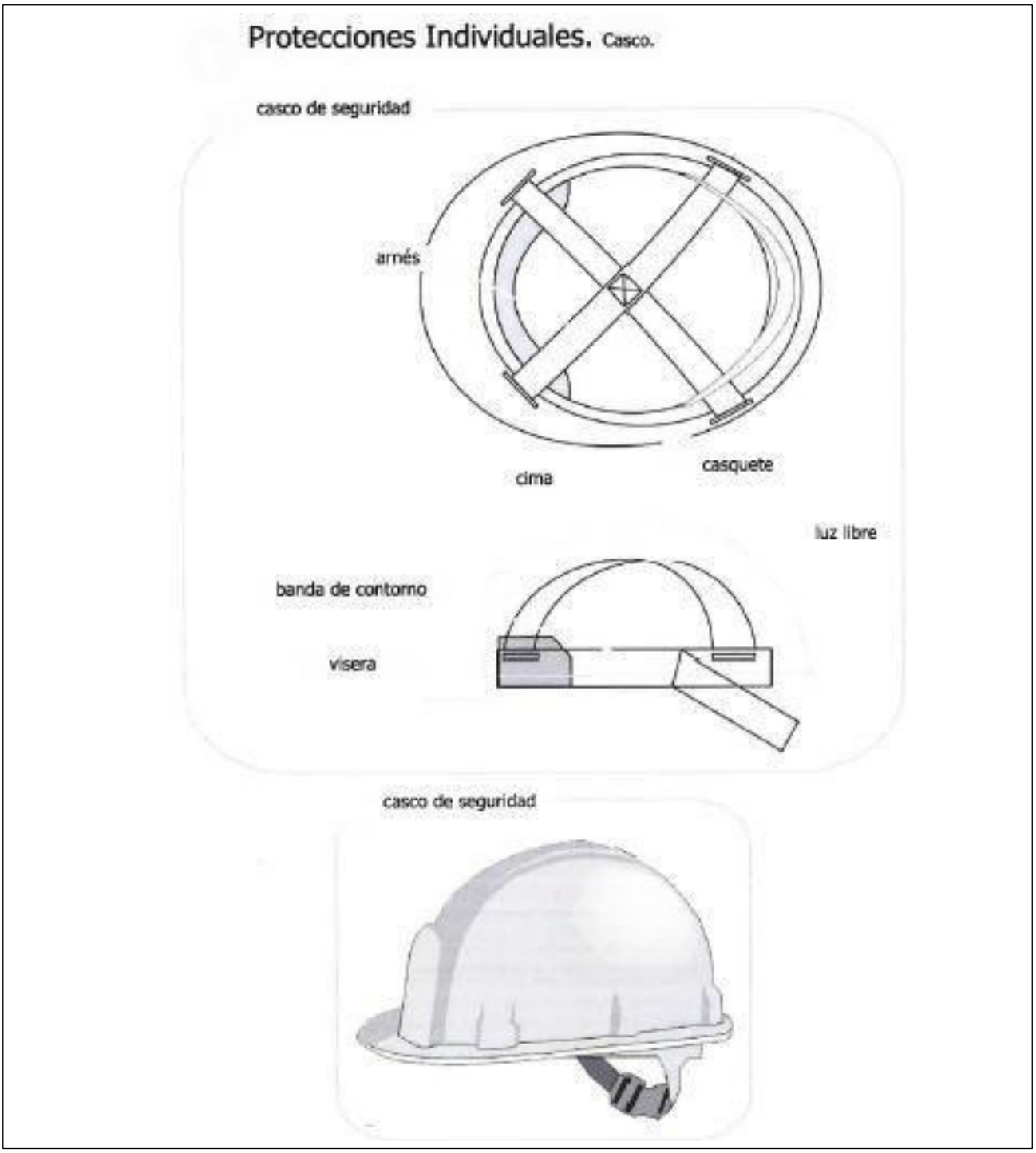
La valoración se efectuará por aplicación a las mediciones al origen resultantes de los precios que para cada

unidad de obra figuran en el Cuadro de Precios núm. 1 del Plan de Seguridad y Salud que está obligado a elaborar el Contratista.

Sobre esta valoración se aplicarán los mismos coeficientes que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para el resto de las partidas presupuestarias del Proyecto

25. PLANOS

25.1. Protecciones individuales



Protecciones Individuales. Auditivos.

tapones de espuma



espuma de poliuretano

tapones de espuma con arco



orejeras



coquillas sobre casco



Protecciones Individuales. Auditivos.

tapones de espuma



espuma de poliuretano

tapones de espuma con arco

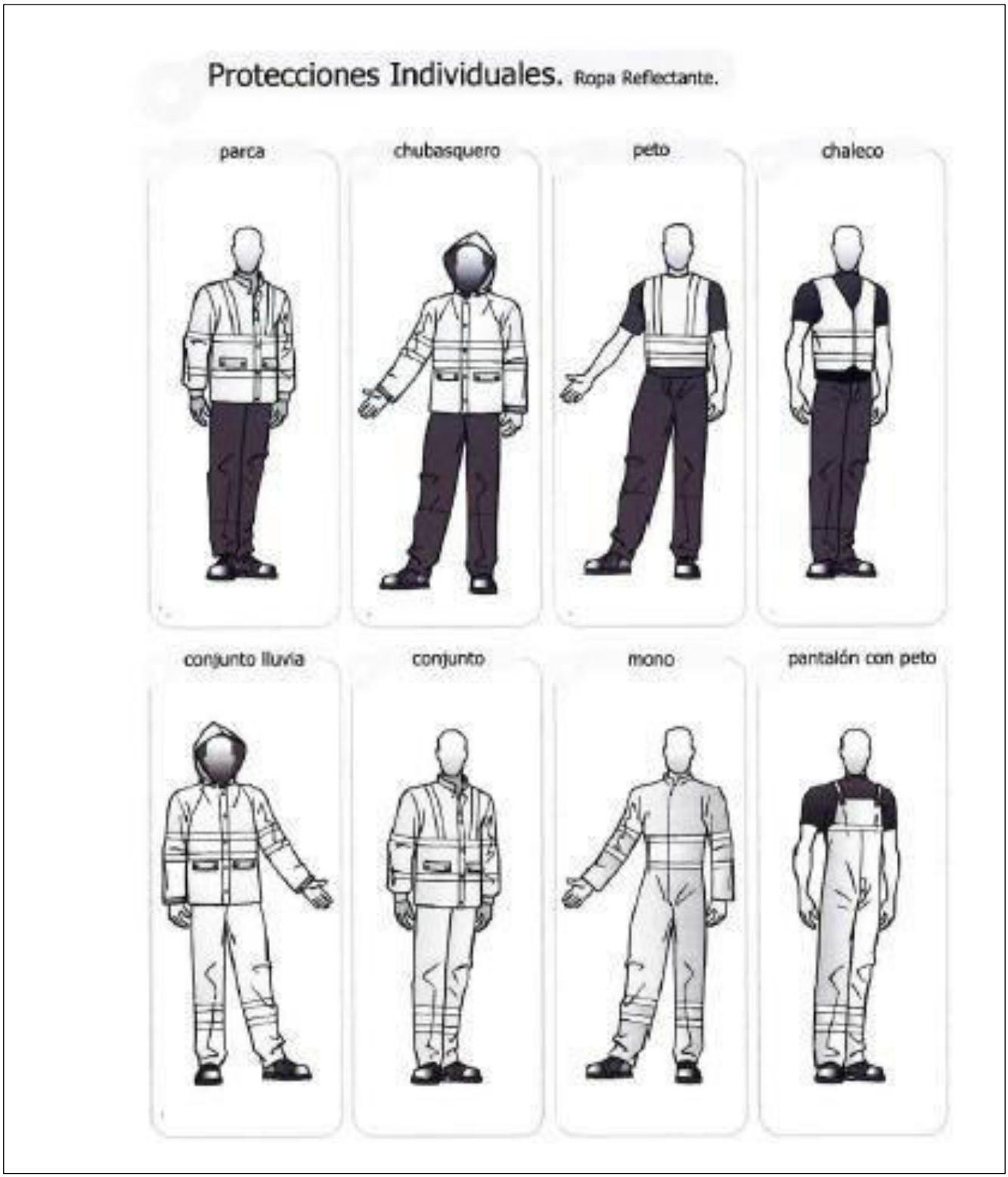


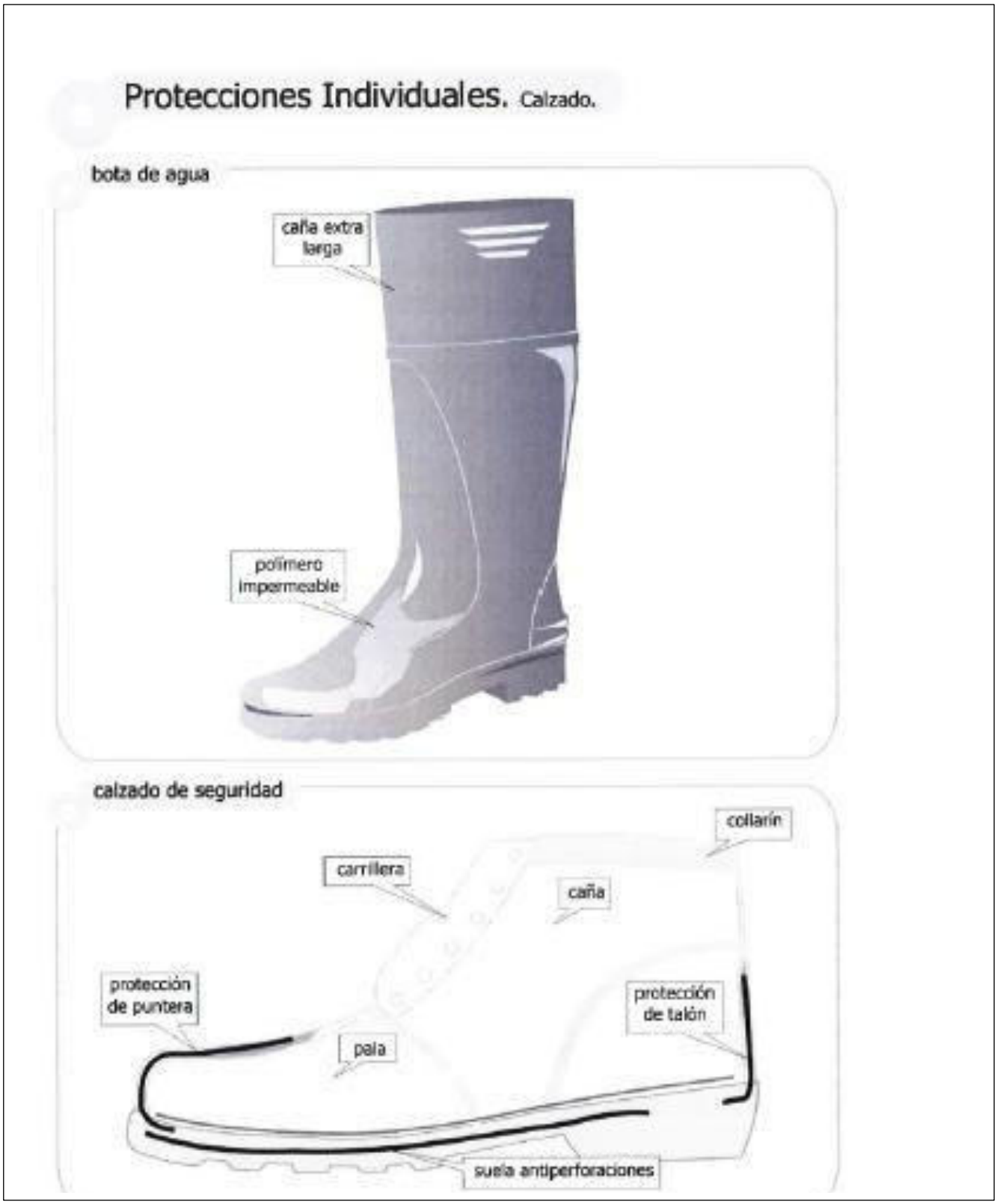
orejeras



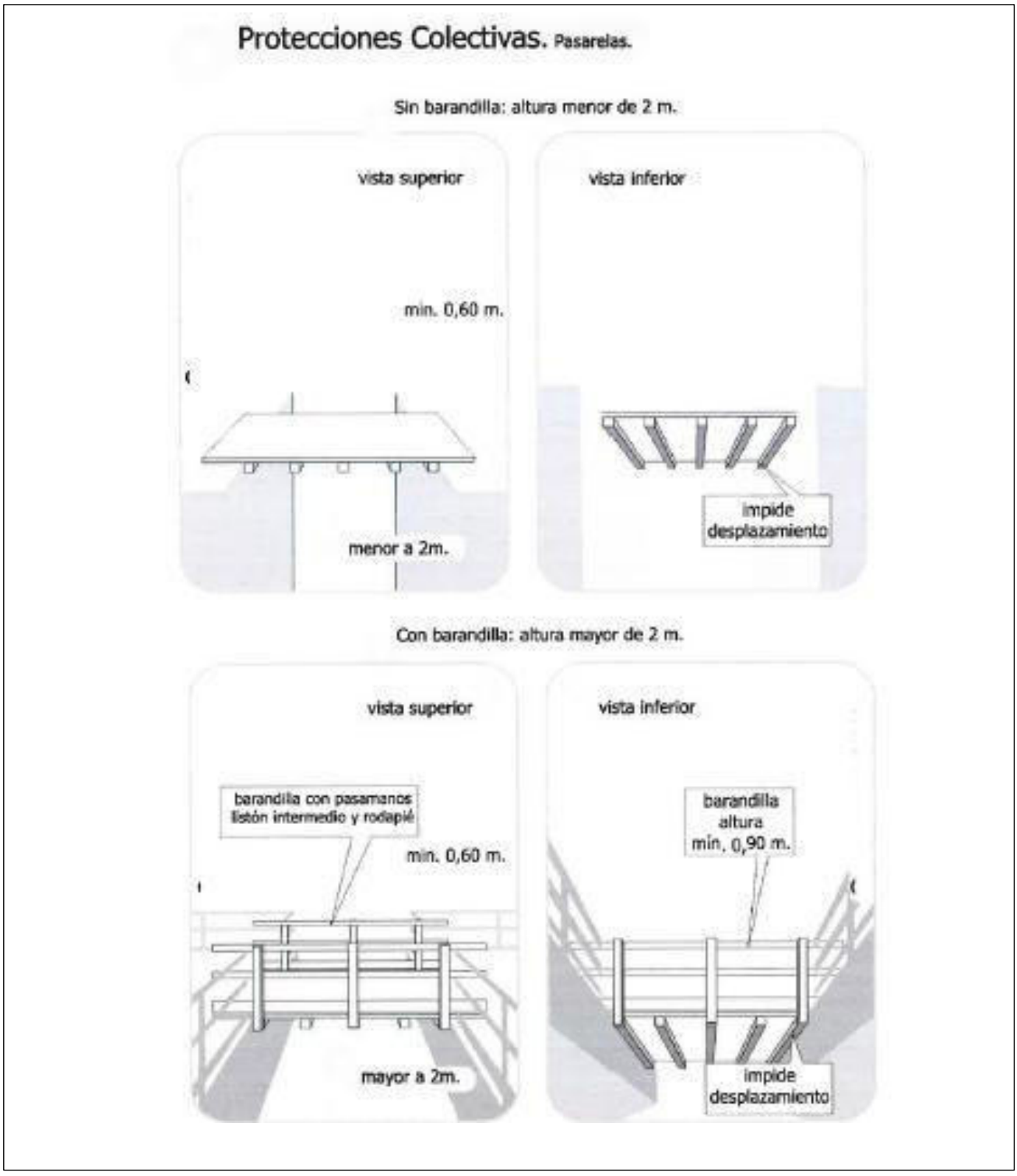
coquillas sobre casco




Protecciones Individuales. Ropa Reflectante.
parca
chubasquero
peto
chaleco
conjunto lluvia
conjunto
mono
pantalón con peto

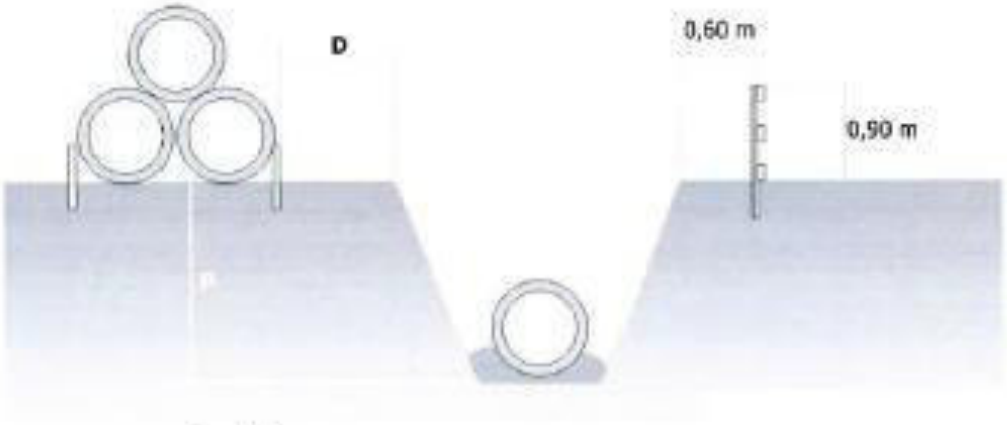

Protecciones Individuales. Calzado.
bota de agua
caña extra larga
polímero impermeable
calzado de seguridad
collarín
carrillera
caña
protección de puntera
pala
protección de talón
suela antiperforaciones

25.2. Protecciones colectivas



25.3. Movimiento de tierras

Movimiento de tierras. Canalizaciones con talud.



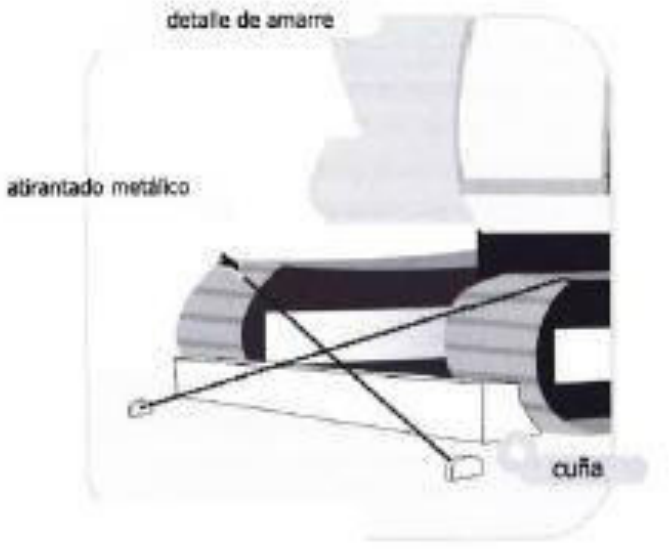
D> P/2
D> P en terrenos porosos

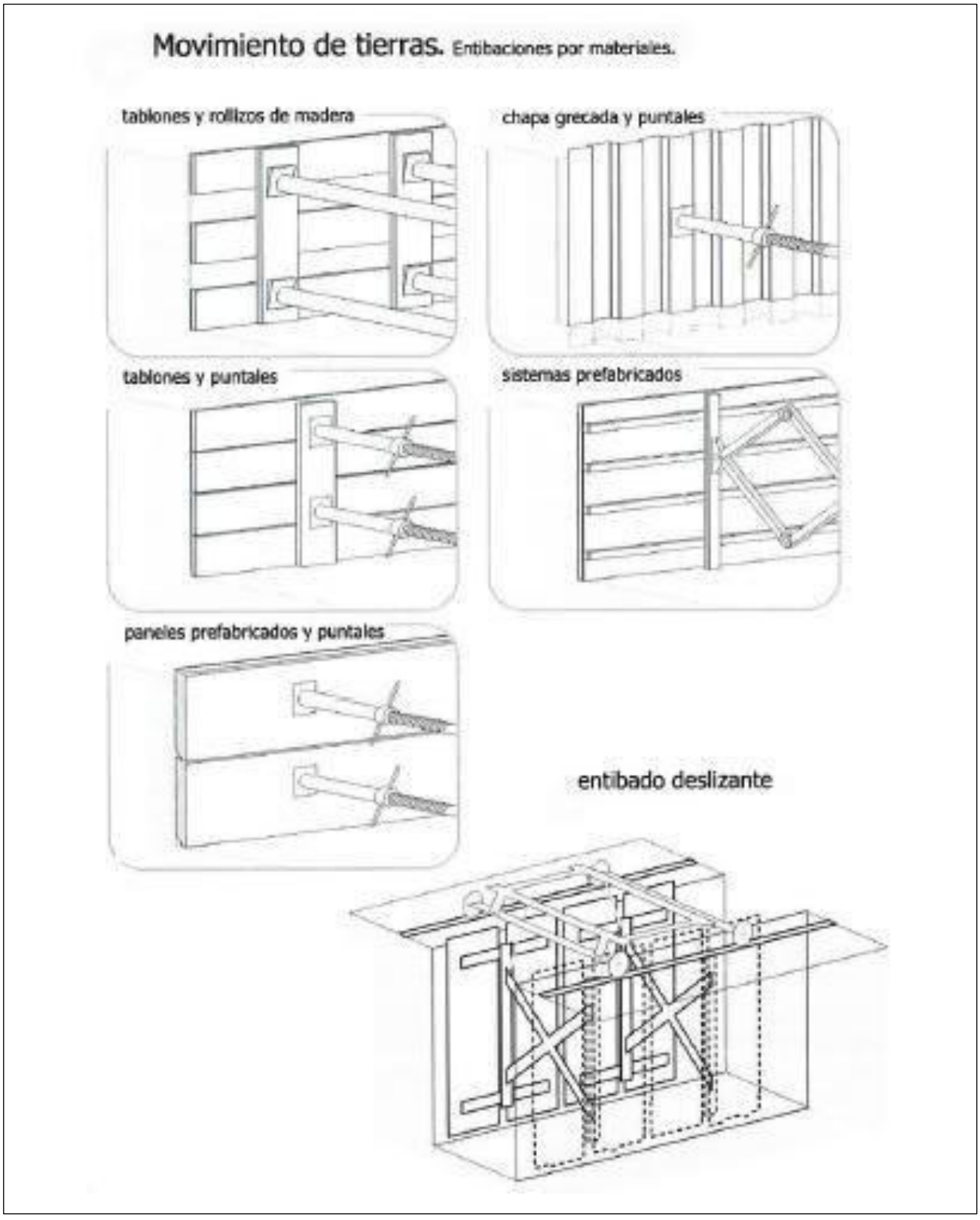
Señalización. Señales normalizadas de maniobra. Gestos Generales.

significado	descripción	ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante	
Alto: Interrupción Fin de movimiento	El brazo extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho	

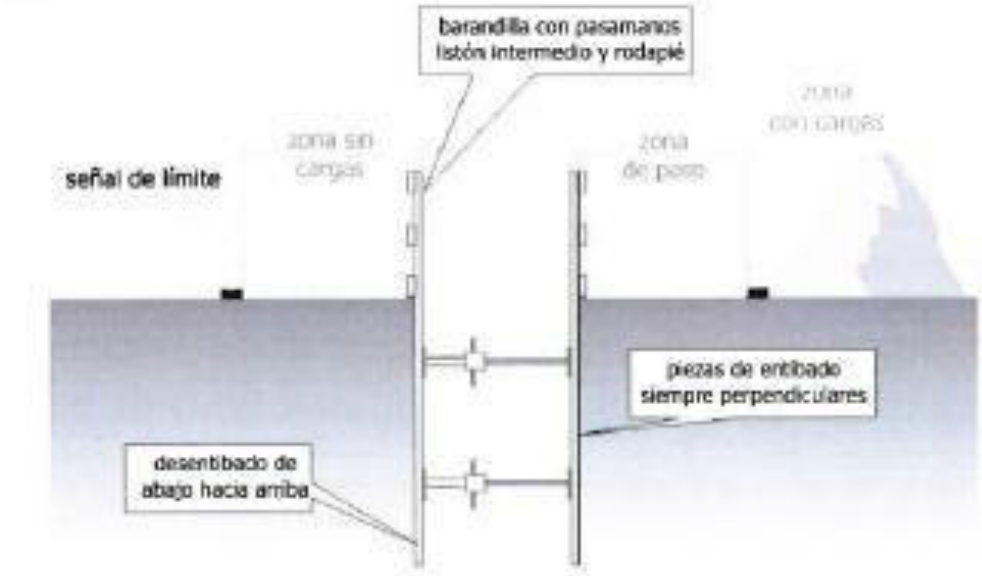
Movimiento de tierras. Transporte de maquinaria.



