# PROYECTO ACTUALIZADO BÁSICO “ALMACENAMIENTO BESS BOCCHORIS”

## SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS (BESS) STAND-ALONE, INFRAESTRUCTURA MEDIA TENSIÓN Y LINEA DE EVACUACION EN MEDIA TENSIÓN HASTA LA SUBESTACIÓN POLLENÇA

**PROMOTOR:** ODS Innovación Energética 1, S.L. (B-44.884.526)

**EMPLAZAMIENTO:** Polígono 3 Parcela 312, 07460, T.M. Pollença, Illes Balears

técnicos consultores

ODS energy development

## TÉCNICOS REDACTORES:


| Jaime Sureda Bonnin (Col. 700 – C.O.E.T.I.B.) | Gonzalo García Uriarte (Col. 879 – C.O.E.I.B.) | Angel Lacleta Barrera (Col. 26827 – C.E.B.) |
|---|---|---|
| SUREDA BONNIN JAIME - 78208036D<br>Firmado digitalmente por SUREDA BONNIN JAIME - 78208036D<br>Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-78208036D, givenName=JAIME, sn=SUREDA BONNIN, cn=SUREDA BONNIN JAIME - 78208036D<br>Fecha: 2025.12.03 11:23:28 +01'00' | GARCIA URIARTE GONZALO - 43188376B<br>Firmado digitalmente porGARCIA URIARTE GONZALO - 43188376B<br>DN: CN=GARCIA URIARTE GONZALO - 43188376B, SN=GARCIA URIARTE, G=GONZALO, SERIALNUMBER=IDCES-43188376B, C=ES<br>Razón:Soy el autor de este documento.<br>Fecha:03/12/2025 12:10<br>Versión PDFgear:2.1.13 | LACLETA BARRERA ANGEL - 43200866N<br>Firmado digitalmente por LACLETA BARRERA ANGEL - 43200866N<br>Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-43200866N, givenName=ANGEL, sn=LACLETA BARRERA, cn=LACLETA BARRERA ANGEL - 43200866N<br>Fecha: 2025.12.03 11:23:54 +01'00' |

I. MEMORIA DESCRIPTIVA ..... 5

0. RELACIÓN DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS ..... 5

1. GENERALIDADES ..... 6

1.1. ANTECEDENTES ..... 6
1.2. OBJETO ..... 6
1.3. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN ..... 8
1.4. TITULARIDAD ..... 8
1.5. NOMBRE Y TIPO DE LA CENTRAL ..... 9
1.6. TÉCNICOS RESPONSABLES ..... 9

2. NORMATIVA APLICABLE ..... 10

2.1. ELECTRICIDAD ..... 10
2.2. MEDIO AMBIENTAL ..... 11
2.3. OTRAS DISPOSICIONES ..... 12

3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ..... 13

3.1. DETALLES URBANÍSTICOS ..... 14
3.1.1. PARÁMETROS URBANÍSTICOS DE LA ZONA ..... 14
3.1.2. SUPERFICIES Y OCUPACIONES PREVISTAS ..... 17
3.1.3. AFECCIONES CONSIDERADAS ..... 18
3.2. ACCESOS ..... 18

4. DESCRIPCIÓN E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE LAS INSTALACIONES ..... 19

4.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA BESS ..... 19
4.1.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA BESS CONECTADO A LA RED ..... 19
4.2. CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA BESS ..... 22
4.2.1. INTRODUCCIÓN ..... 22
4.2.2. SITUACIÓN DENTRO DE LA PARCELA ..... 23
4.2.3. CARACTERÍSTICAS DE PLANTA Y EQUIPOS - TECNOLOGÍA USADA ..... 23
4.2.4. BLOQUES DE ALMACENAMIENTO ..... 25
4.2.4.1. Armarios de baterías ..... 25
4.2.4.2. Sistema de conversión de potencia (PCS) DC/AC ..... 25
4.2.4.3. Centros de transformación BT/MT ..... 27
4.2.4.4. Componentes de los Bloques de Almacenamiento por tipos ..... 28
4.2.4.5. Sistema eléctrico ..... 28
4.2.5. LÍNEA PRIVADA DE MT ..... 29
4.2.6. EFICIENCIA DE CICLO COMPLETO ..... 29
4.2.7. EMS ..... 29
4.2.8. COMPENSACIÓN DE REACTIVA ..... 30
4.2.9. PROTECCIONES ..... 30
4.2.10. PUESTA A TIERRA ..... 30
4.2.11. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA ..... 31
4.2.12. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL ..... 31

4.2.13. DISEÑO CIVIL....31
**4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS....33**
4.3.1. OBRA CIVIL....33
4.3.2. CIMENTACIONES....33
4.3.3. MONTAJE MECÁNICO....33
4.3.4. MONTAJE ELÉCTRICO....34
**4.4. CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA EN MEDIA TENSIÓN (CMM)....34**
4.4.1. OBRA CIVIL....34
4.4.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA....36
4.4.2.1. Generalidades sistema CGMCOSMOS....36
4.4.2.2. Descripción del esquema eléctrico....38

**5. EVACUACIÓN DE ENERGÍA DESDE EL CMM HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN EN MEDIA TENSIÓN....55**

**5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES....55**
**5.2 RELACIÓN DE AFECTADOS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN Y POSIBLES AFECCIONES....57**
**5.3 OBRA CIVIL....59**
5.3.1 MOVIMIENTOS DE TIERRA....59
5.3.2 DRENAJES Y SANEAMIENTOS....60
5.3.3 CIMENTACIONES, VIALES Y CANALES DE CABLES....60

**6. OTROS ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS....60**

**6.1 CERRAMIENTOS....60**

**6.2 BARRERAS VEGETALES....61**
**6.3 NECESIDADES HÍDRICAS....62**
**6.4 CUMPLIMIENTO NORMA 22 PTM DE CONDICIONES DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA....63**
**6.5 INFORME ACÚSTICO DE GENERACIÓN DE RUIDOS....63**
**6.6 . INFORME DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS....64**
**6.7 ESTUDIO HÍDRICO....68**

**7 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS....69**

**7.1 NORMATIVA DE APLICACIÓN....69**
7.1.1 REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES....69
7.1.2 RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR....70
7.1.2.1 Sistemas de extinción....70
7.1.2.2 Resistencia al fuego de la envolvente....70
7.1.3 ITC RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR....71
7.1.4 RESUMEN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE PREVENCION Y EXTINCION APLICADAS....71

**8 JUSTIFICACIÓN NO NECESIDAD DE CERTIFICADO ENERGÉTICO....72**

**9 CONCLUSIONES....73**

**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS....74**

**1. BATERÍAS ..... 74**

**1.1. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN ..... 74**
9.1.1 OBJETO ..... 74
9.1.2 NORMATIVA APLICABLE ..... 74
9.1.3 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN DEL SISTEMA BESS ..... 74
9.1.4 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN ..... 74
9.1.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO ..... 75
9.1.6 CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE ..... 75
9.1.7 CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN ..... 76
9.1.8 SISTEMA DE PROTECCIONES ..... 76
9.1.9 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES ..... 76
9.1.10 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES ..... 77
9.1.11 RESULTADOS DE CÁLCULO ..... 78
**1.2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN ..... 78**
9.1.12 OBJETO ..... 78
9.1.13 NORMATIVA APLICABLE ..... 78
9.1.14 CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN ..... 78
9.1.15 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN ..... 78
9.1.16 METODOLOGÍA DE CÁLCULO ..... 79
9.1.17 CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE ..... 79
9.1.18 CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN ..... 80
9.1.19 CÁLCULO POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ..... 80
9.1.20 SISTEMA DE PROTECCIONES ..... 81

**II. ANEJOS ..... 82**

**III. PLIEGO DE CONDICIONES ..... 83**

**IV. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 84**

**V. PRESUPUESTO BÁSICO ..... 85**

**VI. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA ..... 86**

## RELACIÓN DE IMÁGENES

Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento. ..... 13
Imagen 2. Emplazamiento de las pracelas ..... 14
Imagen 3: Clasificación como suelo rústico de la parcela [Fuente: Plan Territorial de Mallorca]. ..... 15
Imagen 4: Zona de inundación [Fuente: IdeIB]. ..... 15
Imagen 5: Hábitat Interés Comunitario [Fuente: IdeIB]. ..... 16
Imagen 6. Riesgo de incendio en la parcela ..... 16
Imagen 7. Clasificación del suelo según el Plan Territorial de Mallorca. ..... 18
Imagen 8. Acceso a la parcela ..... 18
Imagen 9.. Principales características de Tecnologías Ion-Litio ..... 19
Imagen 10: Configuración típica de un sistema BESS ..... 20
Imagen 11: Container de baterías. ..... 22
Imagen 12 Implantación general ..... 23
Imagen 13. Evacuación propuesta ..... 56
Imagen 14. Detalle del cerramiento de la parcela ..... 61
Imagen 15. Paisajismo y entorno ..... 62
Imagen 16. Detalle del CMM FV con acabado exterior tipo “embetumat” color ocre tierra y cubierta inclinada con teja árabe a un agua. ..... 63

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Detalles instalación de almacenamiento con permiso de acceso y conexión ante REE ..... 7
Tabla 2. Potencia instalada y capacidad de acceso de la planta para cumplimiento del PO12.2 de REE ..... 7
Tabla 3. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento ..... 13
Tabla 4. Superficies ocupadas por los elementos sobre el plano normal ..... 17
Tabla 5: Características generales de la planta de almacenamiento. ..... 24
Tabla 6: Características de los armarios de baterías. ..... 25
Tabla 7: Características de los PCS. ..... 26
Tabla 8: Características del transformador. ..... 27
Tabla 9: Resumen de Bloques de Almacenamiento. ..... 28
Tabla 10: Componentes de un bloque de almacenamiento de cada bloque. ..... 28
Tabla 11: Línea subterránea de media tensión. ..... 29
Tabla 12. Distribución Líneas de MT ..... 29
Tabla 13: Eficiencia de ciclo completo del sistema de almacenamiento. ..... 29

# I. MEMORIA DESCRIPTIVA

## 0. RELACIÓN DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS

AC: Alternating Current. Corriente alterna.

BMS: Battery management system. Sistema de gestión y protección a bajo nivel de las series de celdas de baterías.

BESS: Battery electricity storage system. Sistema de almacenamiento de electricidad por medio de baterías.

Ratio C: Tasa de carga o descarga, dada como la relación entre la corriente de carga o descarga (en A) y la capacidad útil de la batería (en Ah). Tiene unidades de inversa de tiempo (h-1).

CMM: Centro de Maniobra y Medida.

DC: Direct Current. Corriente continua.

DoD: Depth of Discharge. Profundidad de descarga, que define los límites de operación de ciclado por la diferencia entre el SOC máximo y el mínimo.

EMS: Energy management system. Sistema de gestión de energía, que incluye monitorización, control, análisis y comunicaciones del sistema.

LFP: Química de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4).

MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

O+M: Operación y mantenimiento

PCS: Power conversión system. Electrónica de potencia bidireccional que carga y descarga las baterías.

RTE: Round trip efficiency. Eficiencia total del ciclo completo del sistema de almacenamiento. Incluye las pérdidas químicas y las eléctricas (resistivas y en electrónicas de potencia y transformadores).

SET: Subestación de transformación.

SGEE: Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO.

SOC: State of charge. Estado de carga de las baterías, generalmente medido en % como relación entre la carga acumulada en un momento dado con referencia a la máxima capacidad de carga posible (SOH).

SOH: State of health. Estado de salud de las baterías, que da la capacidad residual de la batería, generalmente dado como un % sobre la capacidad nominal.

SSAA: Servicios auxiliares (ver elementos en Integración).

# 1. GENERALIDADES

## 1.1. Antecedentes

Recientemente, se está observando un despliegue de proyectos de generación eléctrica con energías provenientes de fuentes renovables. Los ambiciosos objetivos de integración de renovables deben necesariamente venir acompañados por medidas encaminadas a cubrir la intermitencia y no gestionabilidad intrínsecas a las fuentes de energía primaria no almacenable.