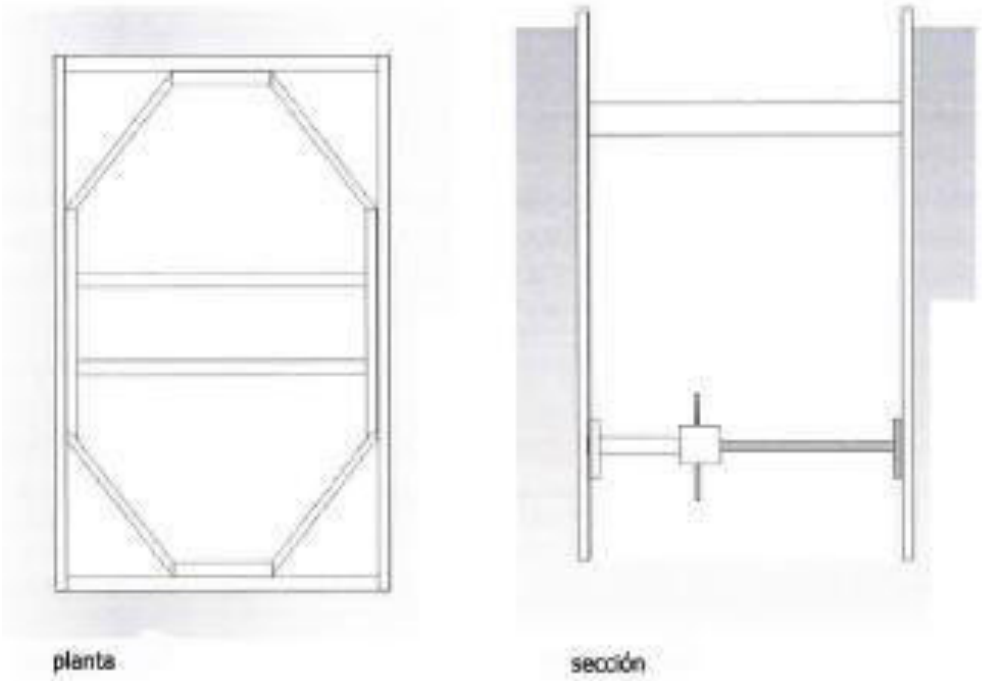



Movimiento de tierras. Entibaciones por materiales.
tablones y rollizos de madera
chapa grecada y puntales
tablones y puntales
sistemas prefabricados
paneles prefabricados y puntales
entibado deslizante

Movimiento de tierras. Canalizaciones con entibación.

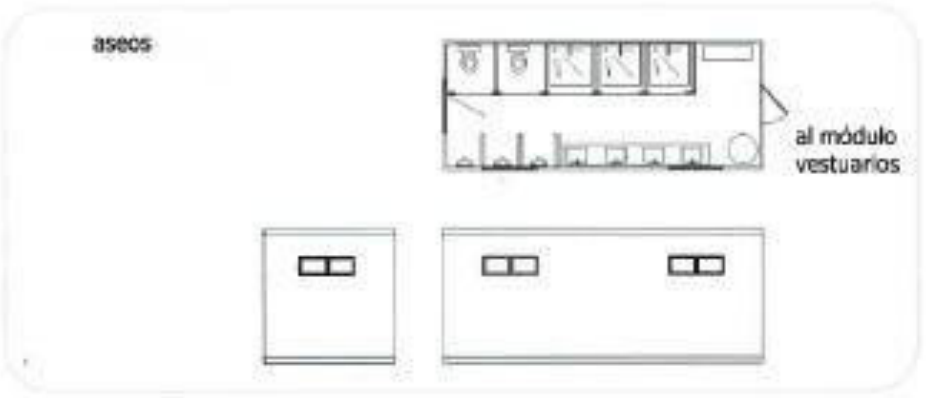


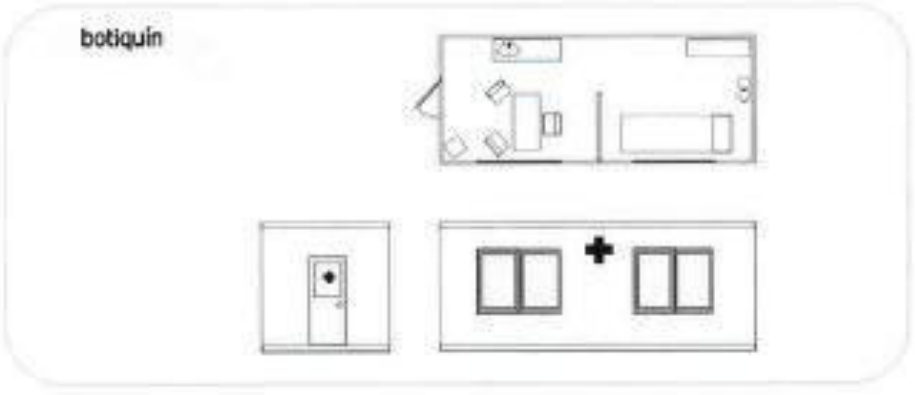
Movimiento de tierras. Entibaciones para pozos.



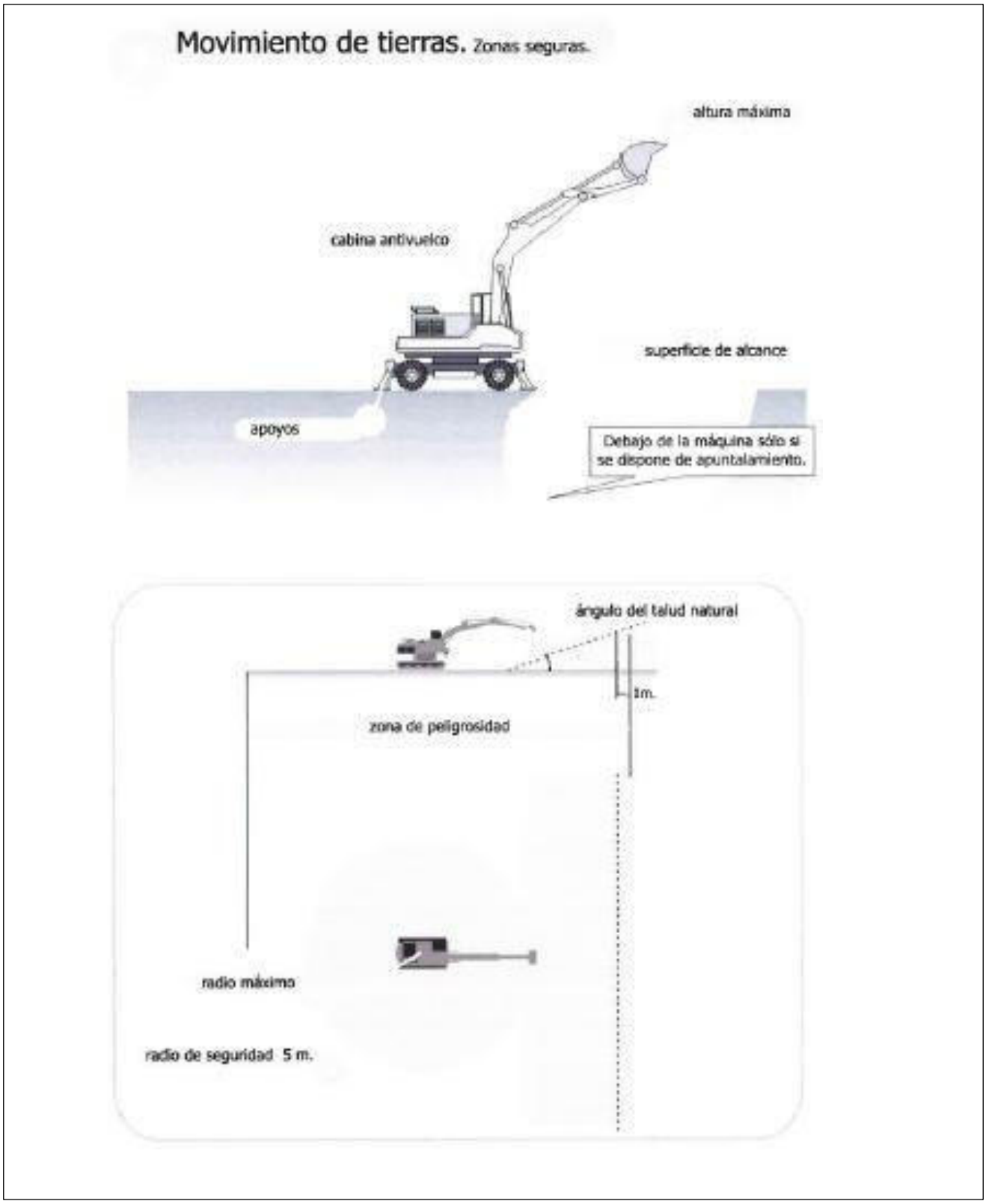
25.4. Instalaciones auxiliares



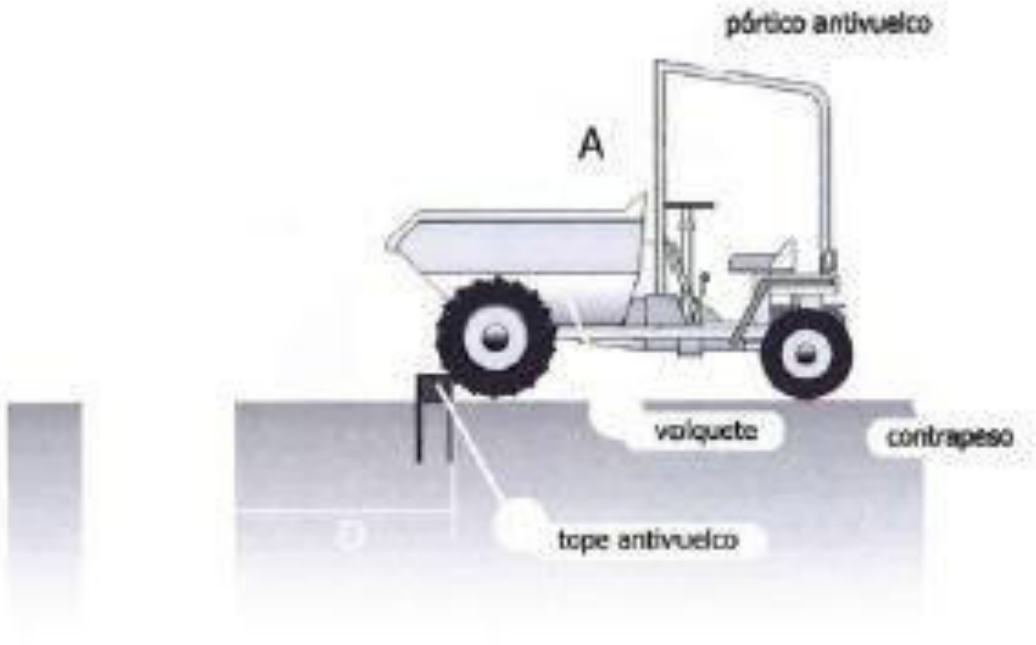




25.5. Movimiento de tierras. Transporte de maquinaria

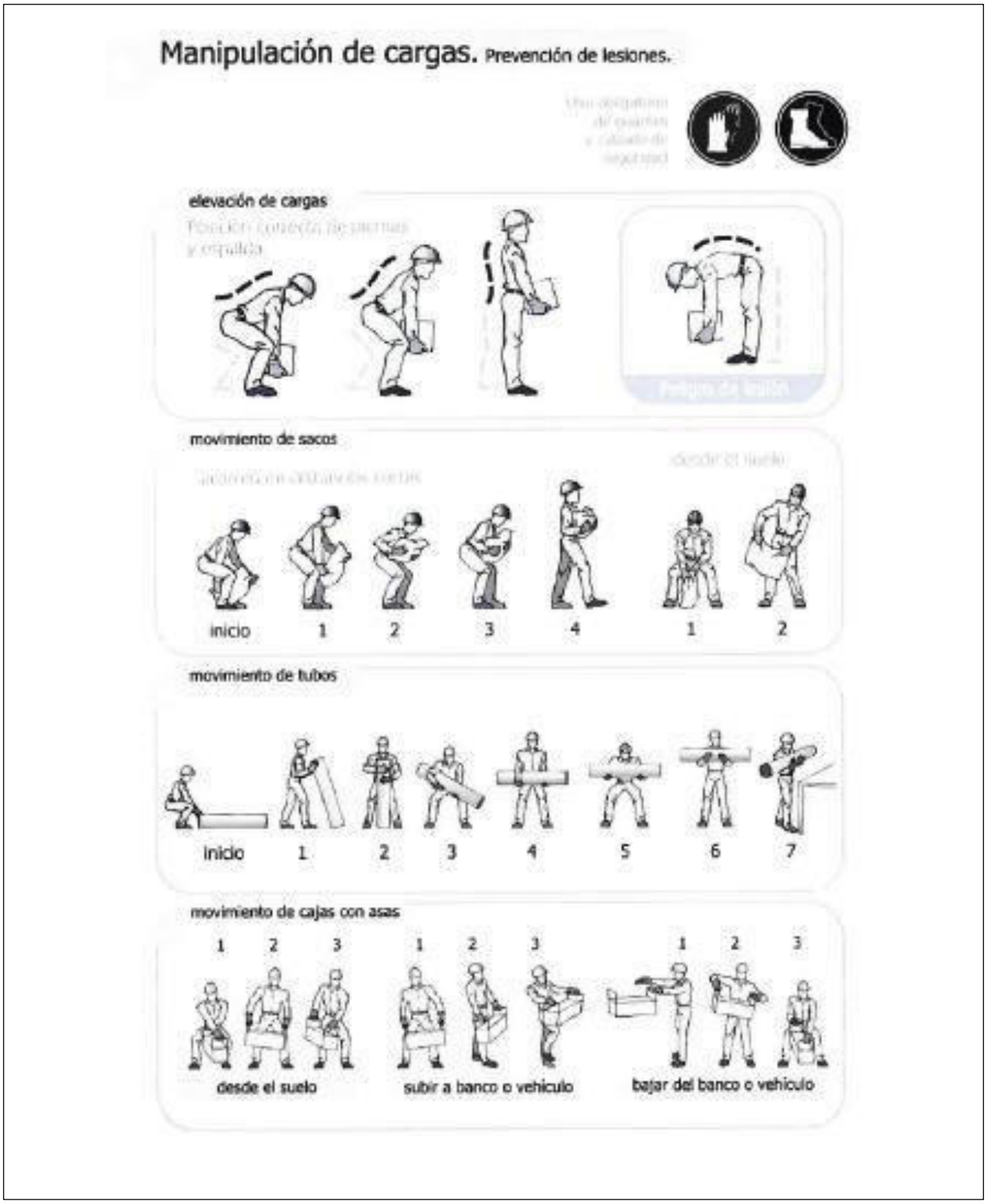


Movimiento de tierras. Uso de dumpers. Medidas de seguridad.



A= la carga no debe reducir el ángulo de visión
D= distancia segura según tipo de suelo y entibado

25.6. Manipulación de cargas



25.7. Señalización de maniobra

Señalización. Señales normalizadas de maniobra. Movimientos verticales.

significado	descripción	ilustración
Izar	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo	
Bajar	Brazo derecho extendido hacia abajo, la palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo	
Distancia vertical	Las manos indican la distancia	

Señalización. Señales normalizadas de maniobra. Movimientos horizontales.

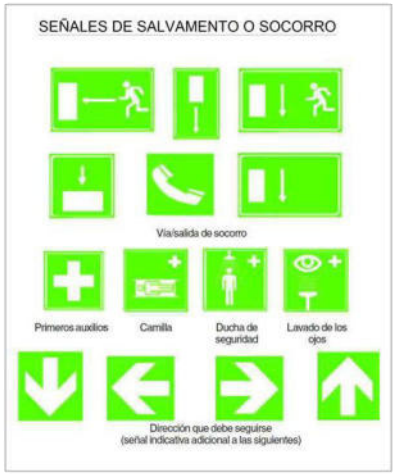
significado	descripción	ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo	
Retroceder	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo	
Hacia la derecha con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección	
Hacia la izquierda con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia	

25.8. Cartelería

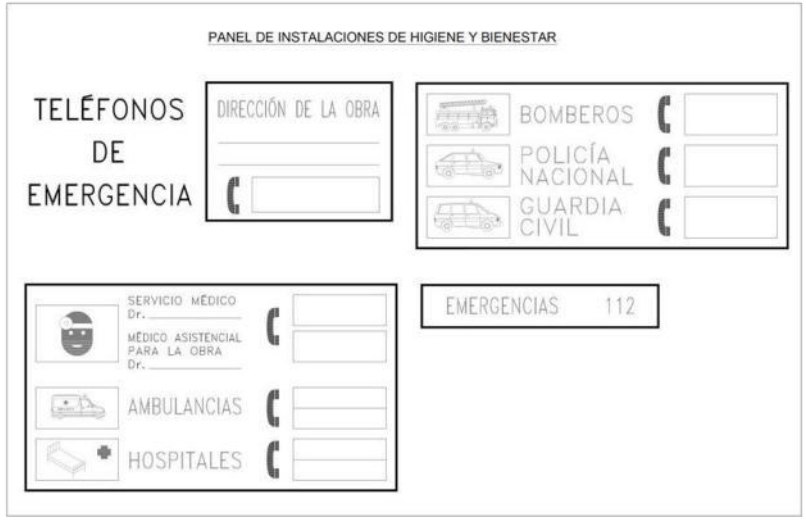














ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TB-1		PANEL DIRECCIONAL ALTO
TB-2		PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-3		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO
TB-4		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-5		PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO
TB-6		CONO
TB-7		PANEL VERTICAL
TB-8		PANEL VERTICAL ALTO

ELEMENTOS LUMINOSOS

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TL-7		LINEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS
TL-8		CASCADA LUMINOSA (MÓVIL)
TL-10		LUZ AMARILLA FIJA
TL-11		LUZ ROJA FIJA
TL-12		SEMÁFORO

SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TR-5		PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO
TR-400a		SENTIDO OBLIGATORIO
TR-400b		SENTIDO OBLIGATORIO
TR-401a		PASO OBLIGATORIO
TR-401b		PASO OBLIGATORIO
TR-500		FIN DE PROHIBICIONES

SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

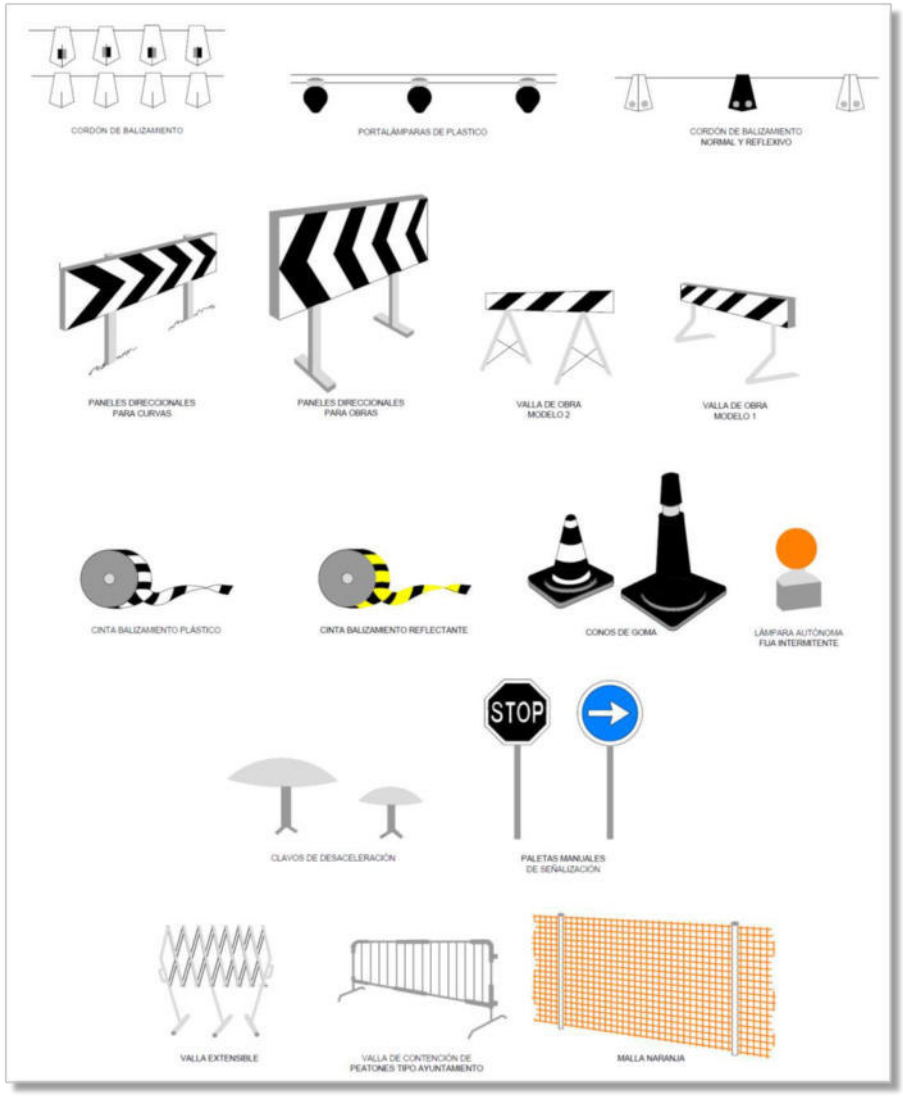
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TR-205		LIMITACIÓN DE ALTURA
TR-301		VELOCIDAD MÁXIMA
TR-302		GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO
TR-303		GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO
TR-305		ADELANTAMIENTO PROHIBIDO
TR-306		ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES

SEÑALES DE PELIGRO

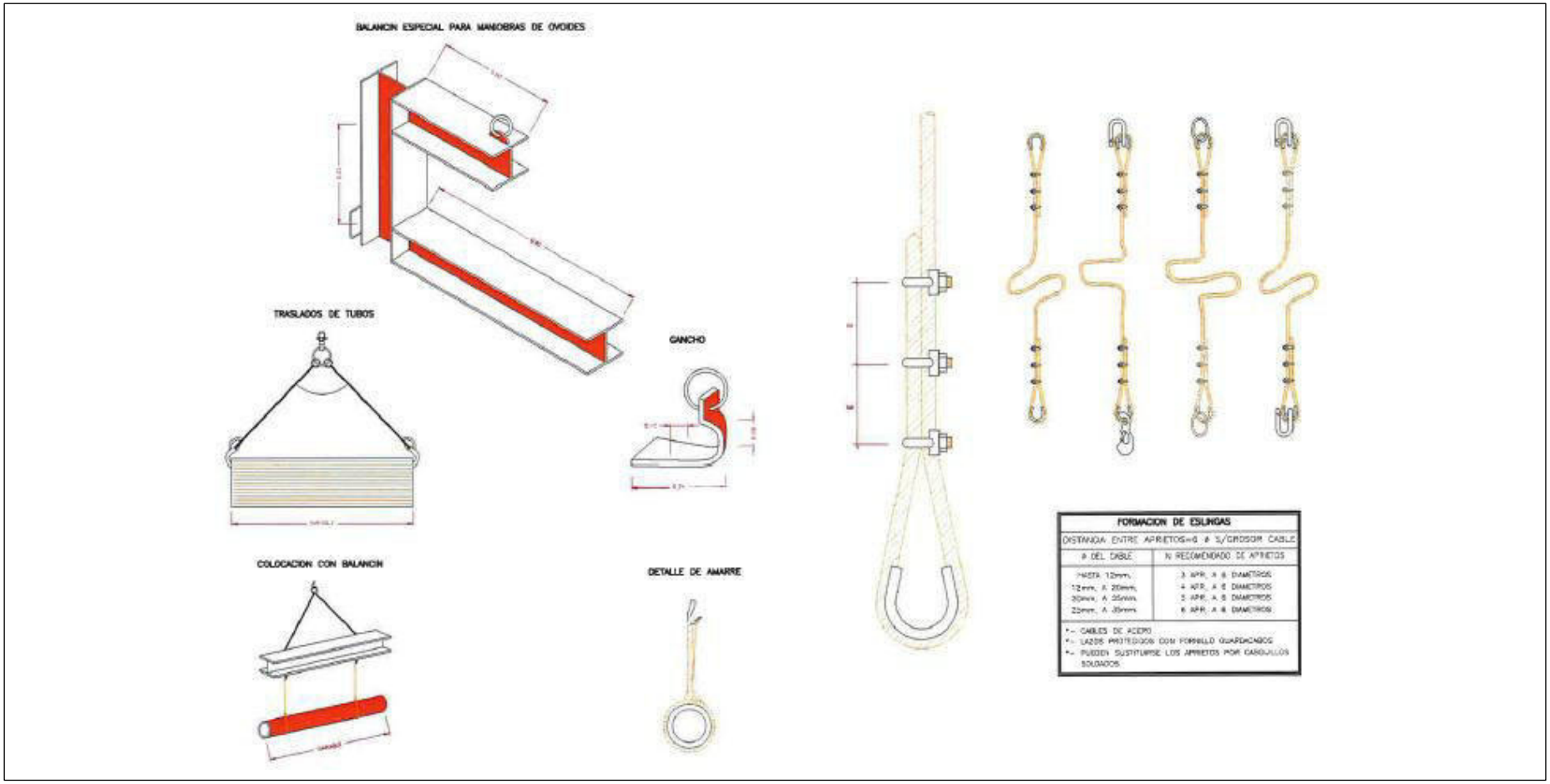
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TP.15a		RESALTO
TB-15b		BADÉN
TP-17		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA
TP-17a		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA DERECHA
TP-17b		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA IZQUIERDA
TP-18		OBRAS
TP-19		CONGESTIÓN
TP-20		SEMÁFORO
TP-50		OTROS PELIGROS
TP-8		PASO A NIVEL SIN BARRERAS
R-2		DETENCIÓN OBLIGATORIA

SEÑALES MANUALES

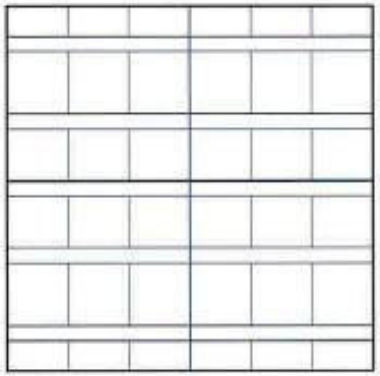
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TM-1		DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO
TM-2		DISCO DE STOP O PASO PROHIBIDO



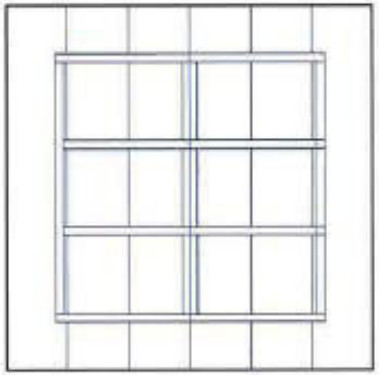
25.9. Varios


BALANCIN ESPECIAL PARA MANIOBRAS DE OVOIDES
TRASLADOS DE TUBOS
GANCHO
COLOCACION CON BALANCIN
DETALLE DE AMARRE
FORMACION DE ESLINGAS
DISTANCIA ENTRE APRIETES=6 ø S/GROSOR CABLE
ø DEL CABLE
Nº RECOMENDADO DE APRIETES
HASTA 12mm.
3 APR. A 6 DIAMETROS
12mm. A 20mm.
4 APR. A 6 DIAMETROS
20mm. A 25mm.
5 APR. A 6 DIAMETROS
25mm. A 35mm.
6 APR. A 6 DIAMETROS
*- CABLES DE ACERO
*- LAZOS PROTEGIDOS CON FORNILLO GUARDACABOS
*- PUEDEN SUSTITUIRSE LOS APRIETES POR CASQUILLOS SOLDADOS