La participación del almacenamiento en el sistema eléctrico resulta crítica para lograr los objetivos establecidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) de refuerzo de la seguridad energética, penetración de energías renovables y descarbonización de la economía.

En concreto, en lo referente al almacenamiento, el PNIEC 2023-2030 prevé una capacidad de almacenamiento de 22,5 GW en 2030, desglosado en 12,5 GW de almacenamiento diario y semanal, y 10 GW de almacenamiento estacional en el sector eléctrico, que aportará una mayor capacidad de gestión a la generación.

El almacenamiento con tecnología electroquímica *stand alone* o hibridado supone una herramienta clave para impulsar los objetivos en España de integración de energía de origen renovable no gestionable.

Los antecedentes del proyecto actual *BESS Bocchoris* son los siguientes:

- El *23/10/2024* se obtuvo la **propuesta previa de acceso y conexión** para las capacidades mencionadas en la tabla 1.

## 1.2. Objeto

Este documento presenta el **Proyecto Básico "Almacenamiento BESS Bocchoris"**, una planta de almacenamiento de baterías (BESS) Stand-Alone en media tensión a 15 kV, con una línea de evacuación de igual tensión hasta la subestación de Pollença. Se trata de una instalación de almacenamiento eléctrico independiente (no vinculada a generación), que requiere una infraestructura de interconexión para conectarse a la barra de media tensión de la subestación SE Pollença 15kV.

El proyecto abarca tanto la planta de almacenamiento, CMM e infraestructura de media tensión necesaria para su operación. El alcance finaliza en la sala de celdas de media tensión de la Subestación SE Pollença, en donde se evacuará la energía almacenada. Se ha obtenido el correspondiente permiso de acceso y conexión para la instalación de almacenamiento eléctrico a la subestación SE Pollença, cuyos detalles se reflejan en la Tabla 1.

*Tabla 1. Detalles instalación de almacenamiento con permiso de acceso y conexión ante REE*

**ASUNTO**: Emisión de los permisos de acceso y conexión

En relación a la solicitud de acceso y conexión a la red de distribución realizada por ODS INNOVACION ENERGETICA 1, S.L. de la instalación BOCCHORIS BESS con capacidad de acceso solicitada para 10000 kW de potencia, por la presente EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, según lo indicado por la legislación vigente, emite los permisos de acceso y conexión a la red de distribución, de acuerdo con la propuesta previa aceptada por el titular que se incluye como anexo de estos permisos, con las siguientes características:

- **Fecha de obtención de los permisos de acceso y conexión:** 23 de octubre de 2024
- **Referencia de la garantía económica por la Administración:** IGAR00198-2023
- **Capacidad de acceso:** 10000.0 kW
- **Potencia instalada:** 11650 kW
- **Ubicación:** CL POLIGONO 6, PCL, 407, 07400, ALCUDIA, ILLES BALEARS.
- **Tipo de generación:** ALMACENAMIENTO
- **Punto de conexión**: Punto de conexión. En posición de línea de AT a instalar en la SET POLLENSA a la tensión de 15.000 voltios.
- **Coordenadas UTM del punto de conexión (X, Y, Huso):** (504804.96, 4414917.72, 31)
- **Tensión nominal del punto de conexión (V):** 15.000
- **Significatividad según RD 647/2020:** Tipo
- **Condiciones técnicas y económicas:** Ver anexo 1

**La potencia instalada del parque de almacenamiento será de 11 MW para así cumplir con el PO12.2 de REE, mientras que la capacidad de generación se mantendrá a 10MW**, por lo tanto, quedarán las potencias como se ve en la siguiente tabla:

*Tabla 2. Potencia instalada y capacidad de acceso de la planta para cumplimiento del PO12.2 de REE*

| | |
|---|---|
| Potencia instalada de la instalación (según RD 413/2014) | 11 MW |
| Capacidad de acceso generación | 10 MW |
| Capacidad de acceso consumo | 10 MW |
| Capacidad de almacenamiento | 20 MWh |

Este proyecto se tramita con la intención de declararlo **Interés Autonómico Energético,** de acuerdo con lo dispuesto en el *"Decreto Ley 3/2024, de 24 de mayo, de medidas urgentes de simplificación y racionalización, que modifica el artículo 3 de la Ley 13/2012, de 20 de noviembre."*

En relación con el trámite de evaluación de impacto ambiental, la modificación introducida en 2023 en los anexos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, establece que los proyectos de almacenamiento energético independientes (stand-alone), ya sea mediante baterías electroquímicas u otras tecnologías híbridas vinculadas a instalaciones eléctricas, deben someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.

No obstante, el promotor ha decidido voluntariamente **someter el proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria**, haciendo uso de la facultad potestativa prevista en el artículo 14.1.d de la Ley 12/2016, de evaluación ambiental de las Illes Balears, modificada por la Ley 10/2019.

El Pleno del Consell de Mallorca, en sesión celebrada el 10 de abril de 2025, aprobó inicialmente la cuarta modificación del Plan Territorial Insular de Mallorca (PTIM). Aunque el acto administrativo de concesión del punto de conexión—y, por tanto, el inicio de la planificación y desarrollo del proyecto— tuvo lugar con anterioridad, el promotor ha optado por **adaptar el proyecto a la normativa prevista en la modificación nº 4 del PTIM**, aprobada inicialmente en esa misma sesión.

En consecuencia, para el presente proyecto de almacenamiento de energía no se aplican las disposiciones establecidas en dicha modificación. En concreto, la norma 84 del PTIM (modificación nº 4) establece que: "*[...] la implantación de sistemas de almacenamiento se considera condicionada cuando se ubiquen totalmente en áreas clasificadas como Área de Transición (AT), [...] o cuando se sitúen dentro de una franja de 100 metros en torno a subestaciones eléctricas de transporte localizadas en suelo rústico común, siempre que se adopten las medidas de seguridad, integración ambiental y paisajística adecuadas.*"

En el caso de este proyecto, el terreno cumple con dichos requisitos, ya que está catalogado como Suelo Rústico General Común y se encuentra junto a la subestación eléctrica de Pollença a una distancia aproximada de 90 metros.

## 1.3. Descripción básica de la instalación

La instalación descrita en este proyecto se compone de unos armarios de **baterías de litio hierro fosfato** ($LiFePO_4$), conectados en DC (corriente continua) a equipos bidireccionales de conversión DC/AC de electrónica de potencia (PCS). Dichos PCS se conectan en MT (15 kV) por medio de unos transformadores de potencia, que pueden ser de simple o doble devanado en el lado de BT, y disponen de celdas para conexión en T del transformador, doble interconexión (en anillo) y aislamiento del mismo aguas abajo. Cada unidad conectada en el lado de media tensión, compuesta por los armarios de baterías, el (o los) PCS(s) y el transformador de potencia, constituye un **Bloque de Almacenamiento**. Hay un total de 2 bloques. Cada bloque es de 5,5 MW, totalizando una potencia instalada de 11 MW. Cada container tiene una capacidad nominal de almacenamiento de aproximadamente 5 MWh totalizando, con sus 4 contenedores, **20 MWh de almacenamiento total.**

Estos Bloques de Almacenamiento se conectan con línea **subterránea de media tensión (15kV)**, a las celdas del Centro de Maniobra y Medida, CMM, y posteriormente sale la línea de evacuación hasta la SE Pollença.

La instalación de evacuación propia de la planta comienza en dichas celdas del CMM, desde las que sale la línea subterránea de evacuación MT 15kV, hasta las barras de la subestación "SE Pollença".

## 1.4. Titularidad

El titular de la instalación es:

- **Sociedad:** ODS INNOVACION ENERGETICA 1, S.L.
- **CIF:** B-44.884.526
- **Dirección:** Avenida Averroes 8, Edificio Acrópolis, 4ª Planta

  41020, Sevilla, España

## 1.5. Nombre y tipo de la central

- Nombre: *Planta de Almacenamiento "BESS Bocchoris"*
- Almacenamiento mediante baterías de litio hierro fosfato en stand-alone.

## 1.6. Técnicos Responsables

Los técnicos facultativos responsables del diseño, dimensionado y legalización de las instalaciones en el mencionado proyecto son:

- Jaume Sureda Bonnin, colegiado nº 700 en el COETIB.
- Gonzalo García Uriarte, colegiado nº879 en COEIB.
- Ángel Lacleta Barrera, colegiado nº26827 en CETIB

**Comunicación electrónica:**

- Mail: jsureda@tecnicosconsultores.com
- Telf.: 971.835.498

# 2. NORMATIVA APLICABLE

## 2.1. Electricidad

- "Decreto Ley 3/2024, de 24 de mayo, de medidas urgentes de simplificación y racionalización, que modifica el artículo 3 de la Ley 13/2012, de 20 de noviembre."
- R.D. 997/2025, de 5 de noviembre por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico
- Ley 14/2019, de 29 de marzo, de proyectos industriales estratégicos de las Illes Balears
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 7/2021, de 21 de mayo, de cambio climático y transición energética, y en especial el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el RD 842/2002 del 2 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias.
- RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas UNE admitidas para el cumplimiento de las exigencias de las ITC.
- Normas particulares de la Compañía suministradora Gesa/Endesa.
- Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, de aprobación definitiva de la revisión del Plan director sectorial energético de las Islas Baleares
- Decreto 33/2015, de 15 de mayo, de aprobación definitiva de la modificación del Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears

- 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
- Reglamento de L.A.A.T. Aprobado por Decreto Real Decreto 223/2008 que deroga el anterior reglamento aprobado en el Real Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre.
- 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. Reglamentos Europeos de Conexión, especialmente el Reglamento (UE) 2016/631, el Reglamento (UE) 2016/1388 y el Reglamento (UE) 2016/1447, de aplicación en el Sistema Eléctrico Peninsular (SEP).
- Procedimientos de Operación del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y/o de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Criterios Generales de Protección del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y/o de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Reglamento Unificado de los Puntos de Medida.
- UNE-EN IEC 63056:2020 Elementos secundarios y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para baterías de litio para su uso en sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.
- IEC 62281 (versión IEC de la UN 38.3 – son iguales): Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport.
- UL 9540A Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems (requerida para los suministros de este Proyecto al no haber equivalente Europeo).
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

## 2.2. **Medio ambiental**

- Decreto Legislativo 1/2020, de 28 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de Evaluación Ambiental de las Islas Baleares.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.

## 2.3. Otras disposiciones

- Ley 12/1998, de 21 de diciembre, del Patrimonio Histórico de las Illes Balears.
- Ley 6/1997, de 8 de julio, del suelo rústico de las Islas Baleares.
- Ley de Industria 21/1992 de 16 de julio.
- Ley 12/2014, de 16 de diciembre, agraria de las Illes Balears
- Ley 2/2014, de 25 de marzo, de ordenación y uso del suelo (Illes Balears)
- Ley 4/2017, de 12 de julio, de Industria de las Illes Balears.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Normativa de seguridad e Higiene e en el trabajo.

# 3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La planta de almacenamiento "BESS Bocchoris" se plantea en la parcela 312 del polígono 3 término municipal de Pollença. En la tabla 3 e imágenes 1 y 2 se muestra la parcela objeto.