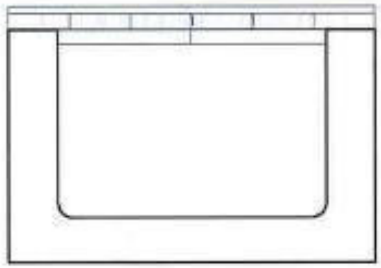
ARQUETAS GRANDES



CARA SUPERIOR

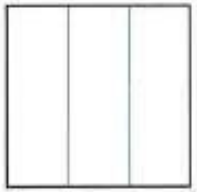


CARA INFERIOR

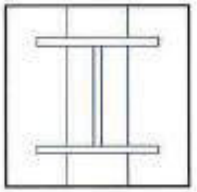


SECCION

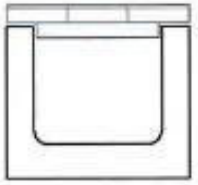
ARQUETAS PEQUEÑAS



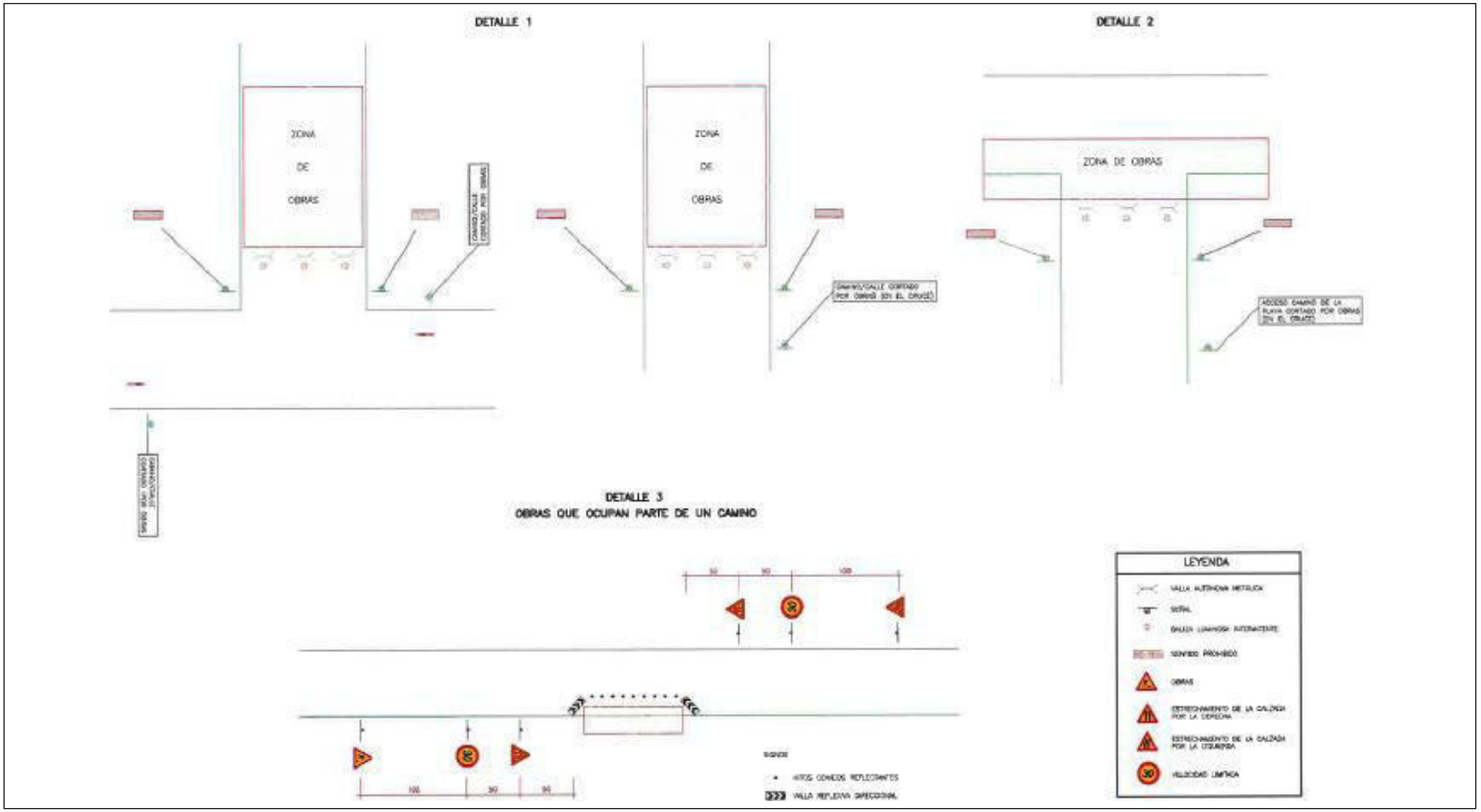
CARA SUPERIOR

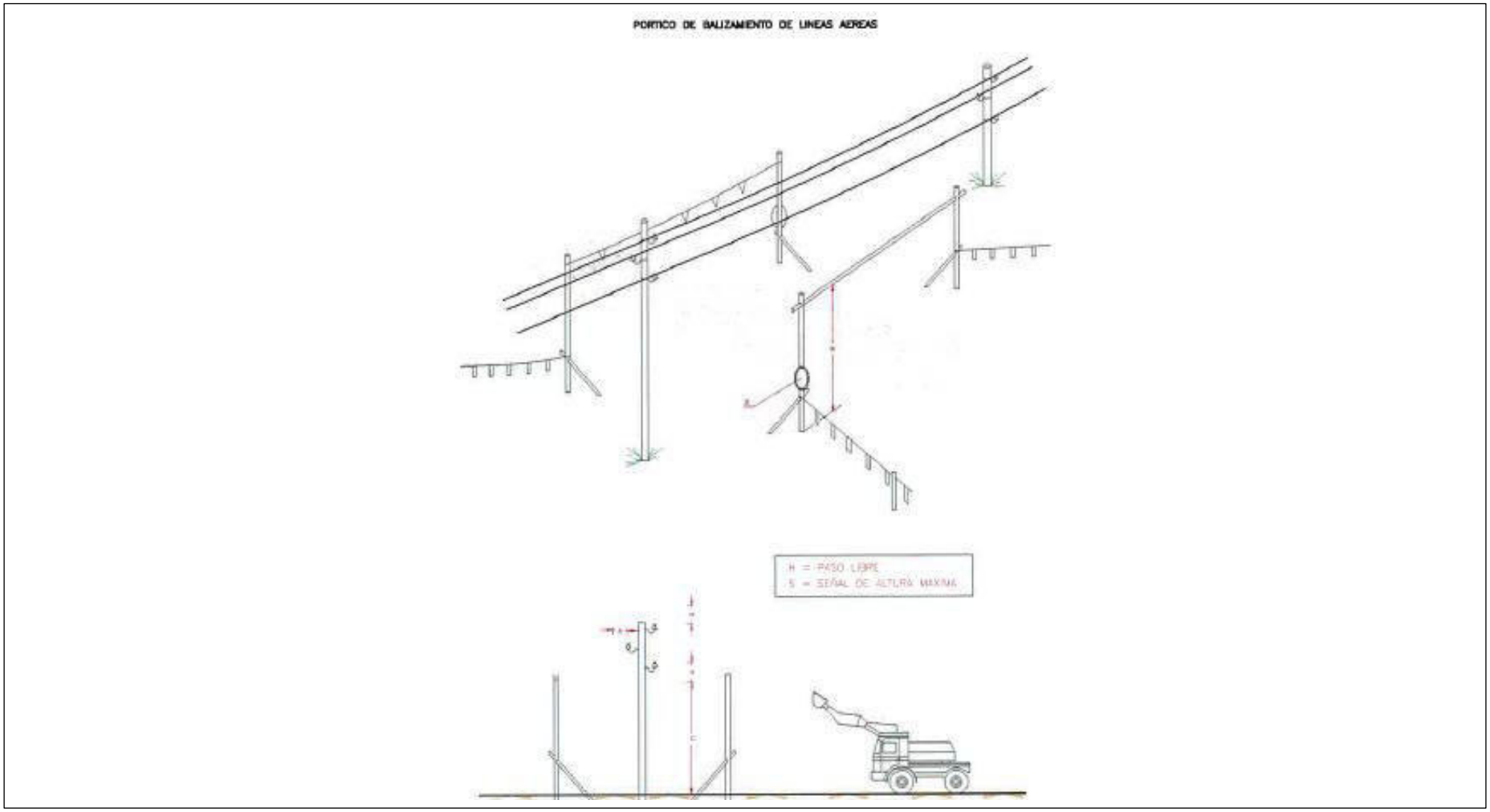


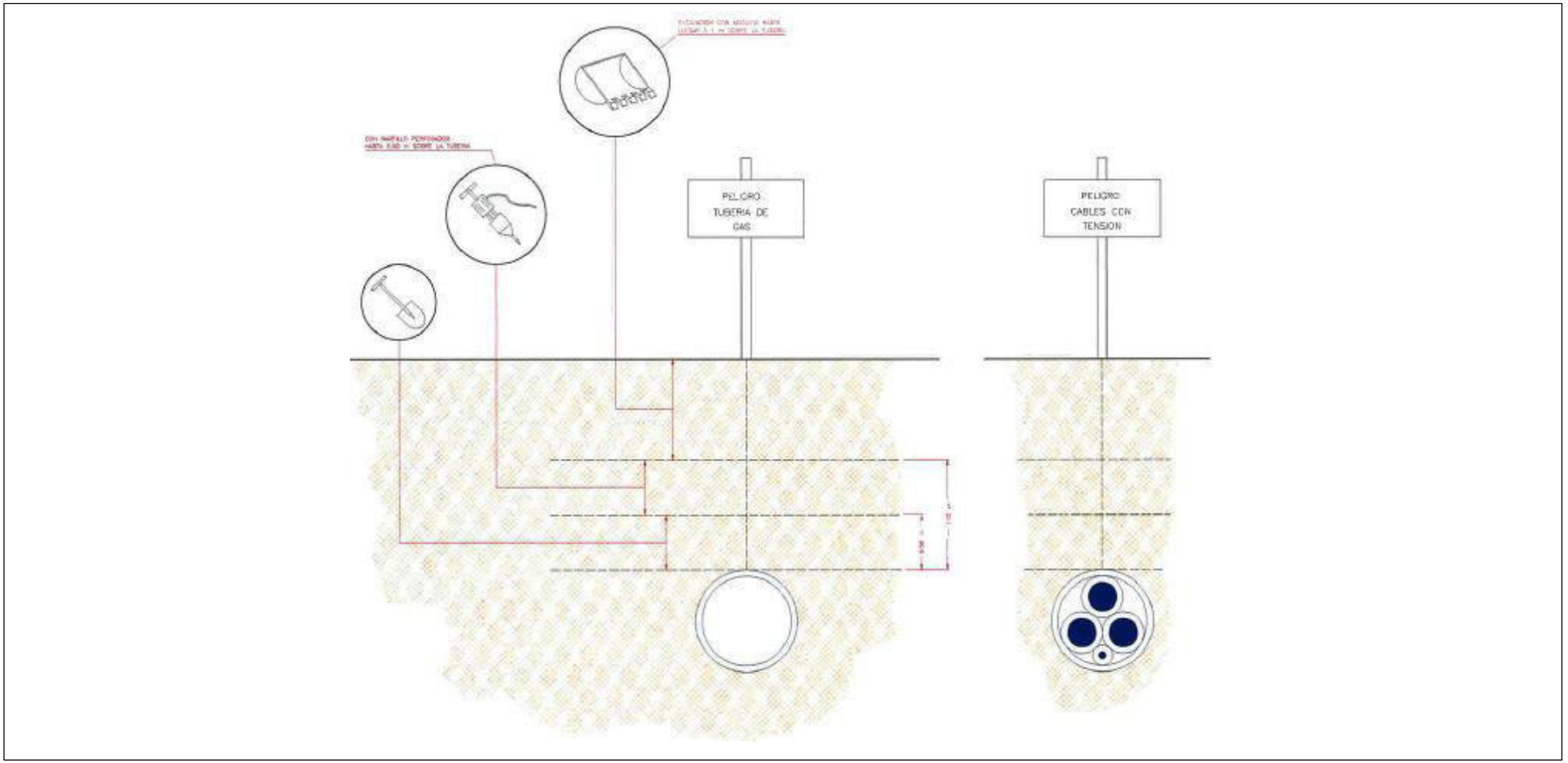
CARA INFERIOR

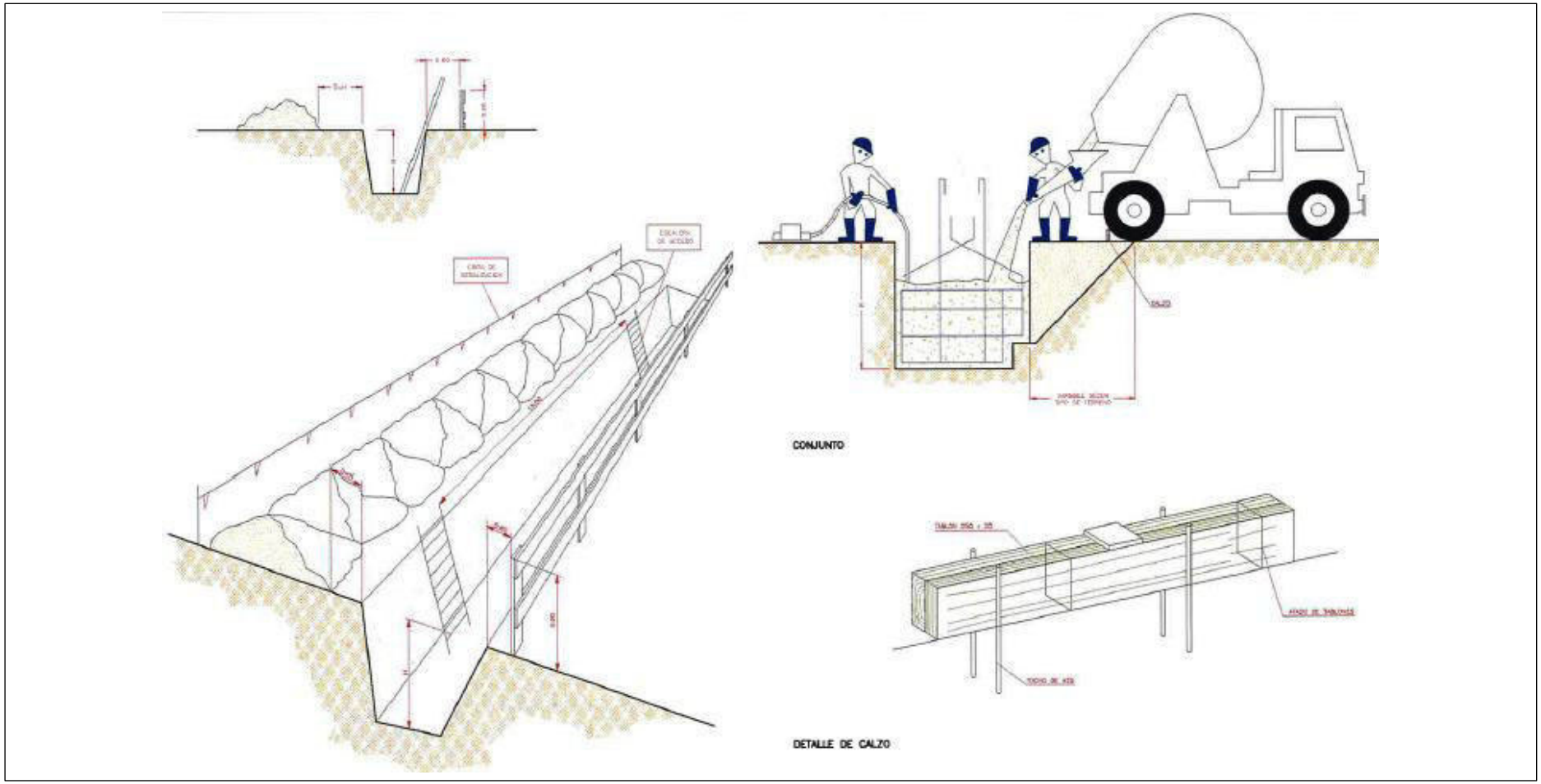


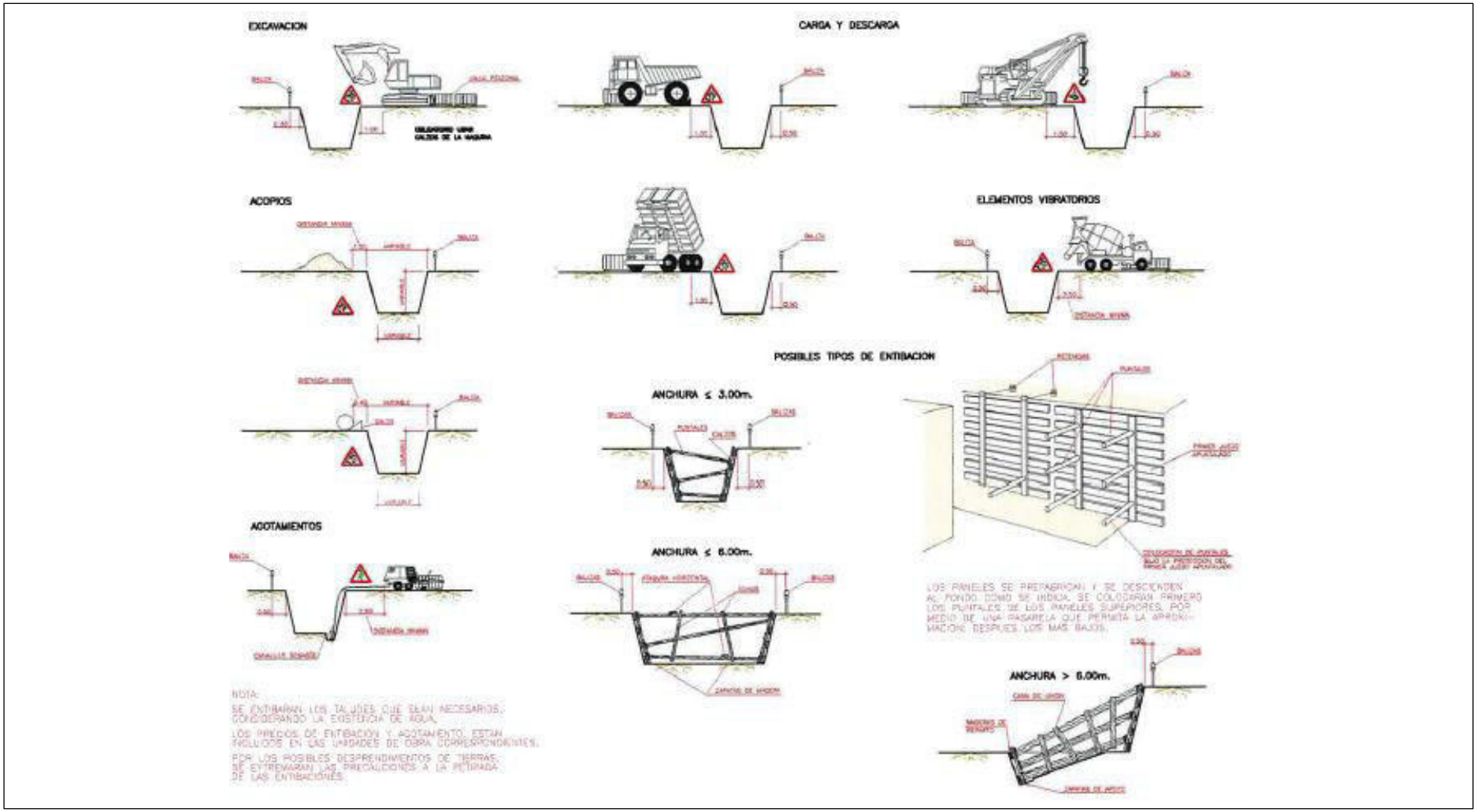
SECCION

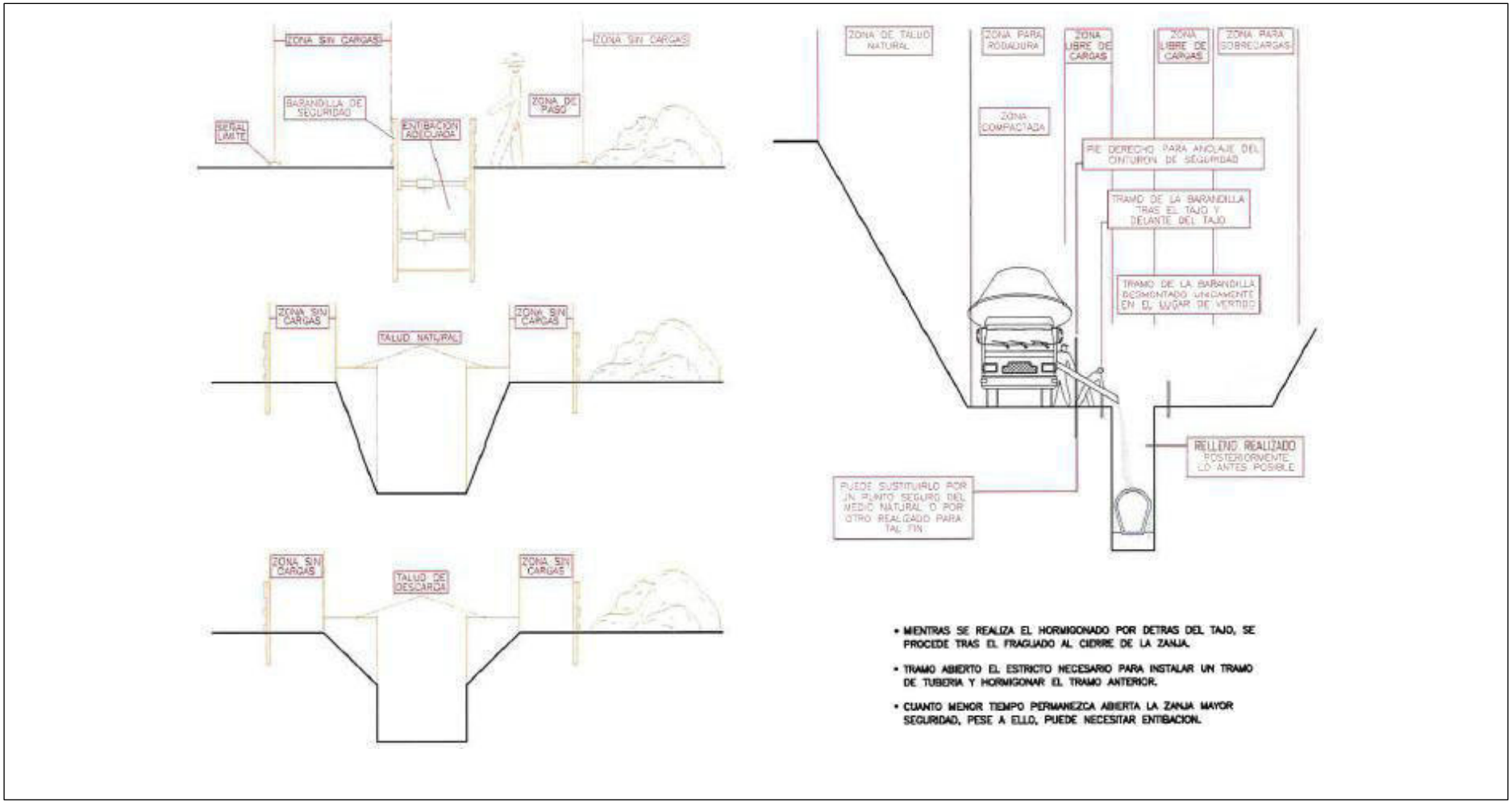

DETALLE 1
ZONA
DE
OBRAS
DETALLE 2
ZONA DE OBRAS
DETALLE 3
OBRAS QUE OCUPAN PARTE DE UN CAMINO
LEYENDA


PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS AEREAS
H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA


PELIGRO
TUBERIA DE
GAS
PELIGRO
CABLES CON
TENSION


CONJUNTO
DETALLE DE CALZO

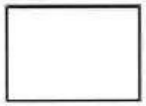

EXCAVACION
CARGA Y DESCARGA
ACOPIOS
ELEMENTOS VIBRATORIOS
POSIBLES TIPOS DE ENTIBACION
ANCHURA ≤ 3.00m.
ANCHURA ≤ 6.00m.
ANCHURA > 6.00m.
AGOTAMIENTOS
NOTA:
SE ENTIBARÁN LOS TALUDES QUE SEAN NECESARIOS, CONSIDERANDO LA EXISTENCIA DE AGUA.
LOS PRECIOS DE ENTIBACIÓN Y AGOTAMIENTO, ESTAN INCLUIDOS EN LAS UNIDADES DE OBRA CORRESPONDIENTES.
POR LOS POSIBLES DESPRENDIMIENTOS DE TIERRAS, SE EXTREMARAN LAS PRECAUCIONES A LA HORA DE LAS ENTIBACIONES.
LOS PANELES SE PREFABRICAN Y SE DESCIENDEN AL FONDO DONDE SE INDICA, SE COLOCARAN PRIMERO LOS PUNTALES DE LOS PANELES SUPERIORES, POR MEDIO DE UNA PASARELA QUE PERMITA LA APROXIMACION, DESPUES LOS MAS BAJOS.


ZONA SIN CARGAS
BARANDILLA DE SEGURIDAD
BERMA LIMITE
ENTIBACIÓN ADECUADA
ZONA DE PASO
ZONA SIN CARGAS
ZONA SIN CARGAS
TALUD NATURAL
ZONA SIN CARGAS
ZONA SIN CARGAS
TALUD DE DESCARGA
ZONA SIN CARGAS
ZONA DE TALUD NATURAL
ZONA PARA RODADURA
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA PARA SOBRECARGAS
ZONA COMPACTADA
PIE DERECHO PARA ANCLAJE DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD
TRAMO DE LA BARANDILLA TRAS EL TAJO Y DELANTE DEL TAJO
TRAMO DE LA BARANDILLA DESMONTADO ÚNICAMENTE EN EL LUGAR DE VERTIDO
RELLENO REALIZADO POSTERIORMENTE LO ANTES POSIBLE
PUEDE SUSTITUIRLO POR UN PUNTO SEGURO DEL MEDIO NATURAL O POR OTRO REALIZADO PARA TAL FIN.
• MIENTRAS SE REALIZA EL HORMIGONADO POR DETRAS DEL TAJO, SE PROCEDE TRAS EL FRAGUADO AL CIERRE DE LA ZANJA.
• TRAMO ABIERTO EL ESTRICTO NECESARIO PARA INSTALAR UN TRAMO DE TUBERIA Y HORMIGONAR EL TRAMO ANTERIOR.
• CUANTO MENOR TIEMPO PERMANEZCA ABIERTA LA ZANJA MAYOR SEGURIDAD, PESE A ELLO, PUEDE NECESITAR ENTIBACION.

SEÑALES DE INDICACION (1)

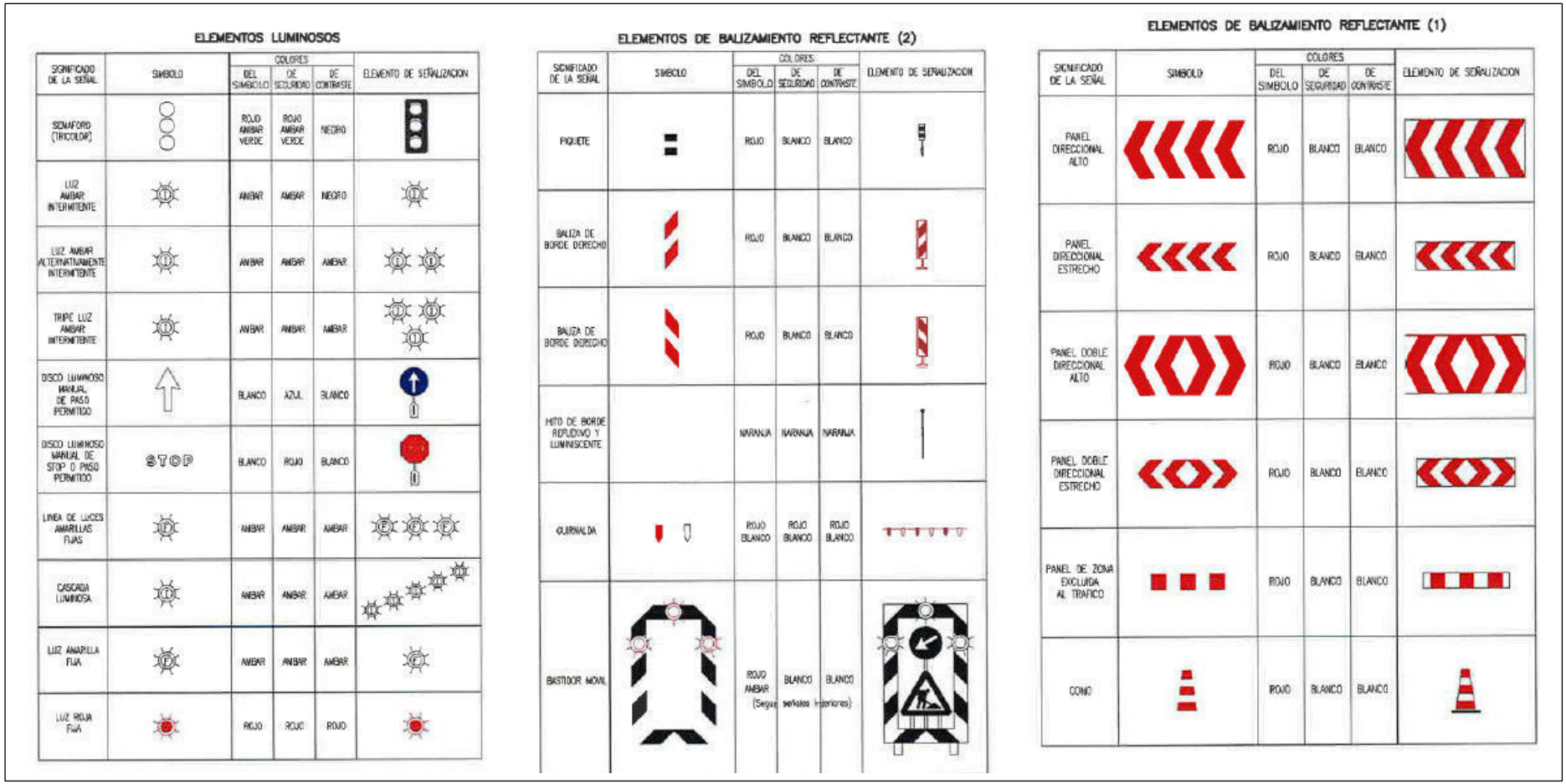
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES DE INDICACION (2)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PRESEÑALIZACION DE DIRECCIONES	↑CIUDAD CIUDAD→	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
LONGITUD DEL TRAMO PELIGROSO O SUJETO A PRESCRIPCION	↑Num. Km↑	NEGRO		NEGRO	
PANEL GENERICO CON LA INSCRIPCION QUE CORRESPONDA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES MANUALES

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
BANDERA ROJA		ROJO	ROJO	ROJO	
DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO DE STOP DE PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	



ELEMENTOS LUMINOSOS

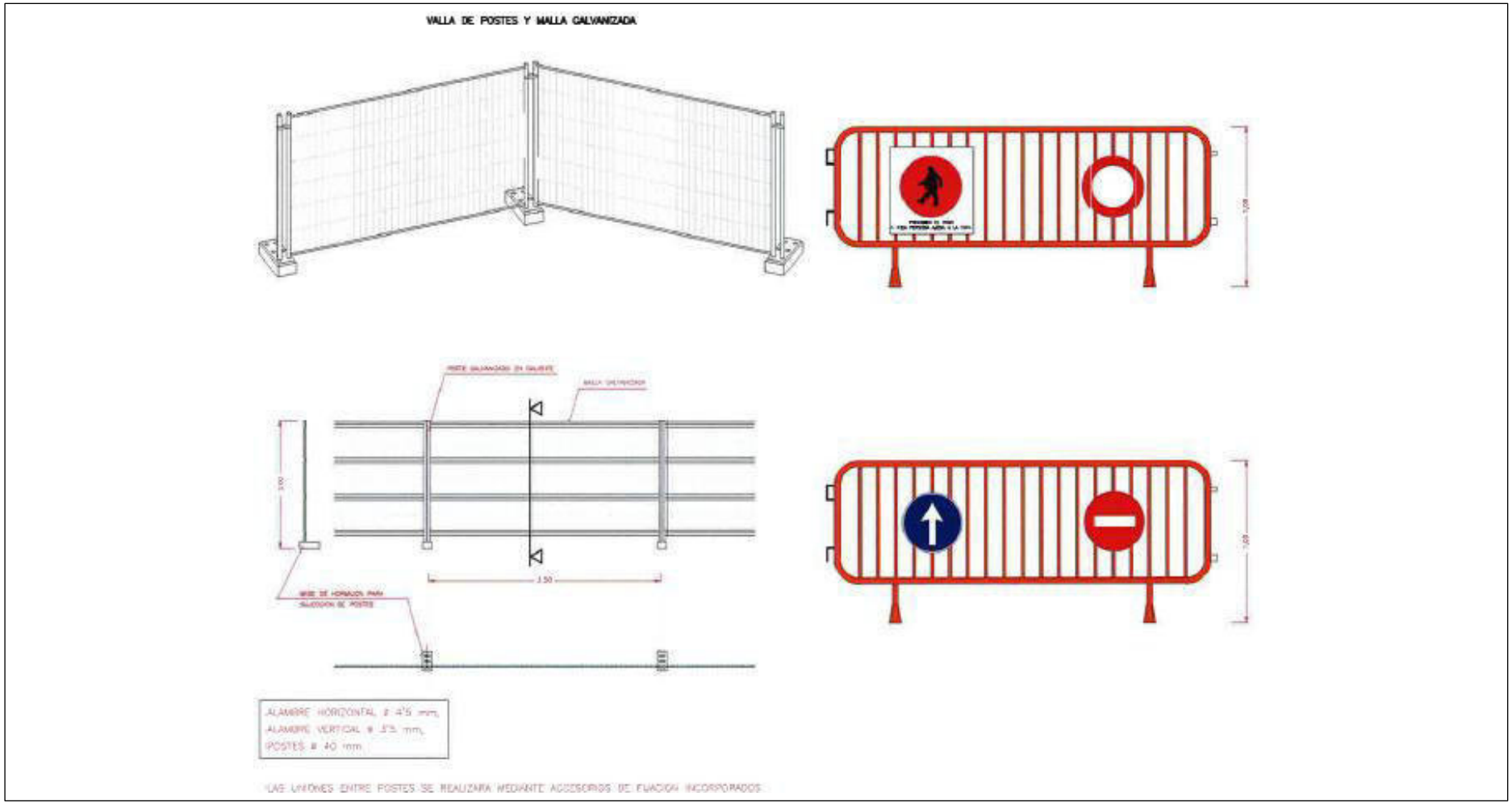
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
SEMAFORO (TRICOLOR)		ROJO AMBAR VERDE	ROJO AMBAR VERDE	NEGRO	
LUZ AMBAR INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	NEGRO	
LUZ AMBAR ALTERNATIVAMENTE INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
TRIPE LUZ AMBAR INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
DISCO LUMINOSO MANUAL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO LUMINOSO MANUAL DE STOP O PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	
LINEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
CASCADA LUMINOSA		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
LUZ AMARILLA FIJA		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
LUZ ROJA FIJA		ROJO	ROJO	ROJO	

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (2)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PIQUETE		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
MITO DE BORDE REFLEXIVO Y LUMINISCENTE		NARANJA	NARANJA	NARANJA	
GUIRNALDA		ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	
BASTIDOR MOVIL		ROJO AMBAR (Segu	BLANCO señales	BLANCO teriores)	

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (1)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PANEL DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
CONO		ROJO	BLANCO	BLANCO	


VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA
1.50
ALAMBRE HORIZONTAL Ø 4'5 mm.
ALAMBRE VERTICAL Ø 3'5 mm.
POSTES Ø 40 mm.
LAS UNIONES ENTRE POSTES SE REALIZARA MEDIANTE ACCESORIOS DE FIJACION INCORPORADOS

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (1)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO		ROJO NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PRIORIDAD RESPECTO AL SENTIDO CONTRARIO		ROJO BLANCO	AZUL	BLANCO	
ENTRADA PROHIBIDA		AMARILLO	ROJO	ROJO	
ENTRADA PROHIBIDA A VEHICULOS DE TRANSPORTE DE MERCANCIAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE PESO	5,5 t	NEGRO	AMARILLO	ROJO	5,5t
LIMITACION DE ANCHURA	2m	NEGRO	AMARILLO	ROJO	2m
LIMITACION DE ALTURA	3,5m	NEGRO	AMARILLO	ROJO	3,5m

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (2)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
VELOCIDAD MAXIMA	40	NEGRO	AMARILLO	ROJO	40
GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	BLANCO	
GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO		ROJO	AZUL	ROJO	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (3)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
FIN DE PROHIBICIONES		NEGRO	BLANCO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	

SEÑALES DE PELIGRO (1)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
SEMAFOROS		ROJO AMBAR NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

SEÑALES DE PELIGRO (2)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
SEMAFOROS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE ADVERTENCIA
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

ESTABLECIMIENTO DE LAS DIMENSIONES DE UNA SEÑAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 METROS:

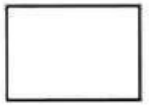
$$S \geq \frac{l^2}{2000}$$

SIENDO L LA DISTANCIA EN METROS DESDE DONDE SE PUEDE VER LA SEÑAL Y ES LA SUPERFICIE EN METROS DE LA SEÑAL.

SEÑALES DE INDICACION (1)

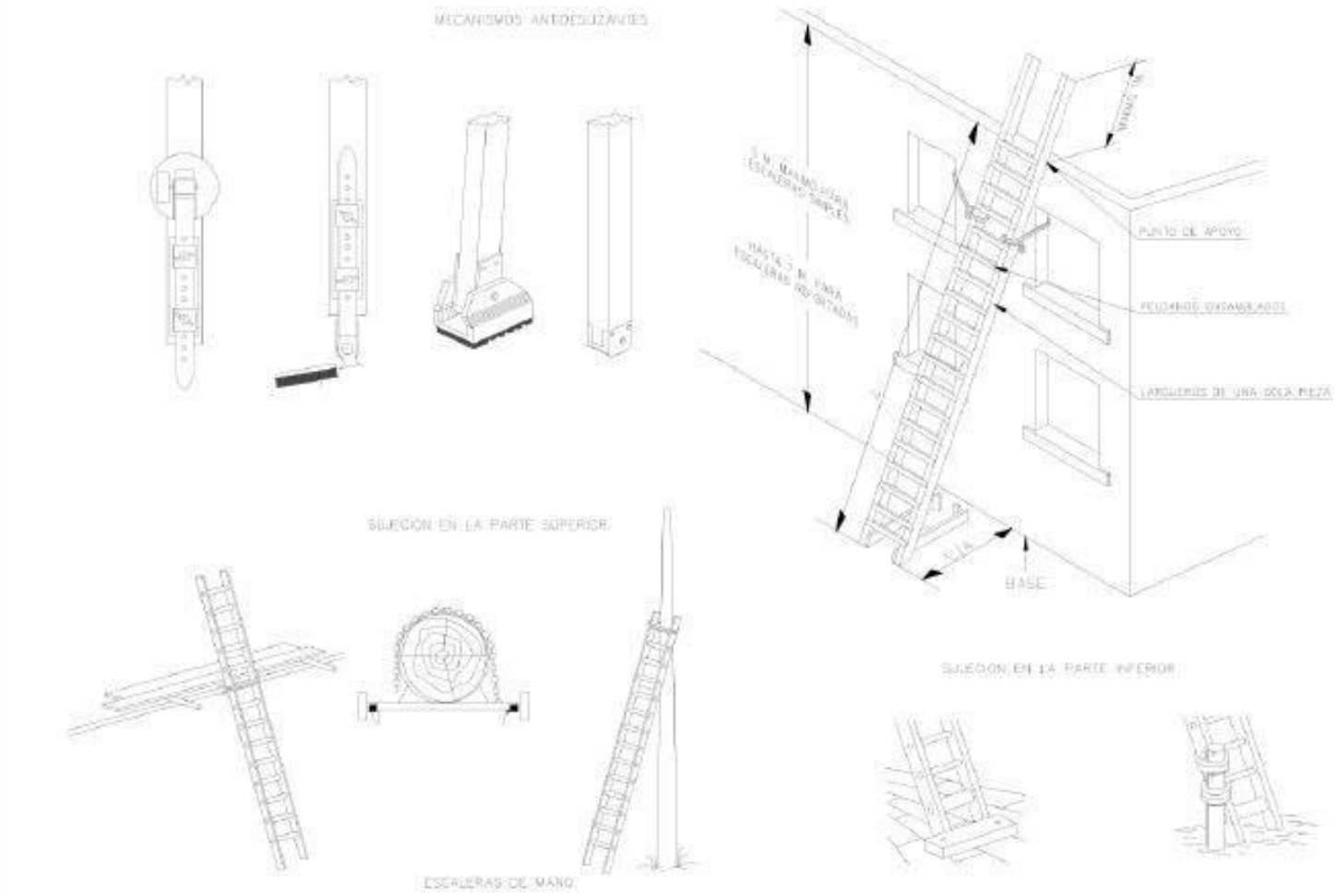
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

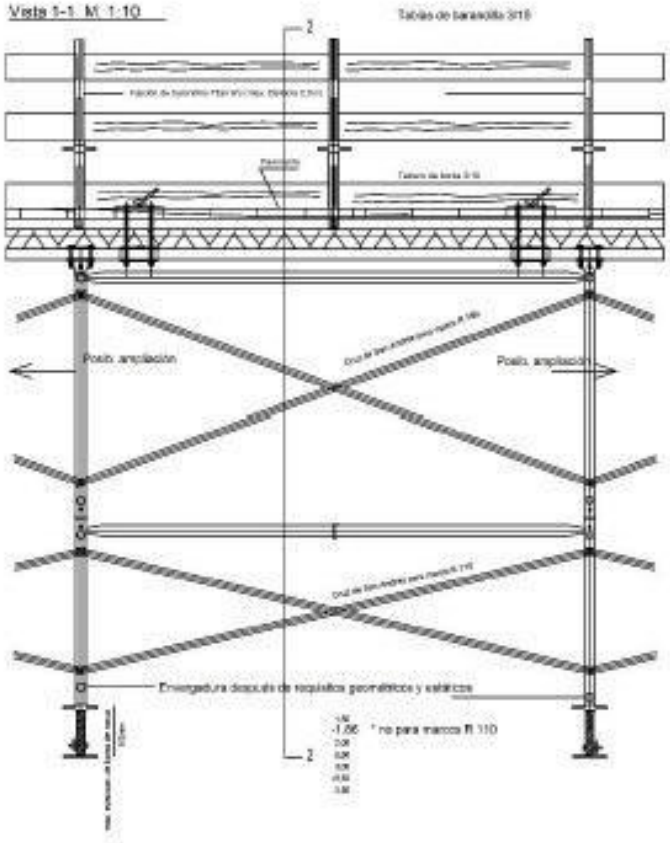
SEÑALES DE INDICACION (2)

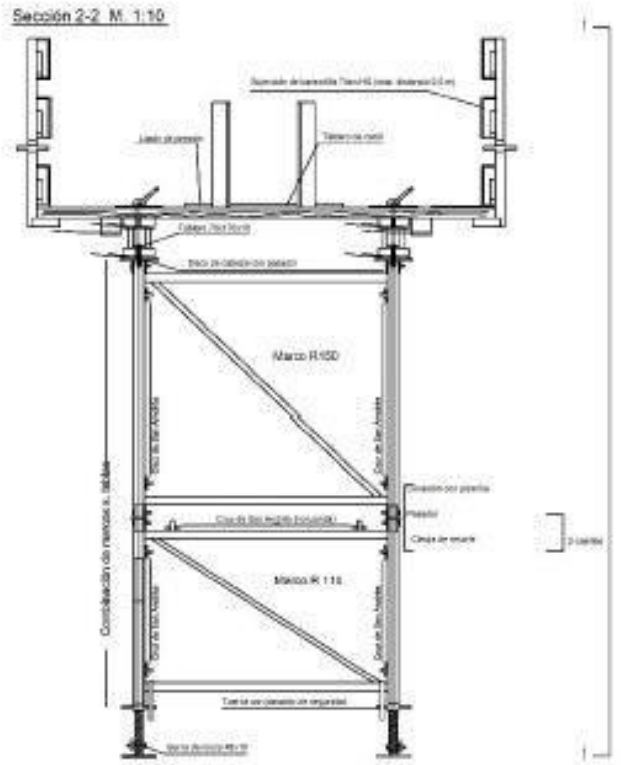
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PRESEÑALIZACION DE DIRECCIONES	↑CIUDAD CIUDAD→	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
LONGITUD DEL TRAMO PELIGROSO O SUJETO A PRESCRIPCION	↑Num. Km↑	NEGRO		NEGRO	
PANEL GENERICO CON LA INSCRIPCION QUE CORRESPONDA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES MANUALES

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
BANDERA ROJA		ROJO	ROJO	ROJO	
DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO DE STOP DE PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	


MECANISMOS ANTIDESLIZANTES
PUNTO DE APOYO
PELDAÑOS ENSAMBLADOS
LARGUEROS DE UNA SOLA PIEZA
BASE
SUJECION EN LA PARTE SUPERIOR
SUJECION EN LA PARTE INFERIOR
ESCALERAS DE MANO


Vista 1-1 M. 1:10
Tablón de barandilla 3H.B
Posib. ampliación
Posib. ampliación
Envergadura adaptada de requisitos geométricos y estáticos
* no para marcos R 110


Sección 2-2 M. 1:10
Marco R 150
Marco R 110

26. CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, estimamos que queda suficientemente aclarado el alcance del presente Estudio de Seguridad y Salud, que sometemos a la consideración de los Organismos Competentes.

En Sevilla, a 12 de marzo de 2026

Autor de Estudio de Seguridad y Salud



Ingeniero Técnico Industrial

ANEXO IV

MEMORIA CONTRAINCENDIOS

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: MEMORIA CONTRAINCENDIOS

REVISIÓN: 0B

FECHA: 12/03/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	19/01/26	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE

INDICE

1. SISTEMAS BESS 2
2. NORMATIVA INTERNACIONAL 2
3. NORMATIVA NACIONAL 3
4. MEDIDAS PREVENTIVAS 3
5. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 4
5.1. Sistema de detección automática de incendios 4
5.2. Sistema de activación manual y seguridad pasiva 5
5.3. Sistema de extinción automática mediante gas inerte 5
5.4. Medios manuales de extinción 5
5.5. Sistema de refrigeración 5
6. INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE GESTIÓN (EMS/BMS) 6
6.1. Detección de anomalía térmica en un módulo de batería 7
6.2. Incendio externo de otros equipos 7
6.3. Daño severo en un módulo de batería 7
6.4. Fallo extremo del sistema de refrigeración 8
6.5. Escenario extremo: embalamiento térmico 8
6.6. Protección pasiva frente a propagación exterior 8
6.7. Conclusión técnica 9
7. CONCLUSIÓN 10

1. SISTEMAS BESS

La presente memoria técnica tiene por objeto definir y justificar las medidas de protección contra incendios (PCI) adicionales para el sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS).

Si bien el establecimiento cumple de forma general con las exigencias del RD 164/2025 (Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales), la naturaleza específica de la tecnología de ion-litio y el fenómeno del embalamiento térmico (thermal runaway) exigen un refuerzo de las estrategias de prevención, control y extinción que superen los mínimos normativos.

2. NORMATIVA INTERNACIONAL

Actualmente, la NFPA 855 es la norma que recopila con mayor precisión la información relacionada con los sistemas de almacenamiento de energía (ESS, Energy Storage Systems). Emitida por la National Fire Protection Association (NFPA), esta norma establece los requisitos de seguridad para la instalación de ESS, abarcando tecnologías como baterías de iones de litio, plomo-ácido, sodio, baterías de flujo, entre otras, utilizadas en aplicaciones comerciales, industriales y residenciales.

La NFPA 855 proporciona directrices clave para minimizar el riesgo de incendios y explosiones en sistemas de almacenamiento de energía, abordando aspectos como:

- Ubicación e Instalación
- Distancias mínimas de seguridad entre sistemas de almacenamiento y estructuras o materiales inflamables.
- Restricciones para la instalación en interiores y exteriores.
- Protección contra daños mecánicos o eléctricos.
- Capacidad Máxima Permitida
- Límites de energía almacenada según la ubicación y el tipo de instalación.
- Requisitos adicionales si se superan ciertos umbrales de capacidad.
- Prevención y Detección de Incendios
    - Sistemas de detección temprana de temperatura y gases peligrosos.
    - Sistemas de supresión de incendios adecuados para cada tipo de batería.
    - Uso de materiales resistentes al fuego en gabinetes y áreas de instalación.
- Medidas de Protección Pasiva
    - Compartimentación contra incendios.
    - Resistencia térmica y estructural del espacio de almacenamiento.
    - Implementación de barreras físicas para evitar la propagación del fuego.
- Gestión de Emergencias y Respuesta
    - Procedimientos específicos para la intervención de bomberos y equipos de emergencia.
    - Señalización adecuada y acceso a equipos de extinción.
    - Planes de desconexión segura en caso de incidentes.

No obstante, todo lo mencionado, la NFPA 855 no es una norma de aplicación obligatoria en España, ya que pertenece a la National Fire Protection Association (NFPA), que desarrolla estándares utilizados principalmente en Estados Unidos y otros países que adoptan regulaciones basadas en NFPA.

3. NORMATIVA NACIONAL

En España, la normativa que regula la seguridad contra incendios incluye:

- *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI, RD 164/2025). Establece medidas de protección contra incendios en instalaciones industriales.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio (DB-SI). Regula la seguridad contra incendios en edificios y locales de uso residencial, comercial e industrial.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT, RD 842/2002). Contiene directrices para instalaciones eléctricas, incluyendo baterías y almacenamiento energético.
- Normativa Europea y Directivas de Seguridad
  - UNE-EN 62619: Aplicable a baterías de litio en aplicaciones industriales.
  - UNE-EN 62485-2: Seguridad de baterías de acumuladores estacionarios.
  - UNE-EN 50548: Aplicable a sistemas de almacenamiento en instalaciones fotovoltaicas.

No obstante, la normativa vigente, tanto a nivel nacional como autonómico y local, no contempla medidas específicas de seguridad contra incendios para sistemas de almacenamiento de energía como el propuesto en este proyecto.

Dado que no existe una normativa específica aplicable a los sistemas de almacenamiento stand-alone, en el presente documento se establecerán las medidas de seguridad contra incendios más adecuadas, basadas en criterios técnicos y de prevención, con el objetivo de minimizar los riesgos, prevenir incidentes y, en caso de que ocurran, mitigar sus consecuencias.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS

SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERÍAS (BMS)

De forma general, el BMS (Battery Management System) actúa como un sistema nervioso central para el control y protección de la instalación.

- Monitorización continua de parámetros críticos. El BMS mide y registra variables como:
  - Tensión de cada celda.
  - Temperatura interna.
  - Corriente de carga y descarga.
  - Estado de carga (SOC).

- Protección automática ante condiciones anómalas. El sistema está programado para interrumpir automáticamente la operación si detecta:
  - Exceso de temperatura.
  - Desequilibrios entre celdas.
  - Sobrecorrientes o sobretensiones.

- Comunicación con sistemas de supervisión (SCADA).

  El BMS se integra con la plataforma SCADA del proyecto, permitiendo:
  - Alarmas en tiempo real.
  - Histórico de eventos.
  - Control remoto y diagnóstico predictivo.

Nuestro sistema de baterías, en concreto, contiene un sistema de gestión de baterías (BMS) adopta una arquitectura de tres niveles, compuesta:

- A nivel de módulo: supervisa la tensión y la temperatura de cada módulo de baterías. Incorpora un sistema de equilibrado para mantener un SOC de celdas uniforme y balanceado.
- A nivel de string / rack: se integra dentro de la PDU. Se encarga de monitorizar la tensión y la corriente en el extremo del conjunto de baterías, así como de calcular en tiempo real el SOC (estado de carga), el SOH (estado de salud). Incorpora también algoritmos de equilibrado para minimizar la dispersión del SOC entre los módulos del rack.
- A nivel de sistema: recopila la tensión total, la corriente total y la potencia total del sistema. Se comunica con los controladores de cada rack a través del bus CAN, y permite la gestión centralizada de todos los sistemas de baterías del conjunto. Actúa como el cerebro central del sistema de gestión de baterías (BMS) y entabla comunicaciones con PCS y/o EMS para una gestión integral del sistema BESS.

En su conjunto, esta arquitectura de control multinivel permite implementar siguientes funcionalidades a nivel de gestión y operación:

- Función de control de operación: control de encendido y apagado, control de carga y descarga, configuración de parámetros de funcionamiento y control de la gestión térmica, entre otros.
- Función de adquisición de datos: medida en tiempo real los datos eléctricos y térmicos relacionados con la batería (tensión de cada celda, temperatura y tensión de cada módulo, corriente de rack, resistencia de aislamiento, etc.).
- Función de alarma: protecciones eléctricas frente a sobretensión, subtensión, sobrecorriente, cortocircuito, sobretemperatura y baja temperatura. Emite además señales de alarma y/o comandos de disparo para ejecutar acciones locales de corrección de faltas y reporte simultáneo de alarmas.
- Función de diagnóstico de fallos: monitorización en tiempo real el estado operativo de la batería, diagnóstico de cualquier condición anómala tanto de la batería como del propio sistema BMS y envío las señales de alarma al EMS y/o al PCS.
- Función de gestión operativa: gestión eficaz de los procesos de carga y descarga para evitar cargas o descargas profundas, garantizando que la corriente y la temperatura de carga/descarga no superen los valores permitidos.

5. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El sistema de protección contra incendios E/Strem CNT ha sido diseñado para proporcionar una respuesta rápida y eficaz ante posibles incidentes térmicos. Cumple con las normas EN e IEC aplicables, La envolvente del contenedor ofrece un grado de resistencia al fuego EI60 y consta de dos subsistemas principales: detección y extinción. Estos se componen de los siguientes elementos:

5.1. Sistema de detección automática de incendios

El subsistema de detección está gestionado por un Panel de Control de Incendios (Fire Control Host) centralizado que monitoriza múltiples variables para una identificación temprana de riesgos. Los elementos de detección instalados en el E/Strem CNT incluyen:

- Sensores de Gas Inflamable (CO): Cruciales para detectar la etapa de pre-ignición o venteo de gases de las celdas.
- Sensores de Humo: Detectores puntuales y, opcionalmente, sistemas de detección por aspiración para mayor sensibilidad.
- Sensores de Temperatura: Para identificar incrementos térmicos anómalos en los racks de baterías.

- Alarmas Acústicas y Visuales: Dispositivos interiores y exteriores que alertan de la presencia de una emergencia o del estado de la extinción.

5.2. Sistema de activación manual y seguridad pasiva

- Para la seguridad del personal y la gestión de contingencias, el sistema incorpora:
- Pulsador de Parada de Emergencia (Emergency Stop Button): Ubicado para una respuesta inmediata manual.
- Caja de Activación Manual del Agente (Emergency Releasing Agent Box): Permite forzar el disparo del sistema de extinción si los sistemas automáticos fallasen.
- Paneles de Deflagración y Válvulas de Venteo: Componentes de seguridad pasiva diseñados para liberar la sobrepresión en caso de una acumulación explosiva de gases, protegiendo la integridad estructural del contenedor.

5.3. Sistema de extinción automática mediante gas inerte

El sistema utiliza Nitrógeno IG-541 como agente extintor principal.

- Mecanismo de acción: Al ser un gas inerte, extingue por sofocación al reducir la concentración de oxígeno por debajo de los límites de combustión, sin dejar residuos ni dañar los componentes electrónicos sensibles de las baterías o los PCS.
- Instalación: Se compone de botellas de almacenamiento de agente a alta presión conectadas a una red de tuberías y boquillas de descarga para inundación total.
- Opciones adicionales: Según requerimientos específicos, el sistema puede incorporar rociadores de agua (sprinklers) o tubería seca como medida de enfriamiento secundaria.

5.4. Medios manuales de extinción

Como complemento, se dispondrán extintores portátiles de eficacia mínima 89B, en el exterior de la instalación, preferiblemente de CO2 o polvo químico seco ABC, estratégicamente ubicados cerca de los accesos y del transformador de potencia para atajar pequeños conatos eléctricos o de aceite. Todos contarán con señalización fotoluminiscente según norma UNE 23033-1.

5.5. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración líquida está diseñado para mantener las baterías operando dentro de un rango térmico seguro y óptimo, garantizando su rendimiento y prolongando su vida útil. Para ello, se emplean chillers de aire con estructura monobloque y salida lateral, instalados en la parte exterior de la sala de baterías sobre estructuras metálicas ancladas a la pared exterior del E/Strem CNT.

Se trata de un sistema compuesto por varias unidades que ha sido dimensionado teniendo en cuenta la disipación interna del sistema de baterías según su perfil de uso, así como las condiciones ambientales del emplazamiento (temperatura y humedad ambientes, irradiación, etc.). El sistema puede, por tanto, entregar la potencia nominal de enfriamiento necesaria, operando eficientemente dentro de un rango ambiental de -30°C a +55°C.

El diseño permite una proximidad directa al foco de calor, maximizando la eficiencia y reduciendo las pérdidas térmicas.

El líquido refrigerante circula a través de un sistema de tuberías central propulsado por bombas al que se conectan en paralelo la entrada (cold) y salida (hot) de cada rack de baterías. A nivel de rack, un sistema de válvulas y conectores en mariposa llevan el líquido refrigerante a cada módulo de baterías, equipado en su base con un cooling plate que recoge el calor disipado por las celdas, garantizando una distribución homogénea de la temperatura entre las mismas.

Los sistemas de refrigeración líquida ofrecen por tanto una serie de ventajas:

- Gestión térmica mejorada: Un control más preciso sobre la temperatura de las celdas, esencial para asegurar su rendimiento estable y prolongar su vida útil.

- Mayor densidad energética: Al permitir una integración más compacta de los módulos, la refrigeración líquida incrementa la densidad energética del sistema. Esto se traduce en una mayor capacidad de almacenamiento por unidad de espacio, ideal para instalaciones con restricciones de espacio.
- Mejor seguridad: Un control térmico eficaz reduce significativamente los riesgos de puntos calientes y termal runaway, protegiendo la integridad del sistema, especialmente en entornos residenciales, comerciales o industriales exigentes.
- Rendimiento constante: La homogeneidad térmica entre las celdas garantiza un comportamiento predecible y confiable durante los procesos de carga y descarga, aspecto crítico en aplicaciones como la estabilización de red o regulación de frecuencia.
- Mayor vida útil de las baterías: Al minimizar la degradación térmica, se prolonga significativamente la vida operativa del sistema, reduciendo el coste total de propiedad y aumentando su rentabilidad.
- Instalación flexible: Los sistemas refrigerados por líquido requieren menos dependencia de la ventilación ambiental, lo que permite una mayor versatilidad en su ubicación e integración en distintos entornos y arquitecturas.

Este sistema es esencial para el correcto funcionamiento del almacenamiento energético, asegurando que las baterías trabajen en su rango ideal y reduciendo significativamente los riesgos de degradación prematura o eventos térmicos graves.

6. INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE GESTIÓN (EMS/BMS)

El sistema BESS dispone de monitorización continua a través del BMS (Battery Management System), integrando supervisión individual de módulos y celdas (temperatura, tensión, corriente, estado de carga), así como control de los sistemas auxiliares (refrigeración, detección de incendios y protecciones eléctricas).

Ante cualquier desviación respecto a los parámetros nominales, el sistema actúa de forma automática, sin dependencia de intervención humana, aplicando los protocolos específicos según la naturaleza del evento detectado.

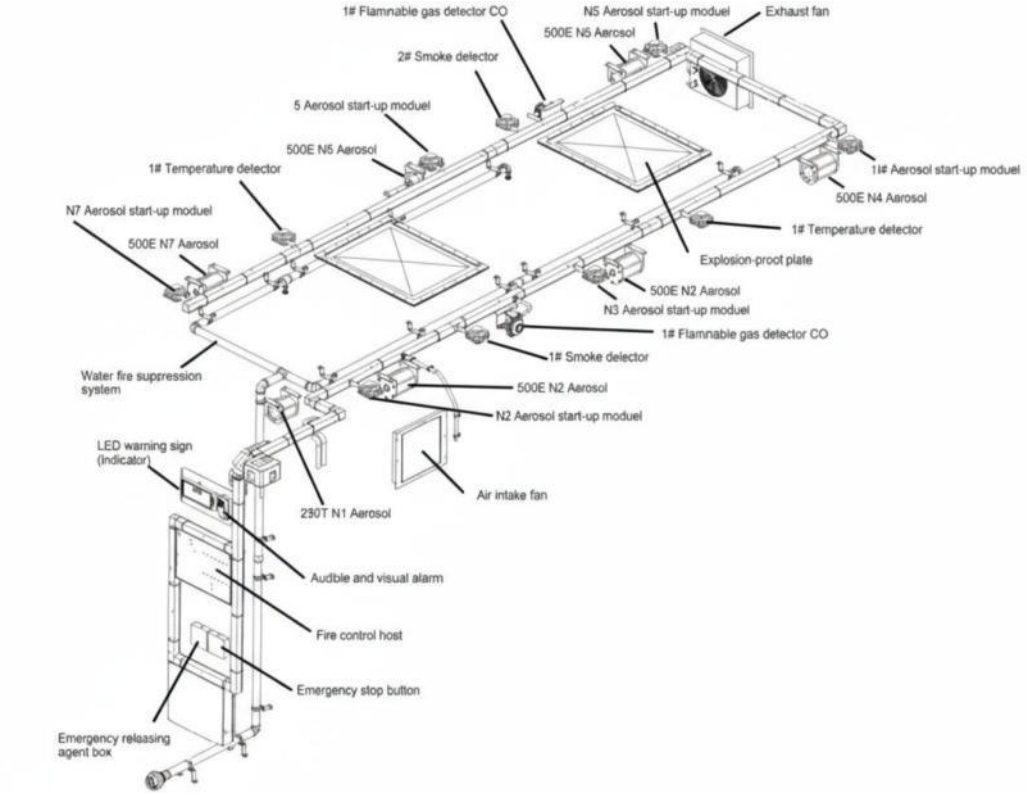


Ilustración 1 PCI de un subsistema del E/Strem CNT

6.1. Detección de anomalía térmica en un módulo de batería

En caso de detectarse un incremento anómalo de temperatura en un módulo:

1. El BMS limita o detiene la operación de carga/descarga.
2. Se mantiene activo el sistema de refrigeración.
3. Se aísla eléctricamente el módulo afectado.
4. Se programan las actuaciones correctivas necesarias.