***Tabla 3. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento***

| Número | Dirección principal | Ref. Catastral | Superficie gráfica |
|---|---|---|---|
| 1 | Polígono 3 Parcela 312 del T. M. Pollença | 07042A003003120000SM | 6.714 $m^2$ |

Las coordenadas UTM (Huso 31 UTM - ETRS89) del centroide de referencia donde se localizará la Planta BESS son las siguientes:

- Coordenada X: 504.715
- Coordenada Y: 4.414.768




***Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento.***

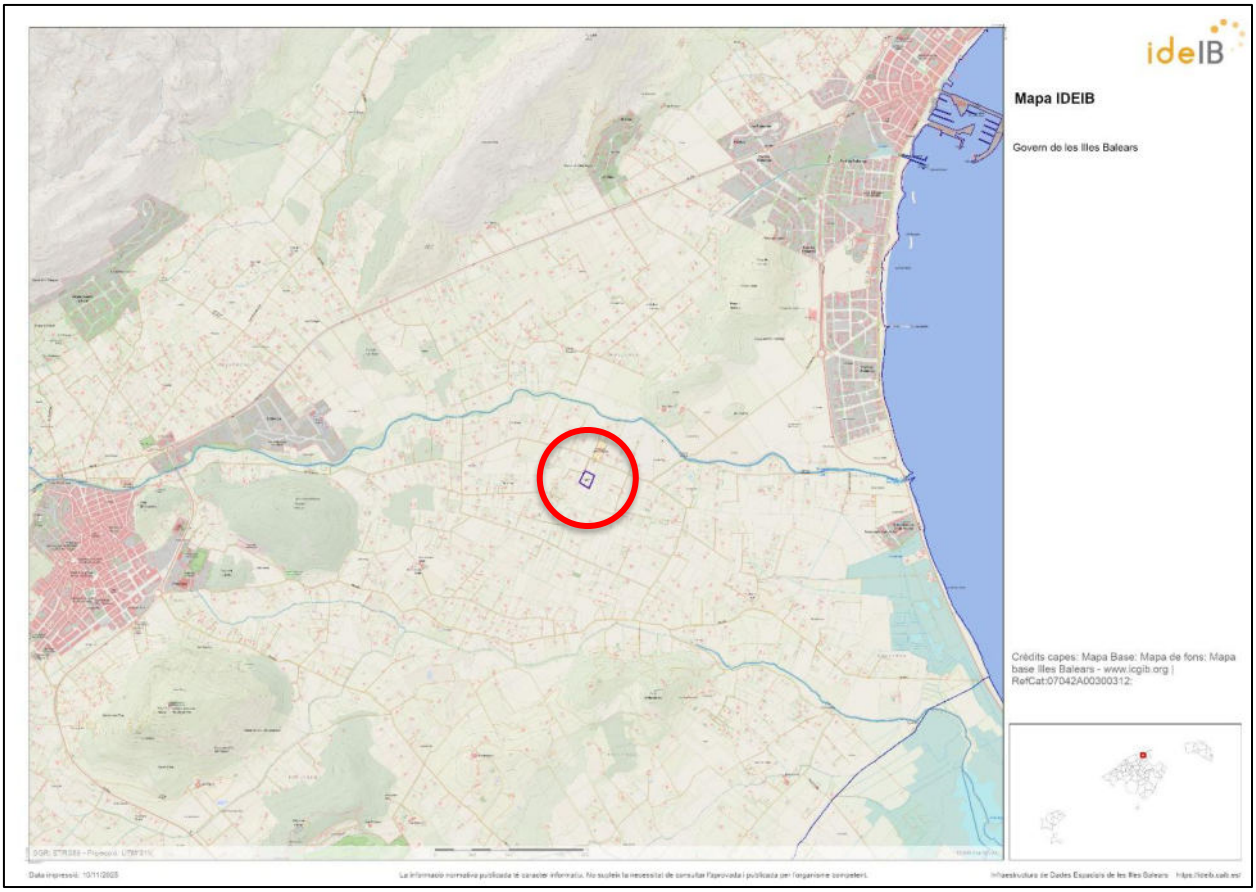



***Imagen 2. Emplazamiento de las pracelas***

## 3.1. Detalles urbanísticos

### *3.1.1. Parámetros urbanísticos de la zona*

Como se puede ver en la siguiente imagen, los terrenos son Suelo Rústico General común, situado a menos de 100 metros de la subestación de Pollença, cumpliendo con la modificación cuarta del PTIM, aún sin serle de aplicación.

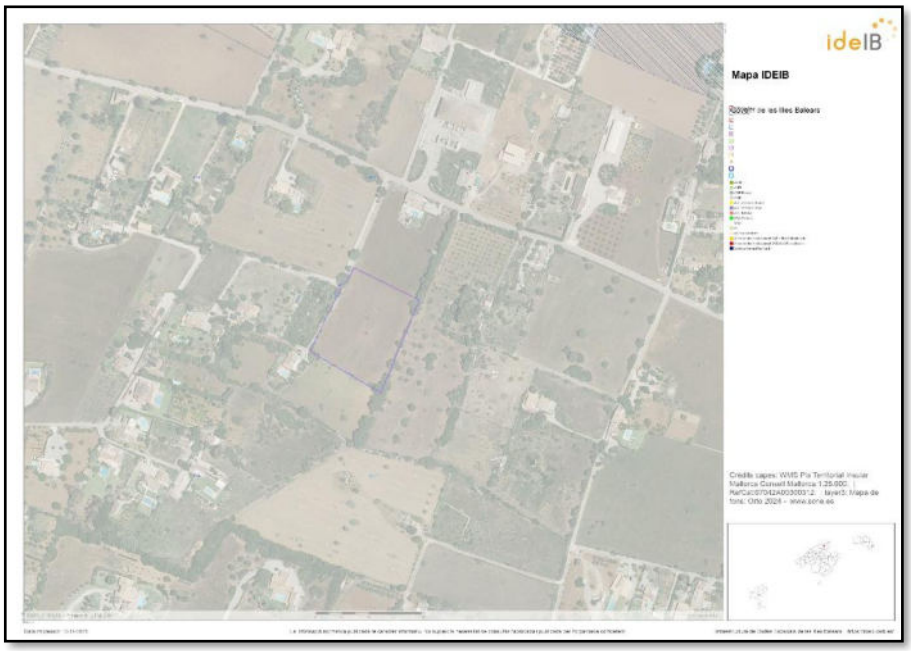



*Imagen 3: Clasificación como suelo rústico de la parcela [Fuente: Plan Territorial de Mallorca].*

La parcela no se ve afectada por la zona de Área de Prevención de Riesgos de inundación:

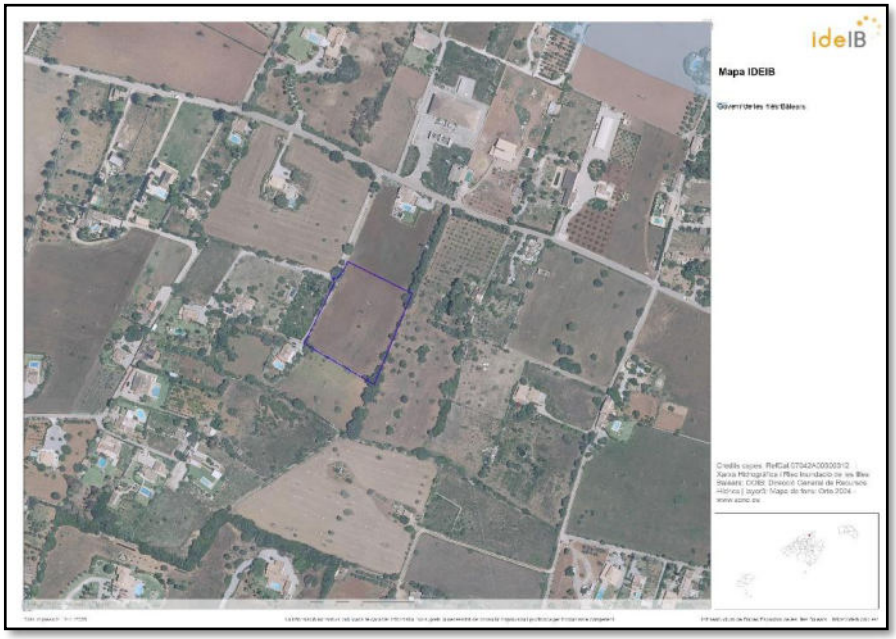



*Imagen 4: Zona de inundación [Fuente: IdeIB].*

La parcela no está afectada por Hábitat ni Hábitat de Interés Comunitario (HIC) 2022.

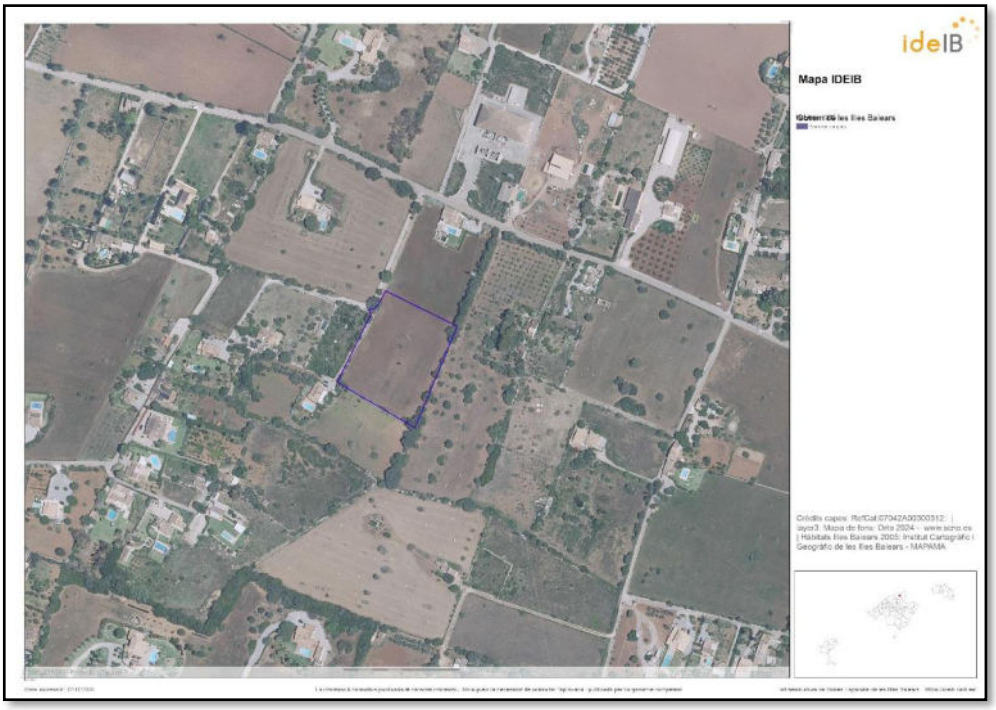



***Imagen 5: Hábitat Interés Comunitario [Fuente: IdeIB].***

El riesgo de incendio de la parcela es bajo.




***Imagen 6. Riesgo de incendio en la parcela***

Se han respetado los retranqueos indicados en las normas subsidiarias del Ayuntamiento de Pollença. En relación a las servidumbres, se ha dejado un perímetro libre de 10 metros con vecinos y 10 metros con el camino público, exceptuando el CMM que se sitúa a 4 metros, ya que debe ser accesible por la empresa distribuidora.

### *3.1.2. Superficies y ocupaciones previstas*

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

- **Superficie total parcela:** Corresponde a la superficie catastral de la parcela.
- **Superficie arrendada:** Es la superficie arrendada.
- **Superficie ocupada:** Es la superficie ocupada por la instalación.
- **Ocupación sobre la parcela:** Porcentaje ocupado sobre la parcela total.
- **Ocupación sobre la arrendada:** Porcentaje ocupado sobre la superficie arrendada.

| Dirección | Superficie total | Superficie arrendada | Superficie Ocupada | Ocupación Sobre parcela |
|---|---|---|---|---|
| Polígono 3 parcela 312<br>T. M. Pollença | 6.714 $m^2$ | 6.714 $m^2$ | 220,50 $m^2$ | 3,28 % |

En los 220,50 $m^2$ de superficie ocupada se instalarán los siguientes elementos, sobre una cimentación.

- 4 x contenedores de 20’ de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4), de la marca Hithium HiTHIUM LFP314-2P52S
- 2 x inversores de baterías DC/AC de la marca Sungrow modelo SC5500UD-MV ó similar
- 2 x transformador de MT de la marca Sungrow modelo SC5500UD-MV ó similar
- Infraestructura eléctrica CC, MT y AT que discurrirán en zanjas.
- Centro de Maniobra y Medida.

***Tabla 4. Superficies ocupadas por los elementos sobre el plano normal***

| | Número (ud) | Sup. Proyección horizontal unitaria ($m^2$) | Inclinación (º) | Sup. Ocupada ($m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| MV Skids | 2 | 36,90 | | 73,80 |
| Containers de baterías | 4 | 18,50 | | 74 |
| Centro de Maniobra y Medida | 1 | 14,47 | | 14,47 |
| **Total** | | | | **162,27** |

Fuera de la superficie ocupada por elementos, en los retranqueos de las fachadas, se plantea una superficie destinada al mantenimiento tipo camino de acceso de zahorra natural.

### *3.1.3. Afecciones consideradas*

A continuación, se detallan las distancias, servidumbres y retranqueos a elementos y sitios característicos alrededor y dentro del terreno.

- Distancia a parcelas colindantes: según las NNSS, 10 metros.
- Queda clasificado como Suelo Rústico General

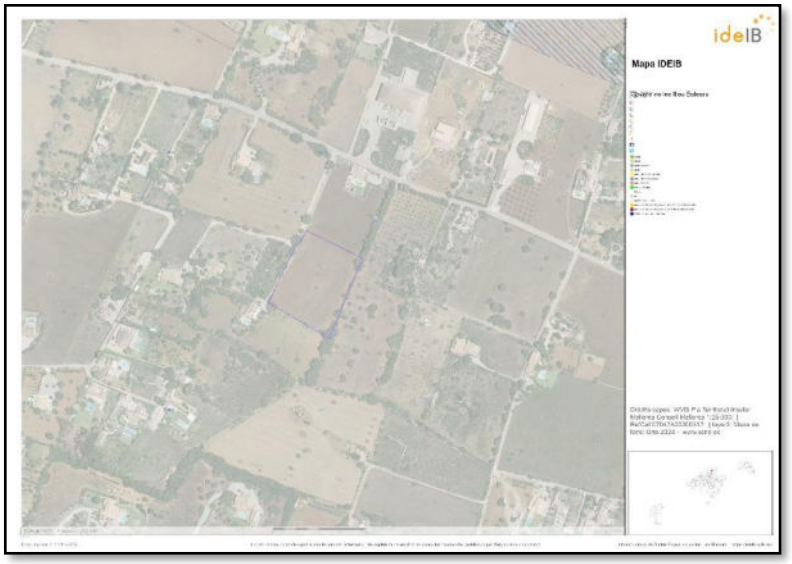



***Imagen 7. Clasificación del suelo según el Plan Territorial de Mallorca.***

## 3.2. Accesos

El acceso a la parcela se realiza directamente desde el camí del Llenaire, por una peana de acceso, tal y como se puede observar en la siguiente imagen:

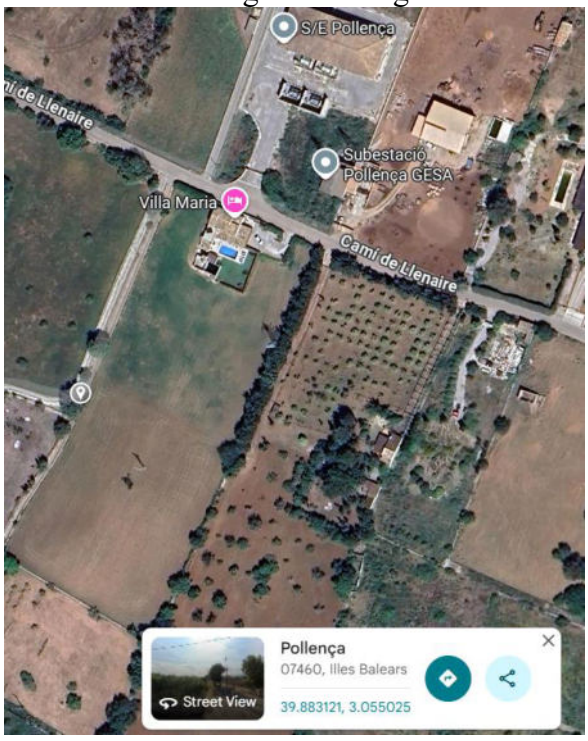



***Imagen 8. Acceso a la parcela***

# 4. DESCRIPCIÓN E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE LAS INSTALACIONES

## 4.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA BESS

### *4.1.1. Componentes de un Sistema BESS Conectado a la Red*

Un sistema de almacenamiento con baterías (BESS de sus siglas en inglés Battery Management Storage System) es un sistema de acumulación de energía basado en almacenamiento electroquímico. Para este Proyecto se ha seleccionado la tecnología Ion-Litio, teniendo en cuenta que es el tipo de baterías que hoy en día presenta una mejor relación entre prestaciones, madurez tecnológica y precio. No obstante, dentro de la tecnología de Ion-Litio, existen diferentes químicas según la composición del cátodo y sus características. En la siguiente figura se muestran las principales características (energía específica, potencia específica, seguridad, rendimiento, vida útil y coste) de los diferentes tipos de baterías de Ion-litio en función de su composición química:

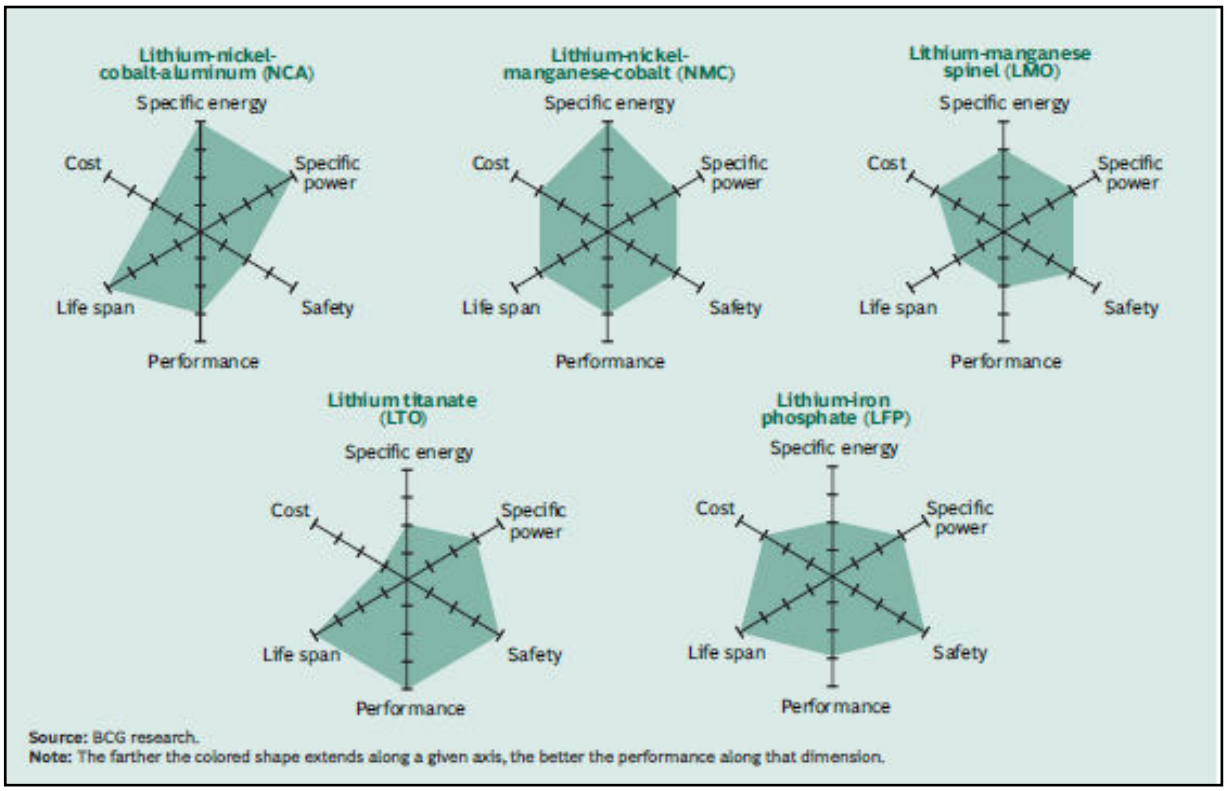



***Imagen 9.. Principales características de Tecnologías Ion-Litio***

En adelante, se describirá la configuración típica de un sistema BESS. Independientemente de la tecnología de baterías empleada, un sistema BESS se compone de los siguientes subsistemas:

1. Sistema de baterías
2. Sistema de conversión de energía
3. Sistema de gestión de la energía
4. Sistemas auxiliares

5. Envolventes e interconexiones

En la imagen siguiente puede observarse la configuración típica de un sistema BESS y la conexión de los subsistemas enumerados. Simplemente que en este caso se conecta en media tensión a 15 kV:

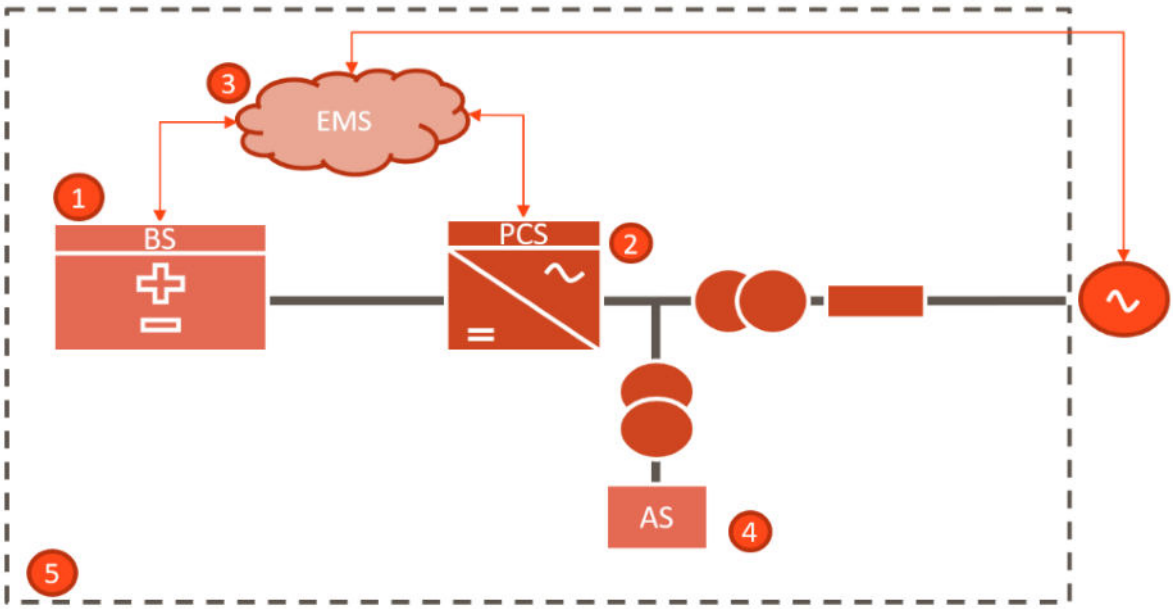



***Imagen 10: Configuración típica de un sistema BESS***

Sistema de Baterías: Representa el núcleo del sistema BESS ya que es el sistema encargado de acumular la energía. Se compone principalmente de:

- Racks de baterías: Suelen componerse de los módulos de baterías conectados en serie hasta alcanzar la tensión de bus de corriente continua. Los módulos de batería a su vez constan de celdas conectadas en configuración serie-paralelo. Los racks de baterías además suelen disponer de un módulo de control y protección. Los racks pueden ser de instalación interior o exterior y disponer de refrigeración propia por aire o líquido.

- Sistema de control y monitorización de batería (BMS de sus siglas en inglés Battery Management System). Normalmente es una tarjeta electrónica que se encarga de monitorizar todas las variables del sistema como temperaturas, tensión de celda, corrientes, estado de carga (SOC) y de salud de las baterías (SOH). Además, ejerce una función de protección software ante sobretensiones o sobrecargas indeseadas en la operación de las baterías.

Sistema de Conversión de Potencia (PCS de sus siglas en inglés Power Converter System): El PCS es un sistema de electrónica de potencia encargado de cargar y descargar las baterías y de adecuar la tensión de corriente continua de las mismas a la tensión de salida. Dependiendo de la configuración del Proyecto puede ser:

- Convertidor bidireccional CA/CC
- Convertidor CC/CC bidireccional

La mayoría de los PCS típicos son convertidores CA/CC a no ser que el sistema BESS se acople a una planta renovable en CC. Similares a los inversores fotovoltaicos a nivel de hardware, convierten la energía de las baterías a la red y viceversa cumpliendo con los modos de operación requeridos y los requisitos de códigos de red, y permitiendo un control desacoplado tanto de la potencia activa (P) como de la potencia reactiva (Q).