Con esta actuación temprana se impide la progresión hacia un escenario de embalamiento térmico (thermal runaway).

La instalación emplea celdas de química LFP, cuya estabilidad térmica es significativamente superior a las de baterías de movilidad NMC (patinetes, coches eléctricos, etc.). Técnicamente:

- La temperatura de inicio del embalamiento térmico en LFP se sitúa típicamente en el entorno de 250–300 °C, frente a 150–180 °C en químicas NMC.
- El cátodo LFP no libera oxígeno fácilmente durante la descomposición térmica.
- La menor densidad energética reduce la energía disponible por unidad de volumen.

Desde el punto de vista del triángulo del fuego (combustible–comburente–energía de activación), la química LFP presenta:

- Mayor umbral térmico de activación.
- Limitación del comburente disponible.
- Menor energía liberable.

Por ello, para que se produzca un embalamiento térmico en este tipo de baterías se suele necesitar circunstancias extraordinarias, tales como:

- Exposición a fuego de otros equipos.
- Daño mecánico severo.
- Fallo extremo y sostenido del sistema de refrigeración.

6.2. Incendio externo de otros equipos

Los contenedores de baterías se ubican en el exterior y separados físicamente de otros equipos principales, muchos de los cuales se sitúan en el interior de la nave. La protección frente a incendios convencionales externos se garantiza mediante:

- Los sistemas de detección y extinción descritos en el apartado 9.7.
- Separación física entre subsistemas.
- Instalación de sistemas de protección contra incendios en el interior de la nave conforme a normativa aplicable.
- Sectorización y distancias de seguridad.

En consecuencia, el riesgo de propagación desde equipos auxiliares hacia los contenedores de baterías se encuentra controlado mediante medidas activas y pasivas.

6.3. Daño severo en un módulo de batería

En caso de producirse un daño interno significativo en un módulo de batería (por ejemplo, fallo eléctrico interno, deterioro estructural o comportamiento anómalo de celda detectado por desviaciones de tensión o temperatura), el BMS identifica la anomalía de forma inmediata mediante la supervisión individualizada de parámetros eléctricos y térmicos. Ante esta situación, el sistema ejecuta automáticamente la siguiente secuencia:

1. Detención inmediata de la operación de carga y descarga.
2. Aislamiento eléctrico del módulo afectado.

3. Se mantienen los sistemas de refrigeración activos para estabilizar térmicamente el conjunto.
4. Se sustituye el elemento dañado.

La arquitectura modular del sistema impide que un fallo puntual comprometa el conjunto de la instalación. Una vez asegurada la estabilización térmica y eléctrica, el módulo dañado se sustituye conforme a los procedimientos de mantenimiento establecidos.

6.4. Fallo extremo del sistema de refrigeración

El sistema dispone de supervisión continua del funcionamiento de los equipos de climatización y del comportamiento térmico de los módulos. En el supuesto de detectarse una pérdida de capacidad de refrigeración o un incremento sostenido de temperatura por encima de los umbrales de seguridad, el sistema actúa automáticamente según la siguiente secuencia:

1. Limitación de potencia o parada completa de la operación eléctrica.
2. Mantenimiento de los sistemas de refrigeración disponibles.
3. Si la temperatura sigue siendo crítica y no desciende, puede activarse el apoyo mediante el sistema de agua contra incendios descrito en el apartado 9.7 para evacuar el calor generado.

En ausencia de embalamiento térmico, una vez detenida la operación eléctrica no se genera aporte adicional de calor, por lo que la situación se limita a disipar el calor acumulado y la reparación del sistema de refrigeración.

6.5. Escenario extremo: embalamiento térmico

En el supuesto improbable de que, pese a todas las medidas de prevención, detección temprana, aislamiento eléctrico y control térmico descritas en los apartados anteriores, se iniciara un proceso de embalamiento térmico en un módulo de batería, el sistema dispone de mecanismos automáticos de contención y mitigación. La secuencia de actuación sería la siguiente:

1. Activación automática de los sistemas de detección (temperatura, humo u otros sensores integrados).
2. Generación de alarma inmediata en el sistema de supervisión y telecontrol.
3. Apertura de la válvula mediante accionamiento del solenoide correspondiente.
4. Descarga automática del sistema de extinción por agua a alta presión sobre el área afectada, con autonomía aproximada de dos horas.

El objetivo principal de esta actuación es:

- Reducir la temperatura del módulo afectado.
- Evitar la propagación térmica a módulos adyacentes.
- Limitar la evolución del evento en el interior del contenedor.

Durante el periodo de descarga automática, se garantiza el tiempo necesario para la llegada e intervención de los servicios de emergencia, que podrán continuar la refrigeración hasta la completa estabilización térmica.

Cabe señalar que, en sistemas con química LFP, incluso en caso de combustión de un módulo, el fenómeno tiende a ser más lento y menos violento que en otras químicas, lo que facilita las tareas de enfriamiento y control.

6.6. Protección pasiva frente a propagación exterior

Con independencia de las medidas activas de detección y extinción, la instalación incorpora medidas de protección pasiva destinadas a evitar la propagación del fuego a edificaciones próximas.

En este sentido:

- Los paramentos situados a menos de 3 metros de los contenedores de baterías disponen de resistencia al fuego EI 240 en el caso de edificaciones colindantes.
- En relación con edificaciones propias internas, la resistencia al fuego es EI 120.

Estas soluciones constructivas garantizan que, incluso en el escenario extremo de combustión completa de un contenedor, no se produzca transmisión térmica suficiente para comprometer estructuras próximas.

La combinación de:

- Sectorización,
- Separación física
- Resistencia al fuego certificada

Asegura que el impacto de un eventual incendio quede confinado al elemento afectado, sin afección estructural a edificios adyacentes ni propagación entre sectores.

6.7. Conclusión técnica

El diseño de la instalación se fundamenta en una estrategia de seguridad mixta, combinando medidas preventivas, sistemas automáticos de detección y actuación, soluciones activas de extinción y protección pasiva estructural.

Desde el punto de vista preventivo, la selección de tecnología de ion-litio con química LFP aporta una estabilidad térmica intrínseca superior y un mayor umbral de inicio de embalamiento térmico frente a otras químicas habituales, reduciendo de forma significativa la probabilidad de ignición. A nivel operativo, el sistema permanece monitorizado de forma continua mediante el BMS y los sistemas de supervisión asociados, actuando automáticamente ante cualquier desviación de parámetros eléctricos o térmicos. La arquitectura modular permite aislar incidencias puntuales, evitando su propagación al conjunto de la instalación.

En caso de anomalías relevantes, se ejecutan secuencias automáticas de parada, aislamiento eléctrico y mantenimiento de la refrigeración. Si fuera necesario, se dispone de sistemas automáticos de extinción por agua a alta presión con autonomía suficiente para garantizar la contención inicial del evento y permitir la intervención de los servicios de emergencia.

Adicionalmente, la ubicación exterior de los contenedores de baterías y la disposición de elementos constructivos con resistencia al fuego EI 240 frente a terceros y EI 120 en sectores internos, aseguran la no propagación a edificaciones próximas incluso en escenarios extremos.

En consecuencia, la combinación de:

- Química de alta estabilidad térmica (LFP)
- Monitorización continua y actuación automática
- Aislamiento eléctrico inmediato ante anomalías
- Sistemas activos de refrigeración y extinción
- Sectorización y protección pasiva estructural

Permite concluir que la instalación presenta un nivel de seguridad elevado, con múltiples capas de protección independientes y complementarias, que reducen de forma muy significativa la probabilidad de incendio y limitan eficazmente sus consecuencias incluso en escenarios extremos.

7. CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo expuesto en la presente Memoria Contraincendios, se considera justificado el cumplimiento de la normativa vigente en materia de protección contra incendios para el establecimiento proyectado. Se somete el presente documento a la consideración de los Organismos Competentes para su revisión y tramitación.

En Sevilla, a 12 de marzo de 2026

Autor de la presente memoria,

[redacted]

Ingeniero Técnico Industrial

ANEXO V

ESTUDIO DE ELECTROMAGNETIMO

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: ESTUDIO DE ELECTROMAGNETISMO

REVISIÓN: 0B

FECHA: 12/03/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	19/01/26	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE

INDICE

1. OBJETO DEL ESTUDIO 3
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE 3
2.1. MARCO LEGAL NACIONAL 3
2.2. INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (ITC-RAT) 3
2.3. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA (UNE / IEC) 4
2.4. DIRECTIVAS EUROPEAS 4
3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN 4
3.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN MAGNÉTICA 4
4. SIMULACIÓN DE CAMPOS 5
4.1. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y NIVELES DE REFERENCIA 5
4.2. HIPÓTESIS Y BASES DE CÁLCULO 6
4.3. MEDIDAS DE DISEÑO PARA LA MINIMIZACIÓN DE CAMPOS 6
4.3.1. OPTIMIZACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL CABLEADO (TERNAS Y TRESBOLILLO) 6
4.3.2. GESTIÓN DE DISTANCIAS Y RETRANQUEOS 7
4.3.3. USO DE ENVOLVENTES Y APANTALLAMIENTO 7
4.3.4. MINIMIZACIÓN DE RECORRIDOS 7
4.4. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN 7
4.4.1. VALORES DE INDUCCIÓN MAGNÉTICA OBTENIDOS 8
5. RESUMEN TÉCNICO 10
6. CONCLUSIÓN 11

1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente documento tiene como finalidad técnica y legal realizar un análisis estimativo de las emisiones de campo magnético generadas en el entorno exterior inmediato de la instalación BESS Móstoles 1.

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), es preceptivo incluir en el proyecto la comprobación de que los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a la frecuencia industrial de 50 Hz no superan los niveles de referencia para la protección de la población.

Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con este estudio son los siguientes:

- **Identificación de focos emisores:** Modelar las principales fuentes de inducción magnética del sistema, incluyendo el transformador de potencia, los bloques de inversión y el tendido de cables.
- **Simulación y cálculo de niveles:** Estimar los niveles máximos de inducción magnética (**B**) que pueden alcanzarse durante el funcionamiento a plena carga de la planta, considerando el escenario más desfavorable para la seguridad.
- **Verificación del cumplimiento legal:** Comprobar que los valores de radiación emitidos en el perímetro exterior de la instalación se sitúan por debajo del límite de 100 μT establecido en el Real Decreto 1066/2001 para zonas de acceso público y permanencia habitual de personas.
- **Validación de medidas de diseño:** Justificar técnicamente que la disposición física de los activos y la configuración del cableado son adecuadas para minimizar el impacto electromagnético.

Con este análisis, se garantiza que la implantación no representa un riesgo para la salud pública y cumple rigurosamente con la normativa de protección del dominio público radioeléctrico y seguridad sanitaria vigente en el territorio español.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración de este estudio y el diseño de la instalación, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la siguiente reglamentación nacional, autonómica e internacional en materia de seguridad eléctrica y protección sanitaria frente a emisiones electromagnéticas:

2.1. MARCO LEGAL NACIONAL

- **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo:** Por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RAT). Este reglamento establece la obligación de verificar que los campos magnéticos en instalaciones de alta tensión no superen los límites de protección sanitaria.
- **Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre:** Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Es la norma de referencia en España para los límites de exposición del público en general.
- **Real Decreto 299/2016, de 22 de julio:** Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- **Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo:** Por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

2.2. INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (ITC-RAT)

De acuerdo con el RAT, el proyecto se ajusta específicamente a las siguientes instrucciones:

- **ITC-RAT 14 (Apartado 4.7):** Aplicable a instalaciones eléctricas de interior, exige la adopción de medidas para minimizar los campos magnéticos en el exterior y la realización de cálculos justificativos en el proyecto técnico.
- **ITC-RAT 15 (Apartado 3.15):** Relativa a las limitaciones de campos magnéticos en la

proximidad de instalaciones eléctricas de exterior.

- **ITC-RAT 20:** Establece el contenido mínimo de los proyectos, incluyendo la memoria justificativa de los niveles de campo magnético.

2.3. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA (UNE / IEC)

- **UNE-CLC/TR 50453 IN:** Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia.
- **UNE-EN 62110:** Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general para campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de CA.
- **UNE-EN 62271-202:** Norma para aparamenta bajo envolvente metálica (centros de transformación prefabricados) que define los métodos de ensayo de campos magnéticos.
- **IEC/TR 62271-208:** Informe técnico que define la metodología de ensayo y posicionamiento de sensores para la evaluación de campos electromagnéticos en instalaciones de alta tensión.

2.4. DIRECTIVAS EUROPEAS

- **Directiva 2014/30/UE:** Sobre compatibilidad electromagnética (EMC), que obliga a que los equipos (inversores, baterías y transformadores) cuenten con el **marcado CE** y cumplan con los niveles de emisión e inmunidad industrial.
- **Recomendación del Consejo de la Unión Europea 1999/519/CE:** Relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos, de la cual emanan los límites adoptados por la legislación española

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN

La instalación **BESS Móstoles 1** consiste en un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) diseñado para integrarse en la red de distribución eléctrica. El sistema se configura como una infraestructura modular capaz de realizar ciclos de carga y descarga de energía, lo que implica la circulación de corrientes elevadas tanto en corriente continua (DC) como en corriente alterna (AC).

3.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN MAGNÉTICA

El campo magnético en este tipo de instalaciones depende fundamentalmente de la intensidad de corriente que circula por los conductores y no del nivel de tensión. Se han identificado los siguientes focos principales:

• **Cables de Interconexión en Media Tensión (15 kV):** Representan una de las fuentes de inducción más significativas debido a las intensidades nominales que transportan hacia el punto de conexión. El diseño contempla el tendido de estos cables en ternas o tresbolillo para favorecer la compensación de campos y reducir las emisiones al exterior.

• **Transformador MT/BT:** Es un foco emisor localizado. No obstante, de acuerdo con la normativa UNE-CLC/TR 50453, el campo magnético generado por el transformador decrece muy rápidamente con la distancia (relación cuadrática), por lo que su incidencia fuera del cerramiento de la planta es mínima.

• **Embarrados y Conexiones de Baja Tensión:** En instalaciones convencionales, los conductores de baja tensión en corriente alterna que conectan inversores y transformador suelen constituir una de las principales fuentes de emisión magnética, debido a que, al trabajar a tensiones reducidas, circulan intensidades elevadas que pueden generar niveles apreciables de inducción magnética en su entorno inmediato.

Sin embargo, en el presente proyecto se ha previsto la instalación de una *Power Station* integrada (fabricante Ingeteam), que alberga en un único conjunto, tanto los inversores como el transformador de potencia, incluyendo en su interior la totalidad del cableado de baja tensión en corriente alterna.

Como consecuencia de esta configuración, no existen trazados externos de baja tensión en corriente alterna. Los conductores de mayor intensidad quedan confinados dentro de la envolvente metálica del equipo, formando parte de su diseño interno de fabricación. Desde el punto de vista del presente estudio, no es técnicamente posible modelizar de forma individual dichos conductores, al tratarse de una disposición interna cuya geometría detallada no es accesible y forma parte del diseño propietario del fabricante.

Debe indicarse que la *Power Station* constituye un equipo industrial completo que deberá disponer de marcado CE, lo que implica el cumplimiento de la normativa aplicable en materia de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética. En este tipo de soluciones integradas es práctica habitual disponer los conductores de corriente alterna de forma compacta y geométricamente equilibrada, favoreciendo la compensación natural de los campos magnéticos generados por cada fase.

Adicionalmente, la propia envolvente metálica del conjunto actúa como elemento de confinamiento y atenuación del campo hacia el exterior. En consecuencia, la posible emisión magnética asociada al cableado interno de baja tensión queda limitada al interior del equipo y no constituye una fuente significativa de exposición en el entorno de la instalación.

• **Sistemas Auxiliares:** Se desprecian como focos significativos los circuitos de medida, control y servicios auxiliares, dado que sus niveles de corriente son mucho menores comparados con el sistema principal.

Este conjunto de activos se sitúa de forma que las distancias de seguridad y la disposición física de los conductores minimicen el impacto electromagnético en los límites de la parcela accesibles por el público.

4. SIMULACIÓN DE CAMPOS

Para la evaluación de los campos electromagnéticos, se emplea una metodología basada en la simulación numérica mediante software especializado. Estas herramientas permiten modelar en 3D la geometría de la instalación y calcular la inducción magnética resultante de la circulación de corriente en los conductores y equipos.

El fundamento físico del cálculo es la Ley de Biot-Savart, que permite determinar la inducción magnética (B) creada por conductores rectilíneos. El cálculo asume que los niveles de campo dependen fundamentalmente de la intensidad de corriente y decrecen de forma cuadrática conforme aumenta la distancia al foco emisor.

4.1. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y NIVELES DE REFERENCIA

El marco de referencia para determinar la seguridad de la instalación se basa en la protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas:

- **Límite para el público en general:** De acuerdo con el **Real Decreto 1066/2001** y las recomendaciones del Consejo de la Unión Europea (1999/519/CE), para una frecuencia industrial de 50 Hz, el nivel de referencia de inducción magnética es de 100 μT.

Nivel de referencia:	Rango de Frecuencia	Campo B
	0,025-0,8 kHz	5/f (μT)

$$\frac{5}{f} = \frac{5}{0{,}05kHz} = 100\ \mu\text{T}$$

- **Restricciones básicas:** Para campos variables en el tiempo a 50 Hz, se busca prevenir efectos sobre las funciones del sistema nervioso.
- **Exposición ocupacional:** Aunque el límite para el público es de 100 μT, la normativa para trabajadores (RD 299/2016) contempla niveles superiores (hasta 500 μT), si bien el objetivo del diseño es no superar el límite más restrictivo en el perímetro de la parcela.

4.2. HIPÓTESIS Y BASES DE CÁLCULO

Para garantizar que los resultados se sitúen del lado de la seguridad, se adoptan las siguientes premisas:

- **Estado de carga máxima:** La simulación se realiza considerando un régimen de funcionamiento al 100% de la potencia nominal (5,6 MW), escenario técnicamente posible pero poco frecuente de forma continuada.
- **Equilibrio de fases:** Se asume un sistema trifásico perfectamente equilibrado con un desfase de 120° entre corrientes.
- **Puntos de medida y cálculo:** Siguiendo la norma UNE-EN 62110, los niveles se evalúan a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo y a una distancia de 0,2 metros de las paredes o cerramiento de la instalación.
- **Simplificaciones técnicas:** De acuerdo con la norma UNE-CLC/TR 50453, se puede simplificar el cálculo considerando principalmente los conductores, ya que el campo generado por los arrollamientos internos de los transformadores decrece con extrema rapidez y su contribución en el exterior es mínima.

4.3. MEDIDAS DE DISEÑO PARA LA MINIMIZACIÓN DE CAMPOS

De acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-RAT 14 (apartado 4.7) y en el RD 337/2014, el diseño de la instalación BESS Móstoles 1 ha incorporado criterios técnicos específicos destinados a minimizar los niveles de inducción magnética en el entorno exterior de la planta.

Para asegurar que los valores finales se sitúen por debajo de los 100 µT recomendados para el público en general, se han adoptado las siguientes estrategias de diseño:

4.3.1. OPTIMIZACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL CABLEADO (TERNAS Y TRESBOLILLO)

La medida más eficaz para la reducción de campos magnéticos en sistemas trifásicos es el aprovechamiento del efecto de compensación vectorial de las fases.

- **Disposición en terna:** Tanto los cables de interconexión en media tensión (15 kV) como los puentes de baja tensión se instalarán formando ternas o triángulos estrechos (tresbolillo/trefoil). Al situar los conductores lo más próximos posible entre sí, los campos magnéticos generados por cada fase, que presentan un desfase de 120°, tienden a anularse mutuamente.
- **Modelización en CRMag:** El programa CRMag PLUS permite la definición directa de estas ternas trifásicas, lo que facilitará comprobar mediante simulación el grado de atenuación conseguido por esta disposición frente a un tendido en capa plana.

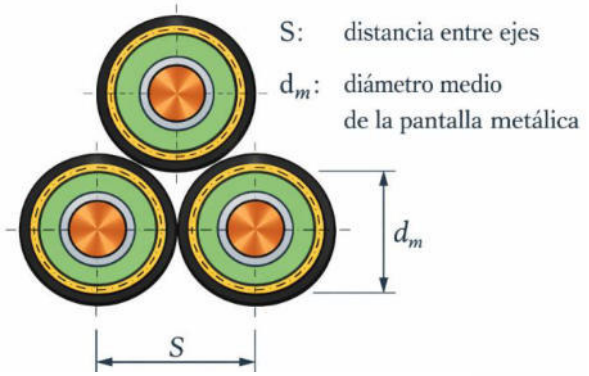


Ilustración 1. Configuración tresbolillo

4.3.2. GESTIÓN DE DISTANCIAS Y RETRANQUEOS

Dado que la inducción magnética decrece de forma cuadrática con la distancia respecto al foco emisor, se han aplicado los siguientes criterios de implantación:

- **Ubicación de activos:** Los transformadores de potencia y los bloques de inversores se sitúan en el interior de la nave, maximizando la distancia respecto al cerramiento perimetral accesible al público.
- **Canalizaciones:** Las zanjas de cables se proyectan enterradas a 0,6 metros de profundidad y con retranqueos respecto a los límites de la propiedad, asegurando el decaimiento natural del campo antes de alcanzar zonas de libre tránsito.

4.3.3. USO DE ENVOLVENTES Y APANTALLAMIENTO

Las envolventes metálicas, apantallamiento de cables y otras protecciones pasivas, tienen un efecto atenuador significativo sobre los campos electromagnéticos, aunque no se han modelado en la simulación realizada. Por tanto, los valores obtenidos en el análisis representan un escenario conservador, y en la instalación real, los niveles de campo electromagnético serán previsiblemente inferiores a los estimados.

- **Celdas y contenedores:** Los equipos de media tensión se alojan en celdas blindadas con carcasa metálica, y las baterías e inversores en contenedores metálicos. Estas envolventes metálicas contribuyen a disminuir la dispersión de los campos en el exterior inmediato.
- **Pantallas de cables:** Se utilizarán cables con pantalla metálica exterior, que eliminan totalmente el campo eléctrico y atenúan parcialmente el componente magnético.

En puntos críticos donde la geometría no sea suficiente, se evaluará la necesidad de introducir coeficientes de reducción por apantallamiento específico, permitiendo un ajuste fino del diseño antes de la construcción.