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

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

Suele constar de:

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

En el caso de plantas híbridas con baterías y generación renovable suele ser habitual que el EMS gobierne la planta completa, aunque también puede ser un esclavo del sistema de control de la planta renovable, en cuyo caso sus funciones estarían limitadas a la gestión propia del BESS, y sería el control de la planta FV el encargado de gestionar la energía a nivel global.

Sistemas auxiliares: Los sistemas auxiliares son los encargados de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema. Es una parte no menor, ya que su diseño y control pueden ser claves para mantener el rendimiento y seguridad del sistema. Principalmente constan de sistemas de refrigeración (HVAC), de detección y extinción de incendios (PCI) y sistemas de respaldo o SAIs.

Envolventes: Existen diferentes tipos dependiendo del integrador y tipo de sistema. La configuración más común es integrar los racks de baterías y sistemas auxiliares en contenedores marítimos de 20 pies e integrar los PCS en Skids outdoor o incluso contenedores. En ocasiones se emplean edificios y cada vez es más extendido el uso de racks de baterías outdoors o integrados en pequeños contenedores.



*Imagen 11: Container de baterías.*

Finalmente, a continuación, se enumeran los principales parámetros que caracterizan a un sistema BESS:

- Potencia nominal
- Energía nominal
- Relación entre Potencia y Energía: Prate
- Profundidad de descarga (DOD de sus siglas en inglés Deph of Discharge)
- Estado de carga (SOC de sus siglas en inglés State of Charge)
- Estado de Salud (SOH de sus siglas en inglés State of Health)
- Eficiencia de carga y descarga (RTE de sus siglas en inglés Round Trip Efficiency)

## 4.2. CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA BESS

### *4.2.1. Introducción*

La instalación descrita en este proyecto se compone de unos armarios de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4), conectados en DC a equipos bidireccionales de conversión DC/AC de electrónica de potencia (PCS). Dichos PCS se conectan a MT (15 kV) por medio de unos transformadores de potencia, que pueden ser de simple o doble devanado en el lado de BT, y disponen de celdas para conexión en T del transformador, doble interconexión (en anillo) y aislamiento del mismo aguas abajo. Cada unidad conectada en el lado de media tensión, compuesta por los armarios de baterías, el (o los) PCS(s) y el transformador de potencia, constituye un Bloque de Almacenamiento.

Estos Bloques de Almacenamiento se conectan en un anillo subterráneo de media tensión, cuyos extremos se juntan en unas celdas MT de concentración y conexión del CMM con la infraestructura de evacuación.

La instalación de evacuación propia de la planta comienza en dichas celdas de concentración, desde las que sale la línea subterránea de evacuación hasta las barras de la subestación de la red de transporte.

### *4.2.2. Situación dentro de la parcela*

La planta de almacenamiento "BESS Bocchoris" se sitúa en el municipio de Pollença (Mallorca, Islas Baleares). La implantación general es la siguiente:



***Imagen 12 Implantación general***

### *4.2.3. Características de planta y equipos - Tecnología usada*

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

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

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

Las características principales de la planta son:

***Tabla 5: Características generales de la planta de almacenamiento.***

| Potencias | | |
|---|---|---|
| Potencia instalada (Pnom) | MW | 11 |
| Capacidad de acceso | MW | 10 |
| Fabricante de la electrónica de potencia - PCS | Sungrow | |
| Modelo PCS | SC5500UD-MV | |
| Tensión de red del Freemaq PCSK (Vca) | Vac | 550 ±10% |
| Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 ºC | kW | 5.500 |
| Número de PCS | Uds. | 2 |
| Capacidad de almacenamiento de energía | | |
| Capacidad energética nominal | MWh | 20 |
| Horas equivalentes (@ Pnom) | H | 2 |
| Fabricante de los módulos de almacenamiento (MALM) | Sungrow | |
| Modelo MALM | BESS container ∞ block | |
| Capacidad nominal DC (máxima) | kWh | 5.000 |
| Tensión de salida (mínima – máxima) | Vdc | 1.123,2 – 1.497,6 |
| Número de MALM | Uds. | 4 |
| Anillo interior de media tensión | | |
| Niveles de tensión MT/BT | kV | 15 |
| Fabricante de los transformadores | Sungrow | |
| Transformador tipo 1: Modelo | MV Skid Compact | |
| Transformador tipo 2: Modelo | Twin Skid Compact | |
| Transformador tipo 2: Nº devanados BT | # | 2 |
| Transformador tipo 2: Potencia unitaria | MVA | 5,5 |
| Transformador tipo 2: Número | Uds. | 2 |
| Evacuación | | |
| Tipo de línea de evacuación AT | Tubular hormigonada enterrada | |
| Designación del conductor | Doble circuito de HEPRZ1 240 mm² Al | |
| Tensión nominal | kV | 15 |

### *4.2.4. Bloques de Almacenamiento*

#### *4.2.4.1.Armarios de baterías*

***Tabla 6: Características de los armarios de baterías.***

| Technical Data | ST5015kWh-2500kW-2h | ST5015kWh-1250kW-4h |
|---|---|---|
| DC side | | |
| Cell type | LFP<br>3.2 V / 314 Ah | |
| Battery configuration | 416S12P | |
| Nominal capacity | 5015 kWh | |
| Nominal voltage range | 1123.2 V - 1497.6 V | |
| AC side | | |
| Nominal AC power | 210 kVA * 12 | 210 kVA * 6 |
| AC current distortion rate | < 3 % ( Nominal Power ) | |
| DC component | < 0.5 % | |
| Nominal AC voltage | 690 V | |
| AC voltage range | 621 V - 759 V | |
| Termination (LV) | 352 A * 3 Phase * 6 | 352 A * 3 Phase * 3 |
| Power factor | > 0.99 ( Nominal Power ) | |
| Adjustable range of reactive power | - 100 % - 100 % | |
| Nominal frequency | 50 Hz | |
| Isolation method | Transformerless | |
| System parameter | | |
| Dimension ( W * H * D ) | 6058 mm * 2896 mm * 2438 mm | |
| Weight | 42500 kg | 42000 kg |
| Degree of protection | IP55 | |
| Anti-corrosion Degree | C3 | |
| Operation Ambient Temperature Range | - 30 ℃ - 50 ℃ ( > 45 ℃ Derating ) | |
| Operation humidity range | 0 % - 100 % ( Non-condensing ) | |
| Maximum Operation Altitude | 4000 m | |
| Temperature Control Method | Intelligent Liquid Cooling | |
| Fire suppression system | FACP, FK5112, Flammable gas detector, Smoke detector, Heat detector, Sounder beacon, Alarm bell, War ning sign, Extinguishant abort button, Ventilation system, Pressure relief port, Manual automatic switching and emergency starting device(Default)<br>Sprinkler, Vent panel, Aerosol ( Optional ) | |
| Communication | Ethernet | |
| Standard | IEC61000, IEC62619, IEC62933,AS3000,UKCA,G99,UN38.3/UN3536,CE,IEC62477 | |

#### *4.2.4.2.Sistema de conversión de potencia (PCS) DC/AC*

El sistema de conversión de potencia (PCS de sus siglas en inglés Power Converter System) es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica almacenada en forma de corriente continua por las baterías en corriente alterna y viceversa ejecutando el control de corriente adecuado para descargar y cargar las baterías. Es un sistema muy similar a un inversor fotovoltaico a nivel de hardware, salvo por su condición de funcionamiento bidireccional, del hecho de disponer de un sistema control del control de carga y descarga de las baterías en lugar de sistema MPPT, y de integrar protecciones de mayor calibre en corriente continua debido a que la corriente de cortocircuito es mayor que la de los módulos.

La operación de los PCS estará gobernada por el sistema de control EMS, recibiendo consignas de potencia activa y reactiva del mismo y controlando la corriente y tensión del bus de corriente continua para realizar las operaciones de carga y descarga. Aunque el EMS sería el sistema encargado de comunicar con el BMS de las baterías y con el PCS, suele ser habitual que además el PCS también tenga programada la máquina de estados de las baterías en su control de carga por seguridad en la operación.

***Tabla 7: Características de los PCS.***

| Type Designation | SC5500UD-MV | SC6300UD-MV | SC6900UD-MV |
|---|---|---|---|
| DC side | | | |
| Max. DC voltage | | 1500 V | |
| Min. DC voltage | 800 V | 915 V | 1000 V |
| DC voltage range | 800 – 1500 V | 915 – 1500 V | 1000 – 1500 V |
| Max. DC current | | 1935 A * 4 | |
| No. of DC inputs | | 4 | |
| AC side (Grid) | | | |
| AC output power | 5500 kVA @ 45 °C<br>6050 kVA @ 30 °C | 6300 kVA @ 45 °C<br>6930 kVA @ 30 °C | 6900 kVA @ 45 °C<br>7590 kVA @ 30 °C |
| Converter port max. AC output current | | 1587 A*4 | |
| Converter port nominal AC voltage | 550 V | 630 V | 690 V |
| Converter port AC voltage range | 484 – 605 V | 554 – 693 V | 607 – 759 V |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range | | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz | |
| Harmonic (THD) | | < 3 % (at nominal power) | |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | | >0.99 / 1 leading – 1 lagging | |
| Adjustable reactive power range | | -100 % – 100 % | |
| Feed-in phases / AC connection | | 3 / 3 | |
| AC side (Off-Grid) | | | |
| Converter port nominal AC voltage | 550 V | 630 V | 690 V |
| Converter port AC voltage range | 484 – 605 V | 554 – 693 V | 607 – 759 V |
| AC voltage Distortion | | < 3 % (Linear load) | |
| DC voltage component | | < 0.5 % Un (Linear balance load) | |
| Unbalance load Capacity | | 100 % | |
| Nominal frequency / Frequency range | | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz | |
| Efficiency | | | |
| Converter max. efficiency | | 99% | |
| Transformer | | | |
| Transformer rated power | 5500 kVA | 6300 kVA | 6900 kVA |
| Transformer max. power | 6050 kVA | 6930 kVA | 7590 kVA |
| LV / MV voltage | 0.55 kV / 20 – 35 kV | 0.63 kV / 20 – 35 kV | 0.69 kV / 20 – 35 kV |
| Transformer vector | | Dy11y11 | |
| Transformer cooling type | | ONAN | |
| Oil type | | Mineral oil(PCB free) or degradable oil on request | |
| Protection | | | |
| DC input protection | | Load break switch + fuse | |
| Converter output protection | | Circuit breaker | |
| AC output protection | | Circuit breaker | |
| Surge protection | | DC Type II / AC Type II | |
| Grid monitoring / Ground fault monitoring | | Yes / Yes | |
| Insulation monitoring | | Yes | |
| Overheat protection | | Yes | |
| General Data | | | |
| Dimensions (W*H*D) | | 12192*2896*2438 mm | |
| Weight | | 29000 kg | |
| Degree of protection | | IP54 (Converter: IP65) | |
| Operating ambient temperature range | | -35 to 60 °C (> 45 °C derating) | |
| Allowable relative humidity range | | 0 – 100 % | |
| Cooling method | | Temperature controlled forced air cooling | |
| Max. operating altitude | | 4000 m (> 2000 m derating) | |
| Display | | LED, WEB HMI | |
| Communication | | RS485, CAN, Ethernet | |
| Compliance | | CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 | |
| Grid support | | L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt | |

Los convertidores PCS cumplen con lo dispuesto en los siguientes estándares:

- Compatibilidad Electromagnética: EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12.
- Seguridad y confiabilidad de los convertidores: EN 62109-1, EN 62109-2, IEC 62103, EN 50178.
- Requisitos de conexión: Orden Ministerial TED/749/2020, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red.

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

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

Además, los PCS serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales. Además, los PCS irán acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

#### *4.2.4.3.Centros de transformación BT/MT*

El transformador viene incluido en el skid y tiene las siguientes características:

***Tabla 8: Características del transformador.***

| Transformer | | | |
|---|---|---|---|
| Transformer rated power | 5500 kVA | 6300 kVA | 6900 kVA |
| Transformer max. power | 6050 kVA | 6930 kVA | 7590 kVA |
| LV / MV voltage | 0.55 kV / 20 – 35 kV | 0.63 kV / 20 – 35 kV | 0.69 kV / 20 – 35 kV |
| Transformer vector | Dy11y11 | | |
| Transformer cooling type | ONAN | | |
| Oil type | Mineral oil(PCB free) or degradable oil on request | | |

**Es importante destacar que el promotor solicitará que el transformador de salida sea de 15 kV.**

Los centros de transformación incluyen una cubeta de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total del líquido dieléctrico del transformador.

#### *4.2.4.4.Componentes de los Bloques de Almacenamiento por tipos*

La planta monta los siguientes Bloques de Almacenamiento:

***Tabla 9: Resumen de Bloques de Almacenamiento.***

| Denominación del bloque | Potencia nominal (MW) | Capacidad nominal (MWh) | Nº unidades de cada tipo | Potencia total (MW) |
|---|---|---|---|---|
| Bloque 1 | 5,5 | 10 | 1 | 5,5 |
| Bloque 2 | 5,5 | 10 | 1 | 5,5 |
| **Total** | | **20** | | **11** |

Los Bloques de Almacenamiento incluyen varios de los equipos o subsistemas descritos anteriormente, según la siguiente disposición:

***Tabla 10: Componentes de un bloque de almacenamiento de cada bloque.***

| **Bloque de almacenamiento tipo 1** | |
|---|---|
| **Componente** | **Nº de unidades** |
| Armario exterior de Sungrow | 2 |
| PCS Sungrow MultiPCSK | 1 |
| Centro de transformación tipo 1 | 1 |

#### *4.2.4.5.Sistema eléctrico*

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

- Sistema de corriente continua (DC), que interconecta los segmentos concentradores de los contenedores de baterías cada contenedor tiene 5 salidas, una por serie independiente de 835,99kWh, y hay que montar un cable DC separado por cada salida hasta la entrada en el PS. Se realiza con 5 conductores por contenedor (+ y -) en DC directamente enterrados, para una tensión máxima de 1.500 Vdc, tipo H1Z2Z2-K 0,6/1 kV (1,8 kV DC), junto con conductor de cobre desnudo conectado al sistema de tierras.
- Sistema de potencia en alterna (AC), que interconecta las salidas de los PCS con las bornas de BT de los transformadores, ejecutados con barras de cobre prefabricadas.
- Sistema de alimentación auxiliar, que conecta las tomas de SSAA en los segmentos concentradores con la salida del cuadro de SSAA del PCS, alimentada por el transformador de SSAA del PCS.
- Sistema de tierras, realizado en picas de cobre unidas a un anillo perimetral en conductor de cobre desnudo tendido alrededor de cada conjunto PCS + centros de transformación y de cada conjunto de armarios de baterías y segmentos de concentración.

### *4.2.5. Línea privada de MT*

La línea privada de MT desde los inversores al CMM es una canalización enterrada de MT desde la salida de los transformadores hasta las cabinas del CMM, según se puede ver en la implantación y en el diagrama unifilar.

***Tabla 11: Línea subterránea de media tensión.***

| **Línea subterránea de Media Tensión** | |
|---|---|
| Tipo de instalación | Directamente enterrada |
| Designación del conductor | AL RHZ1-OL |
| Material del conductor | Aluminio |
| Tensión de aislamiento del conductor (kV) | 15 |
| Sección | 3 x 240 mm² |
| Número de conductores por fase | 1 |
| Tensión | 15 kV |

***Tabla 12. Distribución Líneas de MT***

| **Línea** | **Inicio** | **Fin** | **Longitud (m)** | **Potencia Transformador @30/50 ºC (kW)** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Trafo 1 | CMM | 10 | 5.500 |
| 2 | Trafo 2 | CMM | 10 | 5.500 |

Todo el cableado de MT será Al XLPE 1/30 kV 1xZZ mm2, siendo ZZ 240 $mm^2$, con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas.

### *4.2.6. Eficiencia de ciclo completo*

La eficiencia de ciclo completo incluye las pérdidas eléctricas en cableado y transformador, y las eficiencias de los PCS y por carga y descarga de las baterías.

***Tabla 13: Eficiencia de ciclo completo del sistema de almacenamiento.***

| Eficiencia de ciclo completo del sistema de almacenamiento | |
|---|---|
| RTE (@ Pnom, condiciones normales de operación) | 88,8% |

### *4.2.7. EMS*

El sistema de gestión de energía (EMS) de la planta integra las funciones de power plant controller (PPC) de comunicación con el operador de la red (proporcionando los valores de operación y asegurando el seguimiento de las consignas recibidas), y la gestión de la carga y descarga de las baterías por medio de los PCS. Realiza la operación para los diferentes servicios a proporcionar (arbitraje, prestación de servicios de ajuste, garantía de capacidad, etc.), y asegura la adecuada interacción con los controles de bajo nivel del BESS, incluyendo la gestión

y monitorización de SOC y SOH, entre otros, y de las señales de estado de los elementos de corte y protección.

También transmite la información necesaria al sistema SCADA y sube a la nube (datapool) los datos de operación de la planta para su análisis, permitiendo la optimización de la operación y del mantenimiento de la planta.

### *4.2.8. Compensación de reactiva*

Los PCS tienen un amplio rango de capacidad de operación en los cuatro cuadrantes (ver tabla de características correspondiente), y se configurará de forma que la planta completa cumpla con los requerimientos del P.O. 12.2., permitiendo además proporcionar servicios exclusivamente de regulación de tensión por medio de reactiva.

### *4.2.9. Protecciones*

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema BESS o y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

El sistema BESS deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la Planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de CC del sistema BESS estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC sin necesidad de protección.

- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.

- Los PCS dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los PCS incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.

- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.

- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

### *4.2.10. Puesta a Tierra*

El objetivo de las puestas a tierra (p.a.t.) es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el

riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo lo máximo posible el riesgo de accidentes para personas y el deterioro de la propia instalación.

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

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

La instalación de puesta tierra cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión pero que pueden estarlo debido a averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Ejemplos de estos elementos serían: la envolvente de la celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasas de los transformadores o armaduras de los edificios.

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm2 que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y MT de la Instalación, a una profundidad no menor de 0,6 m.

- Puesta a Tierra de los transformadores, compuesta de una pica de cobre enterrada y de un conductor de cobre desnudo de 120 mm2 enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra de la planta.

- Puesta a Tierra de las unidades de Baterías, está compuesta de cuatro picas de cobre enterradas y de un conductor de cobre desnudo de 120 mm2 enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, que estarán unidas a la red del sistema BESS.

### *4.2.11. Armónicos y Compatibilidad Electromagnética*

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del R.D. 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones conectadas a la red de baja tensión.

### *4.2.12. Sistema de Monitorización y Control*

**PCS**

Todos los convertidores contarán con un software de monitorización que permita monitorizar y controlar las variables de funcionamiento internas de los equipos en tiempo real a través de Internet.

### *4.2.13. Diseño Civil*

- Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los racks de baterías.
- Se ha considerado losas de hormigón para apoyar las unidades de almacenamiento, transformadores y centros de seccionamiento.
- Se ha considerado una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- Se ha tenido en cuenta unas distancias óptimas entre las unidades de baterías para la correcta maniobra y control del sistema.
- Los cables BT-CC se montan en canales de hormigón armado tapados con losetas de hormigón (que quedan a ras de suelo) armado movibles
- Se montan con barras aéreas con cubierta protectora, todo ello prefabricado y suministrado por el fabricante de PCS y trafos
- El cableado de MT entre los transformadores y las celdas de MT situadas en los centros de seccionamiento serán enterradas directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado bajo tubo en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El sistema de puesta a tierra de la Planta conectará los elementos metálicos a tierra de: unidades de almacenamiento, transformadores, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.

Además, hay que indicar que el diseño de la planta seguirá las siguientes normas relacionadas con el diseño civil:

- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 RD (1247/2008)
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre)
- Normas UNE

## 4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

### *4.3.1. Obra Civil*

La obra civil necesaria para la construcción y posterior explotación de la Planta BESS se describe a continuación:

- Cimentación general para los Contenedores de Baterías, las estaciones de potencia y otros elementos que lo requieran como el centro de seccionamiento, etc.

### *4.3.2. Cimentaciones*

Se tendrán una cimentación cuyas dimensiones deberán ser definidas conforme a la tensión admisible del terreno que se obtendrá del Estudio Geotécnico que se deberá realizar previo a la construcción. Adicionalmente, esta deberá permitir el paso del cableado de la red de MT del parque.

A la hora de la de ejecutar las cimentaciones de los contenedores de baterías se cumplirá con las siguientes fases y características:

- Preparación del Terreno: En primer lugar, remoción de los primeros 10-30 cm de terrenos. Posteriormente, excavación debajo de la capa superficial (dependerá del nivel final al cual se quiere dejar el contenedor de baterías y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc)). Finalmente, compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación Md=300 kg/cm2
- Capa Base: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 70mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=800 Kg/cm$^2$. La capa tendrá un espesor mínimo de 20 cm.
- Hormigón: La cimentación del contenedor de baterías será una losa de hormigón reforzado. La losa tendrá un espesor mínimo que depende del nivel final al cual se quiere dejar el contenedor de baterías y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc).
- Capa Superficial: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 30mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=1000 Kg/cm$^2$. La capa tendrá un espesor mínimo de 10 cm por arriba del hormigón y será aplicado también alrededor del contenedor de baterías. También llevarán unas chapas de anclaje incorporadas a la losa para fijar los contenedores.

### *4.3.3. Montaje Mecánico*

Montaje de los Contenedores de Baterías

Los contenedores o unidades de baterías tan solo necesitarán la adecuación del terreno donde se instalarán y su correcto posicionamiento. Además de la adecuación del terreno se necesitará una losa de hormigón para nivelar correctamente los armarios que albergan las baterías. Estos criterios han sido definidos en el apartado de cimentaciones.

#### *4.3.4. Montaje Eléctrico*

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

- Sistema de corriente continua (DC), que interconecta los segmentos concentradores de los contenedores de baterías cada contenedor tiene 5 salidas, una por serie independiente de 835,99kWh, y hay que montar un cable DC separado por cada salida hasta la entrada en el PS. Se realiza con 5 conductores por contenedor (+ y -) en DC directamente enterrados, para una tensión máxima de 1.500 Vdc, tipo H1Z2Z2-K 0,6/1 kV (1,8 kV DC), junto con conductor de cobre desnudo conectado al sistema de tierras.
- Sistema de potencia en alterna (AC), que interconecta las salidas de los PCS con las bornas de BT de los transformadores, ejecutados con barras de cobre prefabricadas.
- Sistema de alimentación auxiliar, que conecta las tomas de SSAA en los segmentos concentradores con la salida del cuadro de SSAA del PCS, alimentada por el transformador de SSAA del PCS.
- Sistema de tierras, realizado en picas de cobre unidas a un anillo perimetral en conductor de cobre desnudo tendido alrededor de cada conjunto PCS + centros de transformación y de cada conjunto de armarios de baterías y segmentos de concentración.

## 4.4. Centro de maniobra y medida en media tensión (CMM)

El CMM se instalará en la misma parcela situada en polígono 3 parcela 312del T.M. Pollença; Illes Balears.

En los siguientes apartados se irán detallando los diferentes elementos de la instalación del CMM, así como su descripción:

#### *4.4.1. Obra civil*

El CMM se situará en un edificio de Interconexión, de la marca Ormazábal, más concretamente el pfu-5/ST.

- Descripción

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

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

- Envolvente

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

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

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

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

- Placa Piso

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

- Accesos

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

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

- Ventilación

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad AENOR de acuerdo a ISO 9000.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

En los planos adjuntos de Edificios Prefabricados figuran las dimensiones de las excavaciones a realizar según las recomendaciones de Ormazabal.