4.3.4. MINIMIZACIÓN DE RECORRIDOS

Se ha priorizado un diseño de interconexiones con los recorridos más cortos posibles entre el transformador y la aparamenta de MT, evitando la creación de bucles o la proximidad innecesaria de conductores a las paredes del edificio o contenedor que den al exterior.

4.4. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Tras la ejecución de los modelos de cálculo en el software de cálculo, considerando la topología 3D de los conductores y el régimen de funcionamiento a plena carga, se exponen a continuación los niveles de inducción magnética obtenidos en la instalación BESS Móstoles 1.

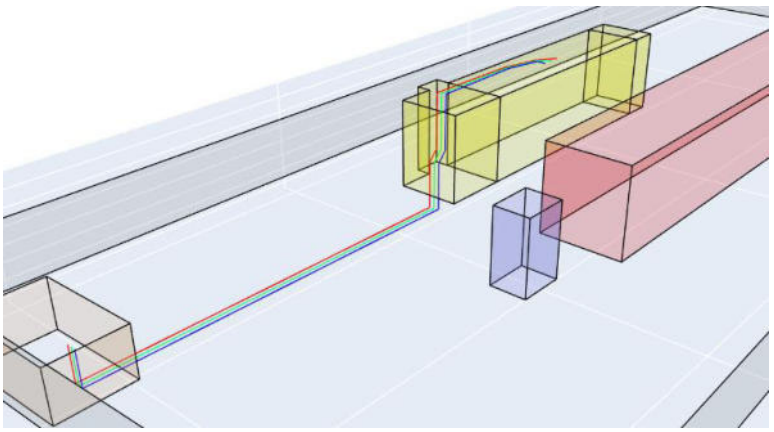


Ilustración 2. Render instalación

4.4.1. VALORES DE INDUCCIÓN MAGNÉTICA OBTENIDOS

El análisis de inducción magnética se ha llevado a cabo conforme a los criterios metodológicos establecidos en la UNE-EN 62110, empleando un modelo de cálculo tridimensional que permite evaluar la distribución espacial completa del campo magnético generado por la instalación.

Tal y como recomienda el software, la simulación se ha efectuado de forma independiente para los principales focos emisores (transformador y cableado) con el objeto de identificar con precisión la contribución individual de cada elemento y analizar el comportamiento electromagnético en condiciones extremas. Esta desagregación metodológica permite evaluar el caso más exigente y evitar compensaciones artificiales entre fuentes, proporcionando un resultado conservador.

1. **Cableado de potencia**

   El tendido se ha dispuesto mayoritariamente en configuración en tresbolillo, lo que favorece la compensación vectorial de los campos generados por cada fase.

   Los resultados obtenidos son los siguientes:

   - En la mayor parte de los tramos, los niveles de inducción magnética son inferiores a 5 µT.
   - En el tramo correspondiente a la conexión con el transformador, donde la geometría obliga a la separación física de fases (subida y bajada de conductores), se produce una reducción parcial del efecto de cancelación.
     En dicha zona, que constituye el caso más desfavorable del cableado, el valor máximo registrado en la pared colindante es inferior a 45 µT, manteniéndose claramente por debajo del límite reglamentario de 100 µT para exposición del público.

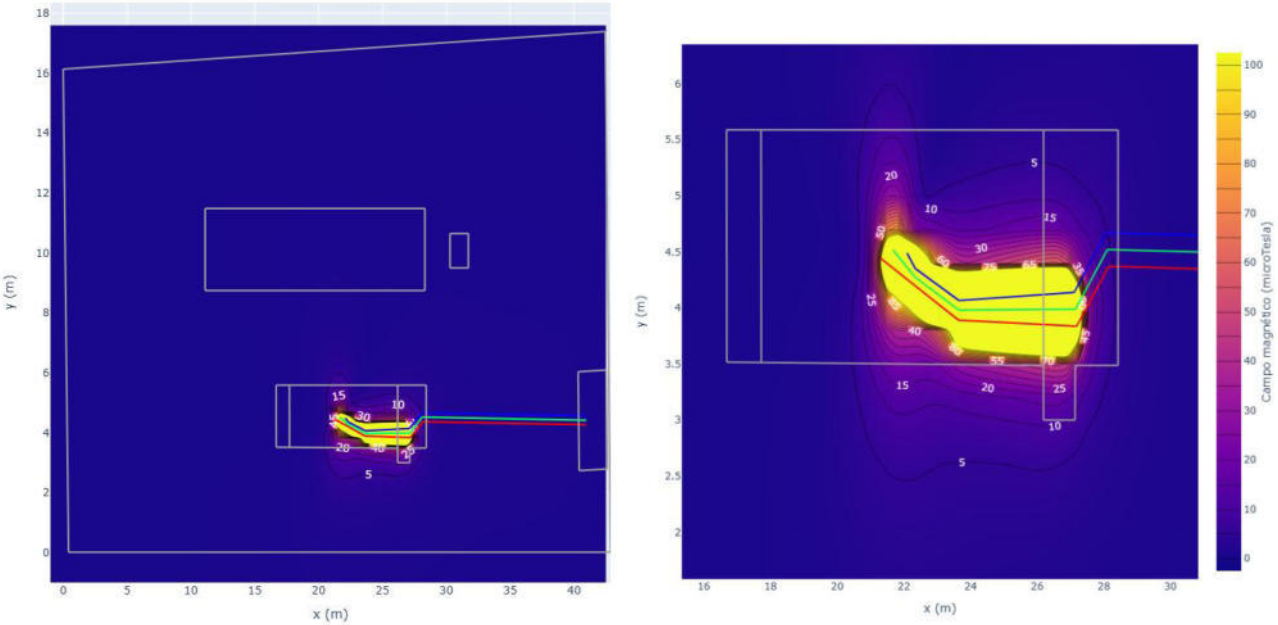


Ilustración 3. Resultado cableado

2. Transformador

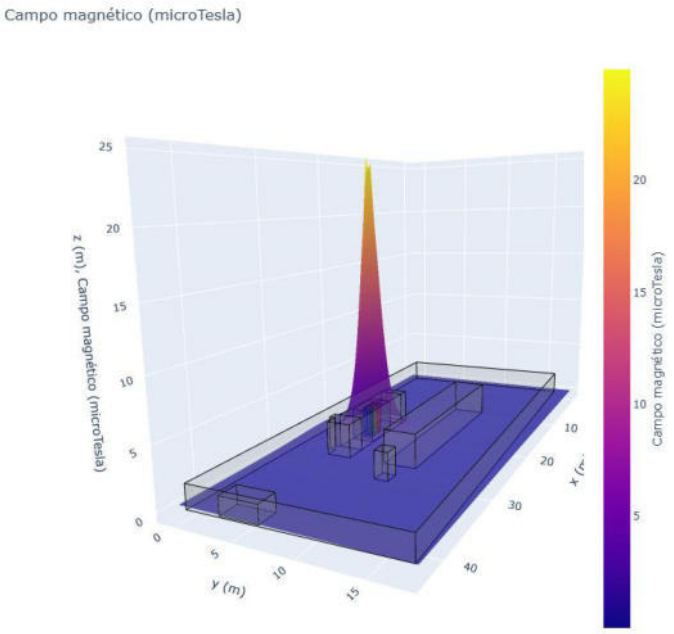
El transformador se ha modelado de forma independiente, considerando plena carga y configuración más exigente.

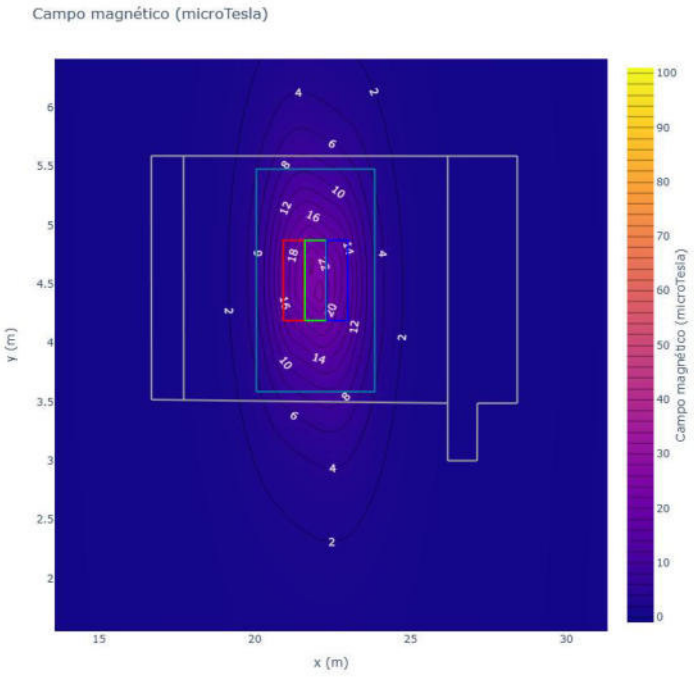
Como es técnicamente conocido, el campo magnético asociado a un transformador presenta una fuerte atenuación con la distancia debido a:

- Confinamiento del flujo en el circuito magnético.
- Dispersión limitada.
- Efecto de las envolventes metálicas y masas adyacentes.

Los resultados confirman que:

- El campo decrece rápidamente fuera de la envolvente.
- En el perímetro exterior del equipo los valores son inferiores 8 µT.
- No se identifican zonas de afección al público.





5. RESUMEN TÉCNICO

De la comparación entre los niveles de campo magnético calculados y los límites establecidos en el Real Decreto 1066/2001, así como los criterios de diseño recogidos en la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, se desprenden las siguientes conclusiones:

- **Límite aplicable al público en general:** El valor máximo estimado en el perímetro exterior de la instalación (45 µT), bajo hipótesis de carga máxima continua a 50 Hz, resulta claramente inferior al límite de 100 µT establecido por la normativa española para exposición del público.
- **Hipótesis conservadora de cálculo:** La modelización se ha realizado en condiciones de máxima solicitación eléctrica, considerando régimen permanente a plena carga y configuración más desfavorable desde el punto de vista electromagnético.
  Asimismo, no se ha considerado el efecto adicional de atenuación derivado del apantallamiento natural proporcionado por las envolventes metálicas de los contenedores, celdas y masas estructurales, lo que introduce un margen de seguridad adicional. En consecuencia, los valores reales de operación serán previsiblemente inferiores a los aquí obtenidos.

De acuerdo con los resultados expuestos, queda acreditado que el centro de transformación y la instalación BESS Móstoles 1 cumplen de forma estricta los límites de exposición a campos magnéticos vigentes en la legislación española, garantizando la protección de la población en el entorno de la instalación y la conformidad con los requisitos reglamentarios aplicables.

6. CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, estimamos que queda suficientemente justificado el contenido y alcance del presente Estudio de Electromagnetismo, acreditando el cumplimiento de la normativa vigente en materia de exposición a campos electromagnéticos, que se somete a la consideración de los Organismos Competentes.

En Sevilla, a 12 de marzo de 2026

Autor del presente estudio,



Ingeniero Técnico Industrial

ANEXO VI

PLANOS

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

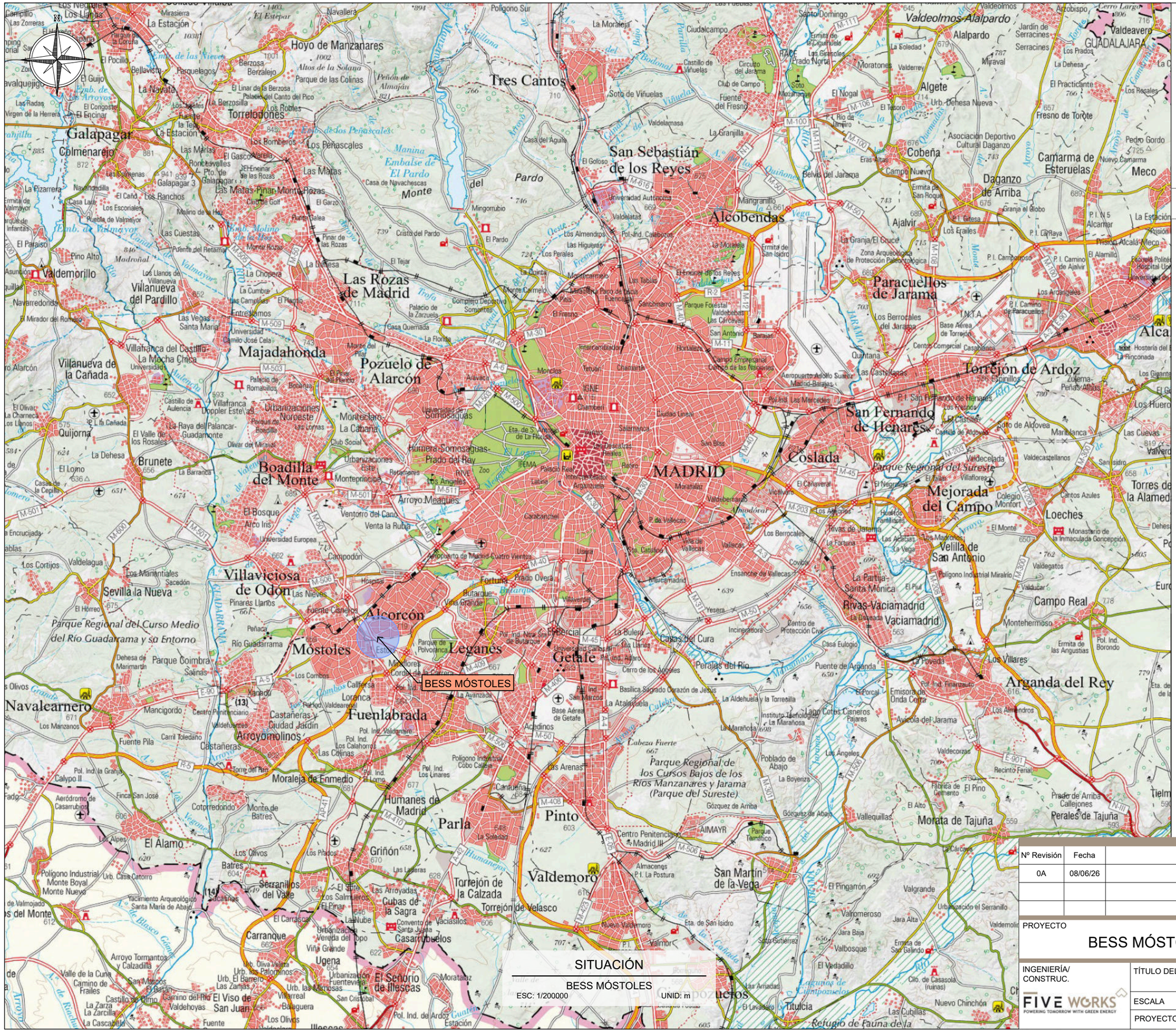
DOCUMENTO: PLANOS

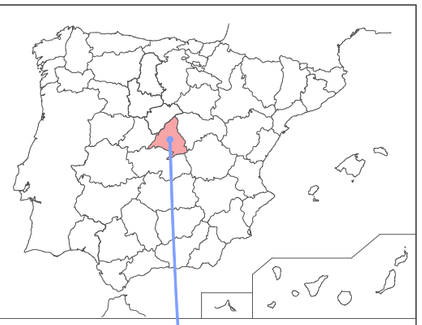
REVISIÓN: 0B

FECHA: 19/01/2026

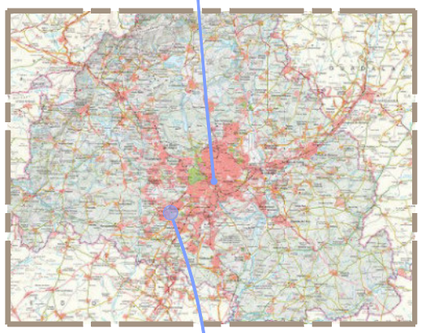
Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	19/01/2026	Primera emisión	JCV	FJSE
0B	12/03/26	Segunda emisión	JCV	FJSE

Este documento es propiedad de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L. Está estrictamente prohibido su reproducción entera o parcial, así como compartir con terceros sin la autorización previa por escrito de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L.





LOCALIZACIÓN





Nº Revisión	Fecha	Descripción	Dibujado	Revisado	Validado
0A	08/06/26	Primera emisión	ITG	JCV	SJP

PROYECTO

BESS MÓSTOLES I_ST 5MW y 10 MWh

INGENIERÍA/ CONSTRUC.

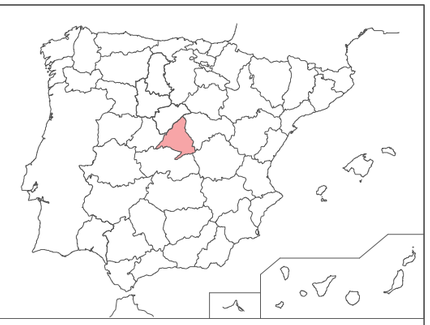
FIVE WORKS
POWERING TOMORROW WITH GREEN ENERGY

TÍTULO DEL PLANO

SITUACIÓN

ESCALA	INDICADA	EMISIÓN INICIAL	CÓDIGO PLANO	Nº PÁG.
PROYECTO	26_773	08/06/2026	-	01 de 06





LOCALIZACIÓN

LEYENDA

Parcela afectada

EMPLAZAMIENTO

BESS MÓSTOLES

ESC: 1/20000 UNID: m

Nº Revisión	Fecha	Descripción	Dibujado	Revisado	Validado
0A	08/06/26	Primera emisión	ITG	JCV	SJP

PROYECTO

BESS MÓSTOLES I_ST 5MW y 10 MWh

INGENIERÍA/ CONSTRUC.

FIVE WORKS
POWERING TOMORROW WITH GREEN ENERGY

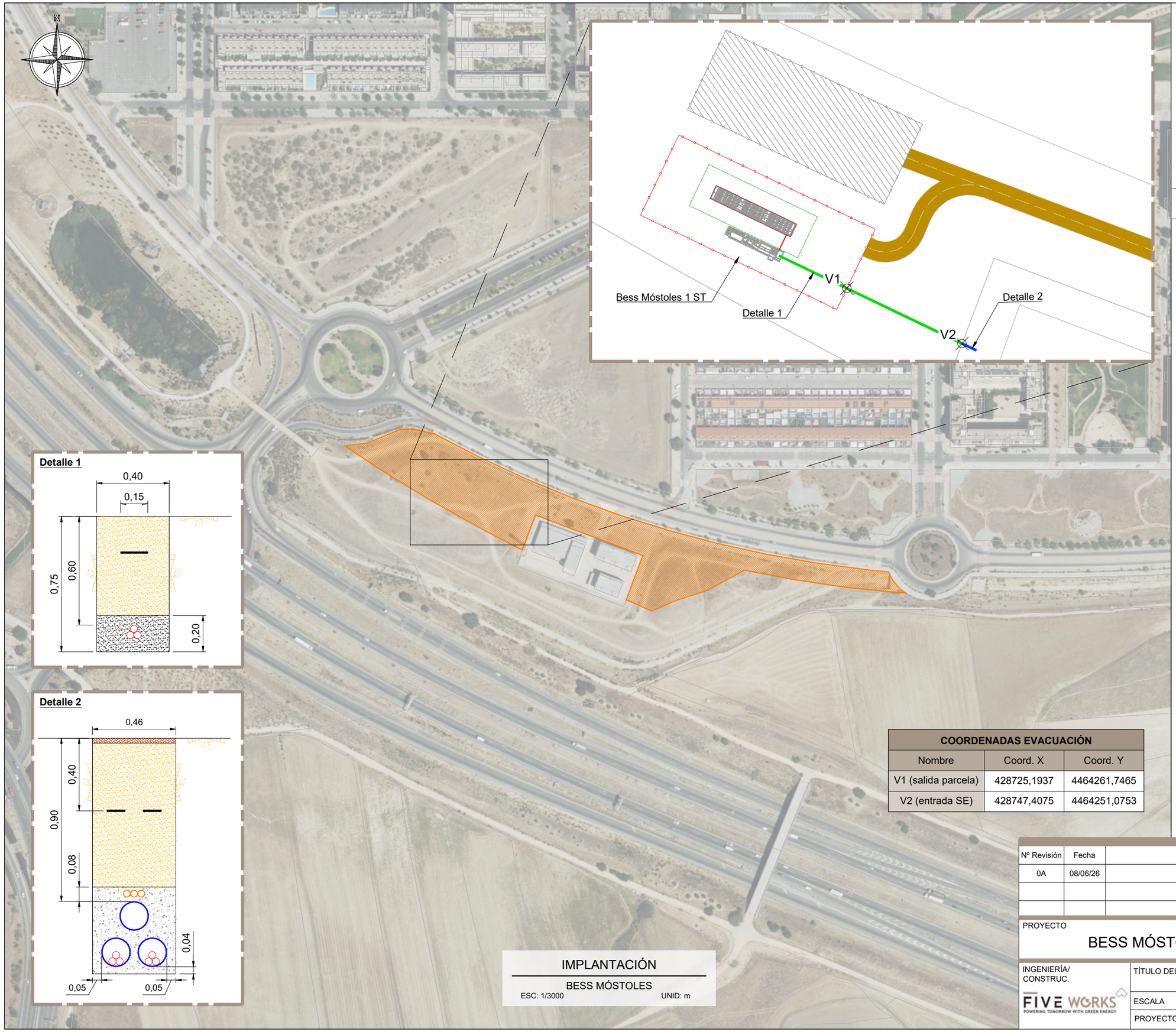
TÍTULO DEL PLANO

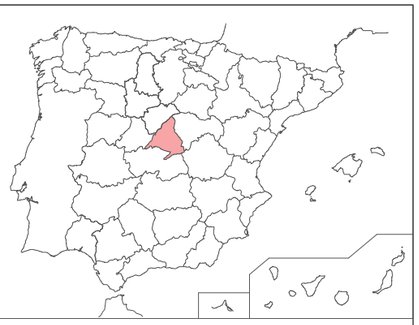
EMPLAZAMIENTO

ESCALA	INDICADA	EMISIÓN INICIAL	CÓDIGO PLANO	Nº PÁG.
PROYECTO	26_773	08/06/2026	-	02 de 06

Este documento es propiedad de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L. Está estrictamente prohibido su reproducción entera o parcial, así como compartir con terceros sin la autorización previa por escrito de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L.

Este documento es propiedad de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L. Está estrictamente prohibido su reproducción entera o parcial, así como compartir con terceros sin la autorización previa por escrito de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L.





LOCALIZACIÓN

LEYENDA

- Parcela afectada
- Zanja BT DC
- Línea de evacuación
- Línea de evacuación (hormigonada)
- Vallado
- Parcelas
- Caminos

LEYENDA ZANJAS

- BALDOSA / LOSETA e= 10cm
- TIERRA DE CRIBA
- Hormigón no estructural HM-15
- ARENA*/ SUELO NATIVO SELECCIONADO Y COMPACTADO (TAMAÑO DEL GRANO < 4cm)
- CINTA SEÑALIZADORA
- TUBO HDPE CURVABLE CORRUGADO Ø160cm
- CABLE MT
- TUBO DE RESERVA
- TRITUBO HDPE Ø4cm

ARENA SOLO VÁLIDO SI SU RESISTIVIDAD ELÉCTRICA ES MENOR QUE LA DEL TERRENO NATURAL

Detalle 1

Detalle 2

COORDENADAS EVACUACIÓN		
Nombre	Coord. X	Coord. Y
V1 (salida parcela)	428725,1937	4464261,7465
V2 (entrada SE)	428747,4075	4464251,0753

NOTAS

- El rutado de la línea de evacuación tiene carácter orientativo en la presente fase de desarrollo y podrán ser ajustadas en la ingeniería de detalle, en función de la ubicación concreta de la celda de conexión dentro de la subestación y rutados existentes, conforme a las indicaciones técnicas que establezca i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Sistema de referencia de coordenadas: ETRS89 / UTM Huso 30N.