Por tanto se deberá aumentar la profundidad de la excavación mostrada en el plano en 10 cm ya que para que se asiente el CMM perfectamente sobre la solera, deberá disponerse una capa de arena de 5 cm de espesor. Además dicha solera será de hormigón y con un espesor mínimo de 15 cm de espesor.

- Características detalladas

| | |
|---|---|
| Nº de transformadores: | 0 |
| Tipo de ventilación: | Natural |
| Puertas de acceso peatón: | 2 puertas |
| Recintos: | 2 |

Dimensiones exteriores

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

Dimensiones interiores

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

Dimensiones de la excavación

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

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

### *4.4.2. Instalación eléctrica*

#### *4.4.2.1. Generalidades sistema CGMCOSMOS*

- **Condiciones de Servicio**

Sistema de Celdas de Media Tensión modulares y/o compactas bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa IEC / UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase – 5 / - 15 / - 25 según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m* sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- **Valores Eléctricos**

- Tensión asignada Ur: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial Ud (50 Hz):
  - Fase – Tierra y entre fases: 50 kV 1 min
  - Distancia de Seccionamiento: 60 kV 1 min
- Tensión soportada a Impulso tipo Rayo Upk:
  - Fase – Tierra y entre fases: 125 kV
  - Distancia de Seccionamiento: 145 kV
- Frecuencia de servicio: 50 / 60 Hz
- Intensidad asignada: 400 / 630 A
- Intensidad de corta duración Ik: 16 / 21 kA eficaz – 40 / 52,5 kA cresta 1 / 3 s
- clase IAC AF/AFL (opcional): 16 / 21 kA 1 s

- **Construcción**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado**, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 $mm^2$ y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.
Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

- **Seguridad**

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

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

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

** Excepto en módulos Rc y M.

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

- **Grados de Protección:**



- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 33 según EN 60529.
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en
    - cubiertas metálicas IK 08 según EN 5010
    - cuba IK 09

### *4.4.2.2.Descripción del esquema eléctrico*

**RECINTO DE COMPAÑÍA:**

**CELDAS 1, 2, 3: CELDA CGMCOSMOS-L DE LÍNEA CON AISLAMIENTO Y CORTE EN $SF_6$ (MOTOR) NORMA GSM001**

1 Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración $I_k$: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Clase IAC AF/AFL

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas $SF_6$ de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, o motorizado a 24 tipo BM con endurancia para el interruptor de clase M2, 5000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad

de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora contactos de señalización de posición del interruptor – seccionador:

Interruptor: 2 NA + 2 NC
Seccionador de PaT: 1 NA + 1 NC

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables o atornillables (*Ormazabal recomienda conectores Euromold*).
Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

Indicador luminoso de presencia / ausencia de tensión ekorIVDS de Ormazabal de acuerdo a norma EC 61243-5.

1 Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL

Dimensiones y Peso
Ancho: ……..365 mm
Alto: …….1300 mm
Fondo:……735 mm
Peso: …….90 kg

**CELDA DE SERVICIOS AUXILIARES CGMCOSMOS-A DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES CON AISLAMIENTO Y CORTE EN $SF_6$ y TRAFO DE SSAA 500 VA NORMA GSM001, PARA ALIMENTACIÓN DEL TELEMANDO EN RECINTO DE COMPAÑÍA**



1 Celda de Media Tensión modular de protección con fusibles para protección de transformadores, con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos
- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración $I_k$: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Intensidad de corta duración PaT: 1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s
- Clase IAC AF/AFL

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables y compartimentos portafusible con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas $SF_6$ de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra, antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.
Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo AR con bobina de disparo a 230 $V_{ca}$ y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible con intensidad de transferencia de 1600 A, según IEC 62271-105. Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:
Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC
Compartimentos portafusibles independientes para cada fase aislados en gas situados en posición horizontal para fusibles limitadores de corriente de 24 kV, según IEC 60282-1.
Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 250 A, tipo A, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables de Euromold.
Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Protección:

3 Fusibles limitadores de corriente de 24 kV según IEC 60282-1.

Seguridad

Indicador luminoso de presencia / ausencia de tensión ekorIVDS de Ormazabal de acuerdo a norma EC 61243-5.

Transformador SSAA en compartimento de cables:

1 Transformador bifásico enchufable 15.000/230V, 500 VA. Incluso cableado y protección del secundario BT hasta bornero en parte superior frontal de la celda, y protección circuitos de alimentación de automatización e iluminación.

Dimensiones y Peso

Ancho: ……..470 mm
Alto: …….1300 mm
Fondo:……735 mm

**SISTEMA DE TELEMANDO GSM001**



Sistema de telamando normalizado por Enel-Endesa acorde a la norma GSM001 compuesto por tres relés de paso de falta tipo RGDAT y un armario de telemando sobre celda tipo UPI

**RECINTO DE ABONADO**

**REMONTE DE CABLES**

CELDA CGMCOSMOS-RC DE REMONTE DE CABLES

1 Celda de Media Tensión modular de remonte de cables con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A

Construcción

Envolvente metálica destinada a proteger los cables de Media Tensión de acometida al embarrado del conjunto general de celdas con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta.

Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958 (opcional).

Puente MT

Puente de cables interior Puente MT apantallado tipo RH5Z1 150 mm2 ó equivalente con bornas K400TB en ambos extremos.

Dimensiones y Peso

Ancho: ……..365 mm
Alto: …….1740 mm
Fondo:……735 mm
Peso: …….40 kg

**INTERRUPTOR FRONTERA; CELDA DE INTERCONEXIÓN:**

**CELDA CGMCOSMOS-V DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON AISLAMIENTO Y CORTE EN $SF_6$ CON RELÉ MULTIFUNCIÓN ekorRPA-220**, con sensor de tensión capacitivo embebido en pasatapas lateral.



Celda de Media Tensión modular de interruptor automático con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración $I_k$: 20 kA eficaz – 50 kA cresta 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – seccionador / interruptor automático, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.
Seccionador – Seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102.
Interruptor automático trifásico de corte en vacio según norma IEC 62271-100, secuencia nominal CO - 15 s – CO. Endurancia eléctrica a intensidad asignada de 2000 maniobras y 30 CC (50% DC).
Mecanismo de maniobra de seccionador operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el seccionador de 2000 maniobras, según norma IEC 62271-102. Intercambiable en obra en cualquier posición sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del seccionador con el mecanismo retirado condenable por candado.
Mecanismo de maniobra de interruptor automático accionado por resortes operado mediante botonera frontal, motorizado a 48 con bobinas de apertura y cierre. Endurancia M1, 2000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 62271-100.
Indicación de posición segura (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).
3 Pasatapas apantallados de 400 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables o atornillables.
Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.
Enclavamiento por cerradura del seccionador de puesta a tierra con acceso celda de medida.
Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno.

Dimensiones y Peso

Ancho: ……..480 mm
Alto: …….1740 mm
Fondo:……845 mm
Peso: …….240 kg

Sistema de protección:

En este tipo de esquemas, las funciones de protección exigidas por la compañía eléctrica en el punto de interconexión resultan las siguientes según el *American National Standard Institute* (ANSI): 50/51, 50N/51N, 27, 59, 81M/m y 59N. Para cumplir este propósito, se suministrará un relé de protección modelo ekorRPA-220 modelo capacitivo, integrado en un armario de control sobre la celda de interruptor automático.

La captación de intensidad se recogerá desde los transformadores de intensidad tipo toroidal instalados en los pasatapas de la celda de interruptor automático.

Las unidades de protección amperimétricas 50/51 – 50N/51N del relé ekorRPA-220 dispararán el interruptor automático de media tensión de la interconexión (52). Se bloqueará el cierre por actuación de estas protecciones de sobreintensidad asociadas al interruptor y, solo se podrá desbloquear de forma local, después de identificar el origen de la actuación de esta protección y la eliminación de la causa del disparo por medio de un pulsador luminoso instalado en el armario de control.

En el caso de disparo de cualquiera de las unidades de protección voltimétricas, igualmente se enviará la orden de apertura al interruptor frontera de media tensión (52).

La empresa distribuidora recoge la posibilidad de implantar un automatismo que permita la reposición de forma automática del interruptor frontera de MT, si su apertura se ha producido por actuación de las protecciones voltimétricas. Por tanto, se programará en el propio relé de protección un automatismo que permita el cierre si se cumple:

Presencia de tensión de red, estable como mínimo durante 3 minutos.

No existe actuación de las protecciones amperimétricas asociadas al interruptor de interconexión.

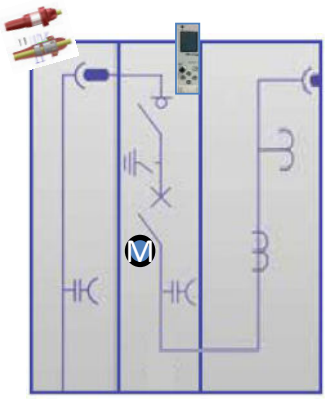
En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia (81M), la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Si la apertura del interruptor se produce manualmente por personal de la instalación generadora, el automatismo quedará deshabilitado.

Se dispondrá de un pulsador luminoso ubicado en el armario de control del relé ekorRPA para habilitar/deshabilitar este automatismo y monitorizar el estado del mismo.

Resultará necesario añadir un módulo de ampliación 10/4 de entradas/salidas digitales ekorDIDO, con objeto de implementar las lógicas de funcionamiento anteriormente descritas.

Por último, es necesaria la introducción de un sistema de vigilancia de la tensión auxiliar de continua. Para ello, se conectará al dispositivo de protección la señal de fin de vida útil de las baterías, la cual provocará la actuación del interruptor automático de media tensión.

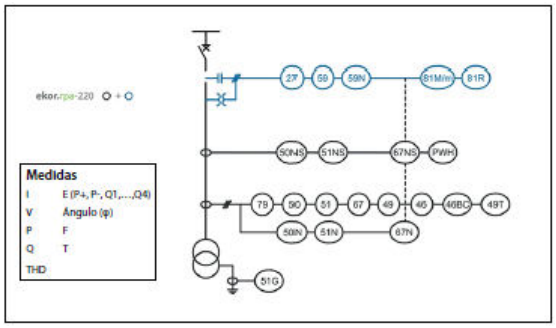


Unidad de protección *ekorRPA-220*

La unidad multifunción avanzada de protección, medida y control ekor.rpa 220 dispone de las siguientes características:



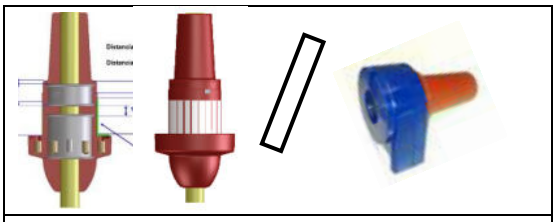
Funciones de Protección:
Sobreintensidad de fases temporizada (51) x2
Sobreintensidad de fases instantánea (50)
Sobreintensidad fase-tierra temporizada (51N) x2
Sobreintensidad fase-tierra instantánea (50N)
Sobreintensidad de neutro sensible (50Ns/51Ns)
Sobreintensidad de neutro sensible adicional (51G)
Sobreintensidad direccional de fases (67)
Sobreintensidad direccional de neutro (67N)
Sobreintensidad direccional de neutro sensible (67Ns)
Secuencia inversa (46)
Fase abierta (46BC)
Sobrecarga térmica (49)
Mínima tensión de fases (27)
Máxima tensión de fases (59)
Máxima tensión de neutro (59N)
Mínima frecuencia (81m)
Máxima frecuencia (81M)




Generales:
Alimentación universal 24÷125$V_{dc}$ – 230$V_{ac}$ (± 20%)
2 Tablas de ajuste
5 Entradas analógicas de intensidad + $I_o$ calculada
5 Entradas analógicas de tensión + $V_o$ calculada
Tipo de curvas de temporización IEC / ANSI
Modelos disponibles: capacitivo, resistivo e inductivo