IMPLANTACIÓN

BESS MÓSTOLES

ESC: 1/3000 UNID: m

Nº Revisión	Fecha	Descripción	Dibujado	Revisado	Validado
0A	08/06/26	Primera emisión	ITG	JCV	SJP

PROYECTO

BESS MÓSTOLES I_ST 5MW y 10 MWh

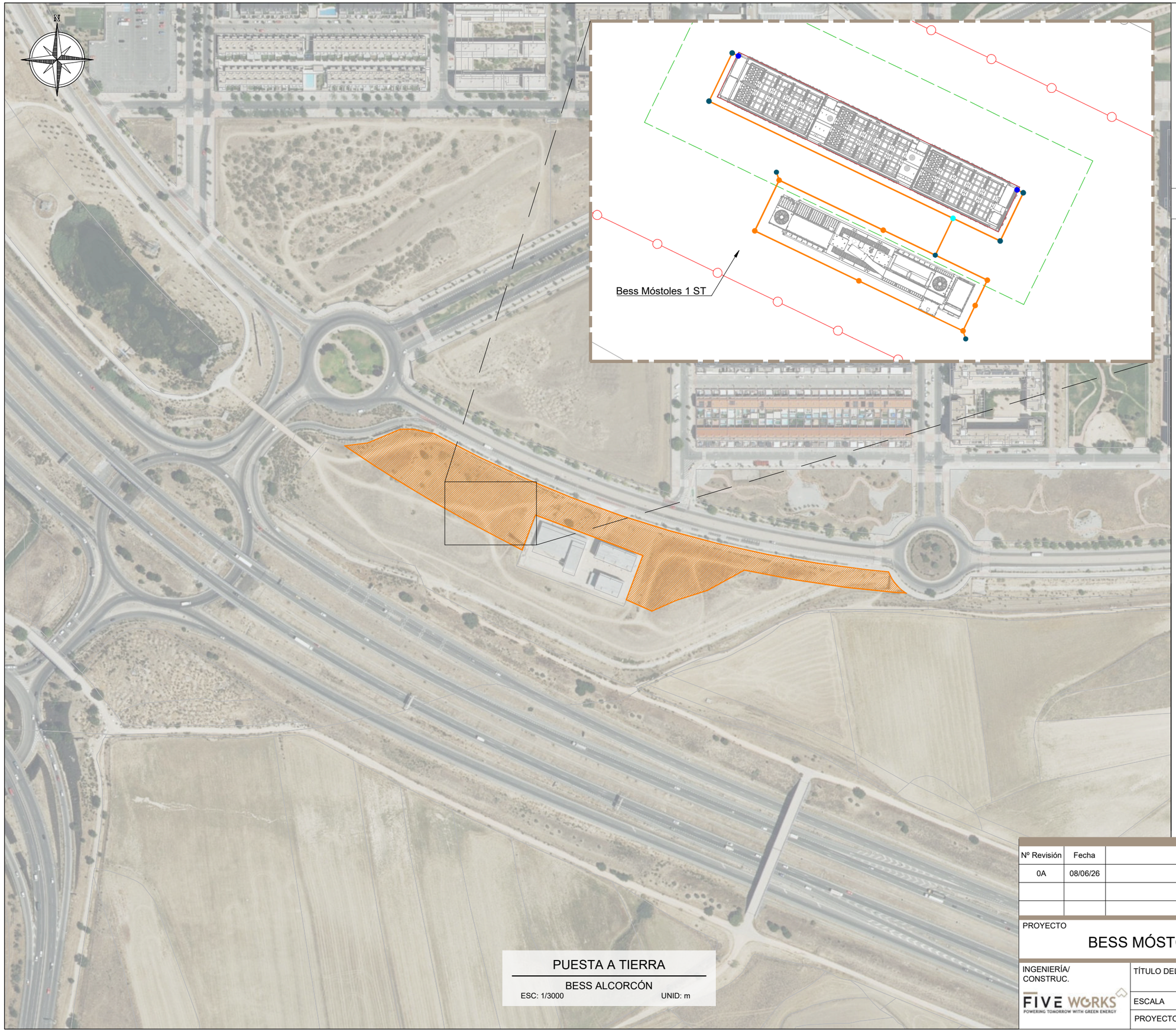
INGENIERÍA/ CONSTRUC.

FIVE WORKS
POWERING TOMORROW WITH GREEN ENERGY

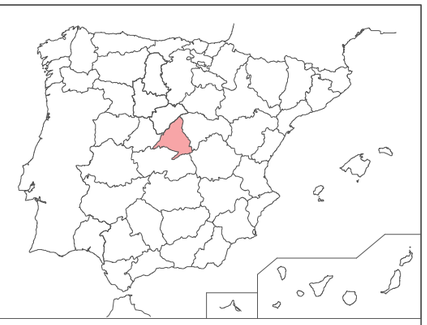
TÍTULO DEL PLANO

IMPLANTACIÓN

ESCALA	INDICADA	EMISIÓN INICIAL	CÓDIGO PLANO	Nº PÁG.
PROYECTO	26_773	08/06/2026	-	03 de 06



Este documento es propiedad de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L. Está estrictamente prohibido su reproducción entera o parcial, así como compartir con terceros sin la autorización previa por escrito de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L.



LOCALIZACIÓN

LEYENDA

- Parcela afectada
- Pica acero cobreado 2m - Ø14mm
- Soldadura aluminotérmica
- Conexión con mallazo y chasis bess
- Conexión con chasis bess y vallado
- Conductor Cu desnudo 50 mm^2

NOTAS

- Profundidad electrodo: 0,5 m.
- Sección conductor: 50 mm^2.
- Diámetro picas: 14 mm.
- Longitud picas: 2 m.
- Nº de picas en el anillo: 8 uds.

PUESTA A TIERRA

BESS ALCORCÓN

ESC: 1/3000 UNID: m

Nº Revisión	Fecha	Descripción	Dibujado	Revisado	Validado
0A	08/06/26	Primera emisión	ITG	JCV	SJP

PROYECTO

BESS MÓSTOLES I_ST 5MW y 10 MWh

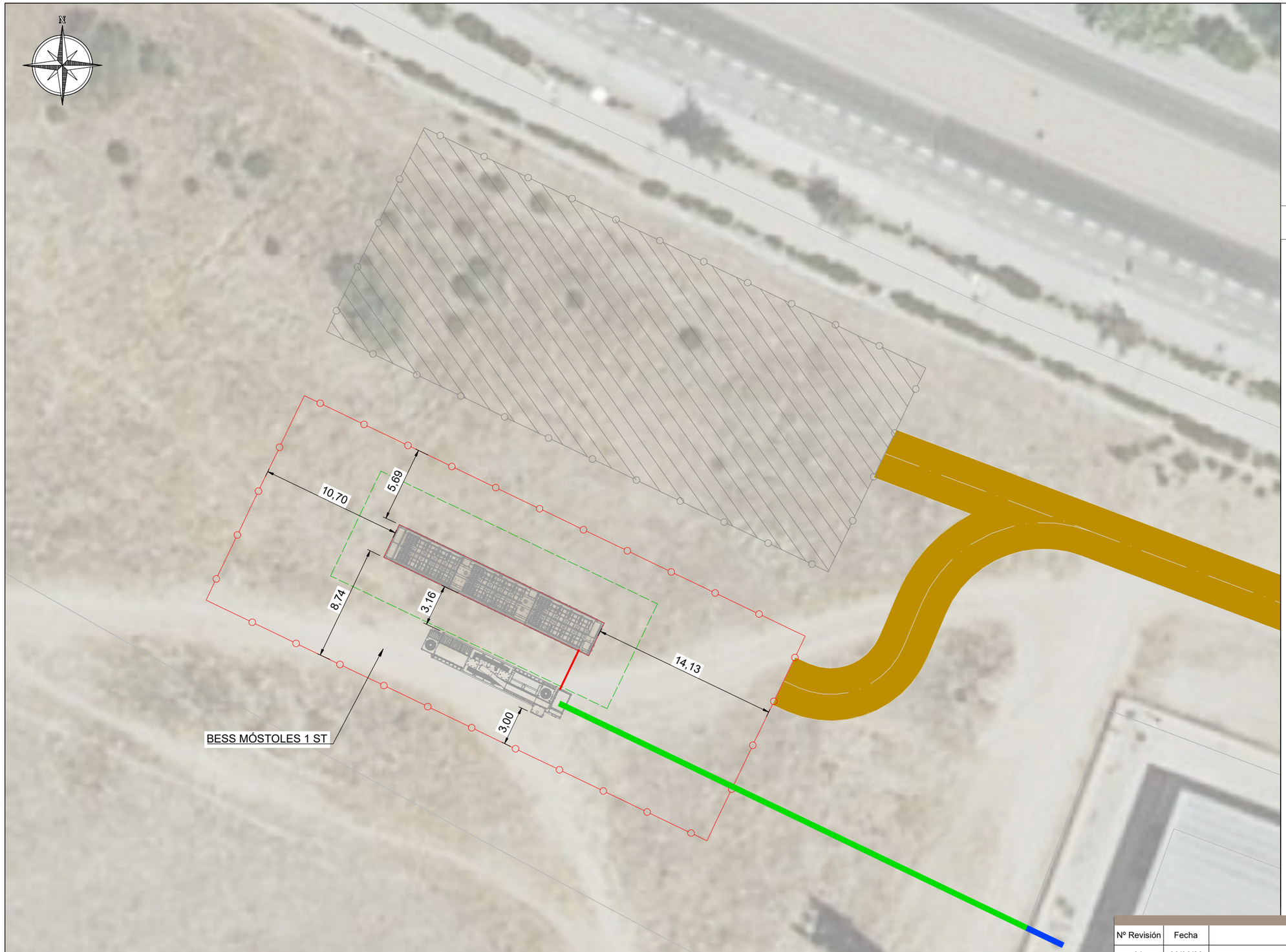
INGENIERÍA/ CONSTRUC.

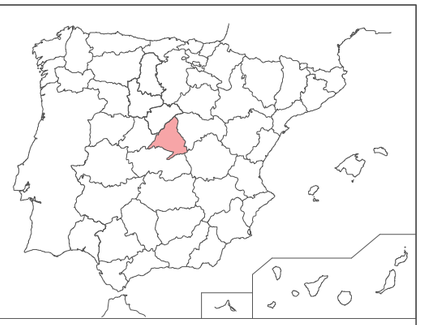
FIVE WORKS
POWERING TOMORROW WITH GREEN ENERGY

TÍTULO DEL PLANO

LAYOUT

ESCALA	INDICADA	EMISIÓN INICIAL	CÓDIGO PLANO	Nº PÁG.
PROYECTO	26_773	08/06/2026	-	04 de 06





LOCALIZACIÓN

LEYENDA

- Zanja BT DC
- Línea de evacuación
- Línea de evacuación (hormigonada)
- Vallado
- Parcelas
- Caminos

NOTAS

- El rutado de la línea de evacuación tiene carácter orientativo en la presente fase de desarrollo y podrán ser ajustadas en la ingeniería de detalle, en función de la ubicación concreta de la celda de conexión dentro de la subestación y rutados existentes, conforme a las indicaciones técnicas que establezca i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Sistema de referencia de coordenadas: ETRS89 / UTM Huso 30N.

IMPLANTACIÓN

BESS MÓSTOLES

ESC: 1/300 UNID: m

Nº Revisión	Fecha	Descripción	Dibujado	Revisado	Validado
0A	08/06/26	Primera emisión	ITG	JCV	SJP

PROYECTO

BESS MÓSTOLES I_ST 5MW y 10 MWh

INGENIERÍA/ CONSTRUC.

FIVE WORKS
POWERING TOMORROW WITH GREEN ENERGY

TÍTULO DEL PLANO

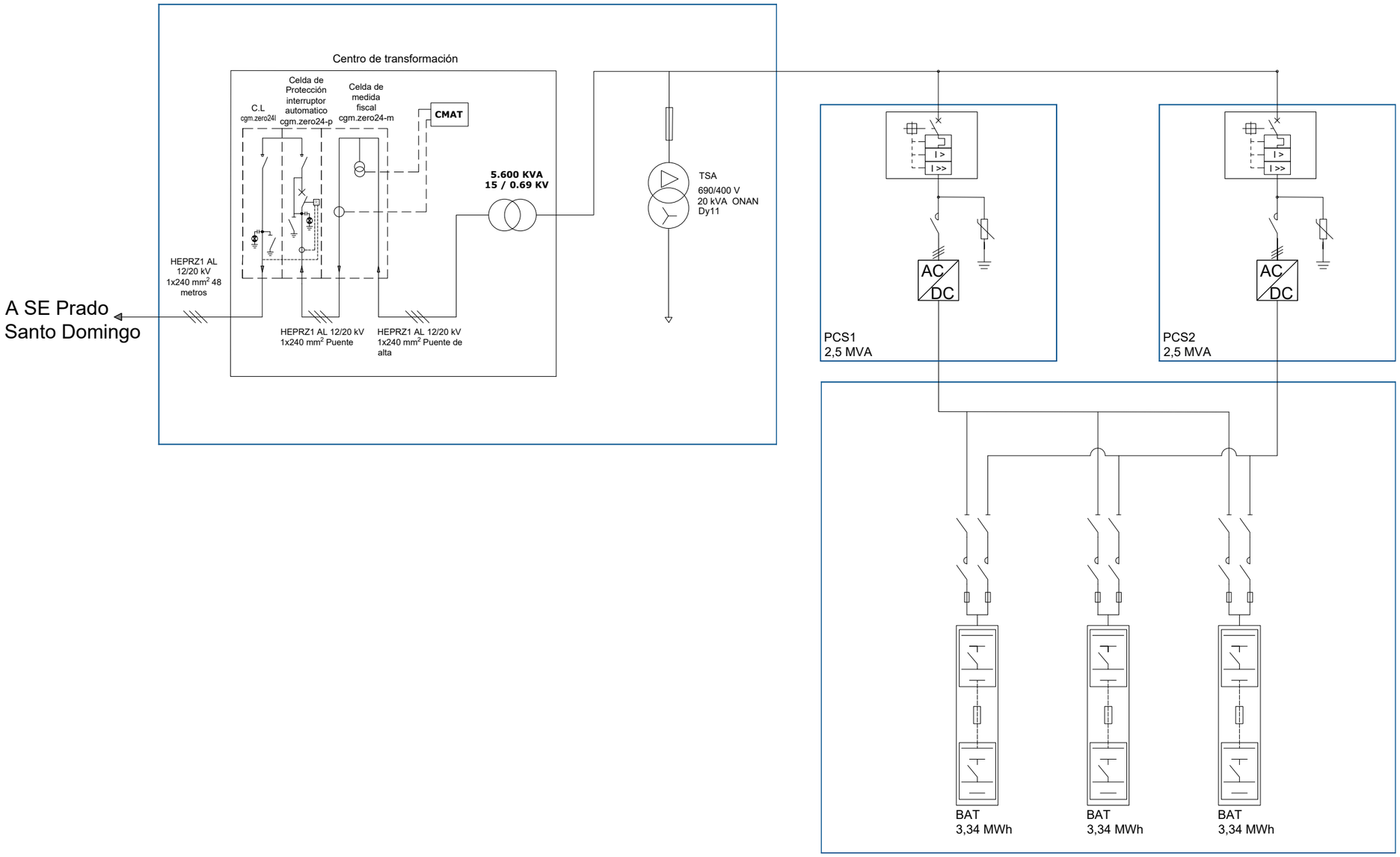
IMPLANTACIÓN

ESCALA	INDICADA	EMISIÓN INICIAL	CÓDIGO PLANO	Nº PÁG.
PROYECTO	26_773	08/06/2026	-	05 de 06

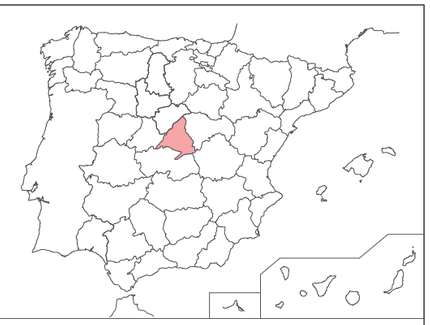
Este documento es propiedad de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L. Está estrictamente prohibido su reproducción entera o parcial, así como compartir con terceros sin la autorización previa por escrito de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L.

Este documento es propiedad de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L. Está estrictamente prohibido su reproducción entera o parcial, así como compartir con terceros sin la autorización previa por escrito de Firm Insightful Visionary Energy Works S.L.

CONTENEDOR TRANSFORMADORA 0,69/15 kV



SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



LOCALIZACIÓN

DIAGRAMA UNIFILAR

BESS MÓSTOLES

ESC: S/E UNID: m

Nº Revisión	Fecha	Descripción	Dibujado	Revisado	Validado
0A	08/06/26	Primera emisión	ITG	JCV	SJP

PROYECTO

BESS MÓSTOLES I_ST 5MW y 10 MWh

INGENIERÍA/ CONSTRUC.

FIVE WORKS
POWERING TOMORROW WITH GREEN ENERGY

TÍTULO DEL PLANO

DIAGRAMA UNIFILAR

ESCALA	INDICADA	EMISIÓN INICIAL	CÓDIGO PLANO	Nº PÁG.
PROYECTO	26_773	08/06/2026	-	06 de 06

ANEXO VII

HOJA DE CARACTERÍSTICAS

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: HOJA DE CARACTERÍSTICAS

REVISIÓN: 0A

FECHA: 08/06/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	08/06/2026	Primera emisión	JCV	FJSE

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

v5.0

TITULAR

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	
DIRECCIÓN:	
LOCALIDAD:	
CÓDIGO POSTAL:	CIF/DNI DEL TITULAR:

EMPLAZAMIENTO:

DIRECCIÓN:	RONDA NACIONES UNIDAS, ALCORCÓN (MADRID)
LOCALIDAD:	ALCORCÓN
CÓDIGO POSTAL:	28922

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

REPRESENTANTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:	
DIRECCIÓN:	
CÓDIGO POSTAL:	CIF/DNI DEL REPRESENTANTE:
LOCALIDAD:	
PROVINCIA:	

EMPRESA INSTALADORA

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

PROYECTISTA

NOMBRE Y APELLIDOS:	
DNI/NIF/CIF	
COLEGIO:	
Nº COLEGIADO:	

Nº DE LÍNEAS:	1	SOLICITA DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA	NO
Nº DE CENTROS:	0	INCLUYE INSTALACIONES DE TRANSPORTE SECUNDARIO	NO
SISTEMA COORDENADAS UTM:	ETRS89	PLAZO SOLICITADO PARA LA EJECUCIÓN (EXPRESADO EN MESES):	

Contacto para Gestión: Tfno. e-Mail

	ORGANISMOS AFECTADOS:	Identificación Complementaria O.A.
1	AYUNTAMIENTO	ALCORCÓN
2	I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES	
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Desmontajes de Líneas Aéreas

Longitud a desmontar. 0 metros.
Nº apoyos a desmontar 0 apoyos.

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

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

Firma del proyectista:

v5.0					
CENTRO Nº.:		*	CT1	
COORDENADAS UTM	**X:**	*	430.943	
SISTEMA COORD.: ETRS89	**Y:**	*	4.458.449	
ACTUACIÓN:		*	NUEVO	
Nº TRANSFORMADORES INSTALADOS		*	1	
POTENCIA (kVA)	En transformadores instalados:	*	n1x5600	
	Máxima admisible en el Centro:	*	5.600	
PROTECCIONES (AT):		*	INTERRUPTOR-SECCIONADOR	
TIPO DE CENTRO:		*	INTEMPERIE	
SITUACIÓN/ENVOLVENTE:		*	REFABRICADO DE SUPERFICIE	
SERVICIO / FUNCIÓN:		*	TRANSF. CON EVACUACIÓN	
Nº LINEAS ENTRADA/SALIDA AT:		*	1	
ALIMENTA-CIÓN:	Tipo de acometida	*	SUBTERRÁNEA	
	Tipo de conductor		RHZ1 12/20 kV 240 mm2 Al	
	Longitud (m)		39	
TENSIÓN DE SERVICIO (kV):		*	15	
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN:		*	15 kV /420 V	
BAJA TENSIÓN:	Nº de líneas instaladas	*	2	
	Tipo de conductor	*	NO APLICA	

v5.0				
	LÍNEA Nº	*	L1	
ORIGEN DE LÍNEA	SITUACIÓN:	*	Inicio en el centro de transformación de la instalación BESS	
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	X	*	428.712	
SISTEMA ETRS89	Y	*	4.464.268	
FINAL DE LÍNEA	SITUACIÓN:	*	Conexión eléctrica en media tensión con la Subestación ST PRADO SANTO DOMINGO (15 kV), mediante línea subterránea particular hasta la posición	
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	X	*	428.747	
SISTEMA ETRS89	Y	*	4.464.251	
CENTROS QUE INTERCONECTA:		*	CT-SET	
ACTUACIÓN:		*	NUEVA	
TIPO LÍNEA:		*	SUBTERRÁNEA	
LONGITUD TOTAL (m):		*	39	
Longitud tramo subterráneo				
Longitud tramo aéreo				
TENSION DE SERVICIO (kV):		*	15	
Nº DE CIRCUITOS:		*	1	
TIPO CONDUCTOR:	Subterráneo	*	HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al	
	Aéreo			

ANEXO VIII

DECLARACIÓN RESPONSABLE

PROYECTO: BESS MÓSTOLES 1_ST DE 5MW Y 10 MWH

DOCUMENTO: DECLARACIÓN RESPONSABLE

REVISIÓN: 0A

FECHA: 08/06/2026

Revisión	Fecha	Descripción	Realizado por:	Aprobado por:
0A	08/06/2026	Primera emisión	JCV	FJSE

Declaración responsable a presentar junto al Proyecto

D/Dª [redacted] en posesión de la titulación de Ingeniero Técnico Industrial con D.N.I. nº [redacted], declara bajo su responsabilidad que, en el periodo en el que realizó y firmó el proyecto que acompaña al presente escrito, estaba en posesión de la titulación arriba indicada y no se encontraba inhabilitado para el ejercicio de la profesión.

Proyecto afectado:

"BESS MÓSTOLES 1_ST" DE 5 MW Y 10 MWh Y SU LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

- Tipo de instalación: Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías
- Título del proyecto: BESS MÓSTOLES 1_ST
- Fecha de firma del proyecto: 12 de marzo de 2026

Madrid, 04 de junio de 2026

Fdo.: [redacted]