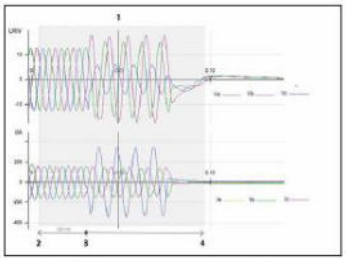


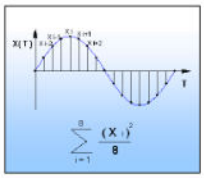
En este caso se usa el modelo capacitivo: Las tensiones se toman de los 3 captadores de tensión embebidos en el pasatapas lateral de la misma celda



Sensores de tensión Capacitivo



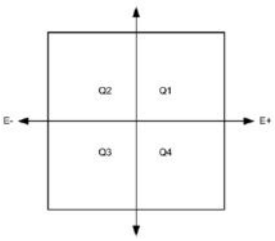




Funciones de Control y Supervisión:
Función de reenganche (79)
Supervisión de circuitos de apertura/cierre (74TC/CC)
Fallo interruptor (50BF)
Bloqueo maestro (86)
Bloqueo de 2º armónico
Control de posición (52 – 89 – 89T)
10 Entradas digitales ED's y 4 Salidas digitales SD's
Módulo de ampliación ekorDIDO 10/4.
8 Leds indicación y 2 leds configurables
Display de consulta local
Registro de eventos (4000)
Informe de faltas (10)
Oscilografía (10)
Automatismos y lógicas configurables por OMZ

Funciones de Medida:
Medida de intensidad de fases, neutro y neutro sensible
Medida de tensión de fases y neutro
Medida de potencia activa, reactiva y aparente
Medida de energía activa y reactiva
Factor de potencia
Medida de THD de corriente y tensión

Configuración y Comunicaciones:
Configuración y ajuste mediante Servidor Web
Protocolos de comunicaciones serie e IP[1]
6 Puertos de comunicaciones:
Puertos frontales: 1xminiUSB y 1xRJ45 servidor web acceso local
Puertos traseros:
2 x RS 485 → Modbus RTU o Procome
1 x RS 485 → Bus temperatura
1 x ETH → Modbus-TCP - servidor web acceso remoto




[1] Consultar otros protocolos a Ormazabal.



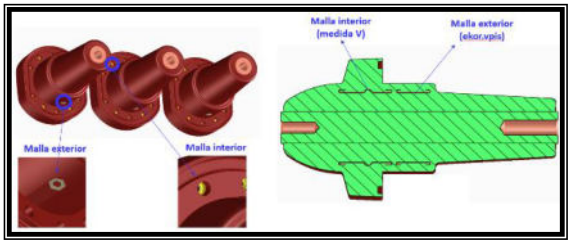

| | |
|---|---|
| 1 | Dirección IP |
| 2 | Usuario |
| 3 | Contraseña |




*Sensórica.*

*Medida de tensión*

Con objeto de realizar la medida de tensión, se conectarán 3 sensores de tensión capacitivos, los cuales se instalan en el pasatapas lateral de la celda, aguas arriba del interruptor frontera, en el interior de la celda de remonte de cables adyacente.




Resulta un sensor de tensión de tipo divisor capacitivo para celdas de aislamiento en gas, de funcionamiento autónomo y pasivo (sin alimentación auxiliar externa), con salida analógica de baja tensión y baja potencia aplicable directamente a los sistemas de medida sin acondicionamiento previo, para ser instalado en sistemas de Automatización y Supervisión de Media Tensión en redes de tensiones de hasta 36 kV.

Las características eléctricas principales de estos sensores de tensión se resumen en la siguiente tabla:

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|---|---|
| Rango de medida | Hasta 24 kV // 24 kV-36 kV |
| Clase de protección | 3P |
| Clase de medida | Cl 1 |

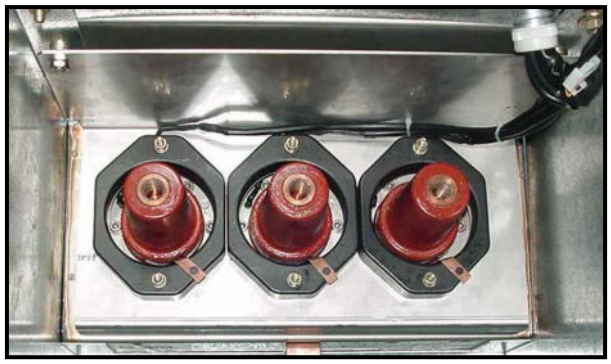
Las principales ventajas de estos sensores de tensión son:

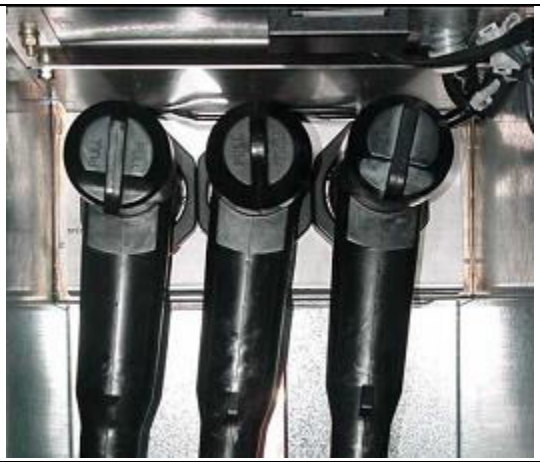
Integración en pasatapas. El sensor va completamente integrado en el pasatapas de la celda, sin variar sus dimensiones ni afectar al tipo de borna que se coloca.

Mejor precisión: Mediante la calibración del conjunto relé + sensor, se consigue mejor precisión de la solución. Cada sensor se calibra individualmente en fábrica contra un patrón.
Amplio rango: El amplio rango permite evitar el cambio de sensores en caso de ampliación en la potencia instalada en la instalación.
Mayor seguridad: Las partes activas al aire desaparecen, evitando así riesgos para las personas.
Mayor fiabilidad: El aislamiento integral de la instalación aporta mayores grados de protección contra agentes externos.
Fácil mantenimiento: No es necesario desconectar los sensores cuando se realiza la prueba de cables.

*Sensores de Intensidad:*

En el compartimento de cables de la celda de interruptor automático, se instalan tres (3) transformadores de intensidad tipo toroidal con propósito de protección asociados a los dispositivos de protección de la serie ekor. Estos toroidales, de relación 300/1A, 0.2 VA y clase de precisión 5P20, se ubican alrededor de los pasatapas de la propia celda, según puede observarse en la siguiente imagen:





Las características principales de estos transformadores de intensidad de fase se resumen en la siguiente tabla:

| | Transformadores toroidales de intensidad de fase | |
|---|---|---|
| **Relación** | 300/1 A | 1000/1 A |
| **Rango de medida** | Extd. 130 % | Extd. 130 % |
| **Clase de medida** | 0,2 | 0,2 |
| **Clase medida rango bajo** | Al 1 % de $I_n$<br>± 0,4 % en amplitud y<br>± 85 min en fase | Al 0,5 % de $I_n$<br>± 0,35 % en amplitud y<br>± 25 min en fase |
| **Clase de protección** | 5P20 | 5P20 |
| **Potencia de precisión** | 0,2 VA | 0,2 VA |
| **Intensidad térmica** | 31,5 kA - 3 s | 31,5 kA - 3 s |
| **Intensidad dinámica** | 2,5 $I_{th}$ | 2,5 $I_{th}$ |
| **Frecuencia** | 50 - 60 Hz | 50 - 60 Hz |
| **Aislamiento** | 0,72/3 kV | 0,72/3 kV |
| **Diámetro exterior** | 139 mm | 139 mm |
| **Diámetro interior** | 82 mm | 82 mm |
| **Altura** | 38 mm | 38 mm |
| **Peso** | 1,350 kg | 1,650 kg |
| **Polaridad** | S1, S2 | S1, S2 |
| **Encapsulado** | Poliuretano autoextinguible | Poliuretano autoextinguible |
| **Clase térmica** | B (130 °C) | B (130 °C) |
| **Norma de referencia** | IEC 61869-2 | IEC 61869-2 |

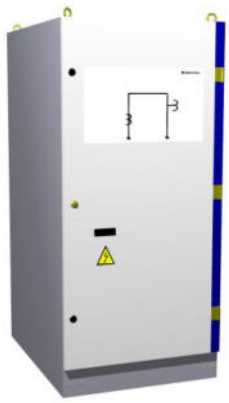
Para obtener las medidas de intensidad de neutro sensible se instala un toroidal de neutro homopolar 50/1A Protección: Estrella 0,1 VA 10P10

Las principales ventajas de estos sensores de intensidad resultan las siguientes:

Volumen reducido: Debido a la menor necesidad de potencia en los equipos actuales los sensores reducen su capacidad en este campo y con ello, su volumen.
Mejor precisión: La captación de señal es mucho más precisa gracias a las altas relaciones de transformación.
Amplio rango: El amplio rango permite evitar el cambio de sensores en caso de ampliación en la potencia instalada en la instalación.
Mayor seguridad: Las partes activas al aire desaparecen, evitando así riesgos para las personas.
Mayor fiabilidad: El aislamiento integral de la instalación aporta mayores grados de protección contra agentes externos.
Fácil mantenimiento: No es necesario desconectar los sensores cuando se realiza la prueba de cables o de la celda.

## CELDA DE MEDIDA

### CELDA CGMCOSMOS-M DE MEDIDA



1 Celda de Media Tensión modular de medida con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A

Construcción

Envolvente metálica destinada alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, mediante cable seco.

Dimensiones y Peso
Ancho: ……..800 mm
Alto: ……..1750 mm
Fondo:……..…1025 mm
Peso (vacía): …….165 kg

- Resistencia de caldeo con termostato.

- Cerradura de enclavamiento de puerta.

Se instalarán en su interior, debidamente cableados:

3 Transformadores de tensión de doble secundario de características,
Tensión Aislamiento 24 kV
Relación 16500:V3/110:V3-110:V3
Potencia I Sec. 10 VA Clase 0,2
Potencia II Sec. 10 VA Clase 0,2
Factor Tensión 1,9 8h

3 Transformadores de intensidad, de doble secundario de características,
Tensión de Aislamiento 24 kV
Relación 100-200/5-5
Potencia I Sec. 10 VA Clase 0,2S
Potencia II Sec. 10 VA Clase 0,2S
Límite Térmico: 80 In

## CELDAS DE LÍNEA A PARQUE

### CELDA CGMCOSMOS-L DE LÍNEA CON AISLAMIENTO Y CORTE EN $SF_6$ (MANUAL)



1 Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración $I_k$: 16 A eficaz – 40 kA cresta 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.
Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas $SF_6$ de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.
Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.
Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).
3 Pasatapas de 400 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables o atornillables
Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

1 Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

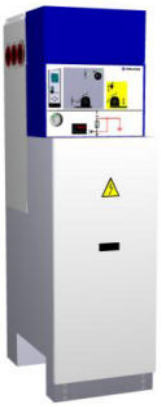
Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

Enclavamiento por cerradura independiente en el eje de interruptor en posición de abierto con puesta a tierra de celda de agua abajo.

Dimensiones y Peso
Ancho: ……..365 mm
Alto: …….1740 mm
Fondo:……735 mm
Peso: …….100 kg

**CELDA DE SSAA PARA ALIMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL RECINTO DE ABONADO:**

**CELDA DE SERVICIOS AUXILIARES CGMCOSMOS-P DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES CON AISLAMIENTO Y CORTE EN $SF_6$, CON TRAFO DE SSAA 15.400:V3/230V, 600 VA**



1 Celda de Media Tensión modular de protección con fusibles para protección de transformadores, con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos
- Tensión asignada $U_r$: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración $I_k$: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Intensidad de corta duración PaT: 1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s

Construcción
Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables y compartimentos portafusible con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas $SF_6$ de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra, antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.
Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo BR con bobina de disparo a 230 $V_{ca}$ y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible con intensidad de transferencia de 1600 A, según IEC 62271-105. Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:
Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC
Compartimentos portafusibles independientes para cada fase aislados en gas situados en posición horizontal para fusibles limitadores de corriente de 24 kV, según IEC 60282-1.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 250 A, tipo A, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales enchufables de Euromold.
Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Protección:
3 Fusibles limitadores de corriente de 24 kV según IEC 60282-1.

Seguridad
Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Transformador SSAA en compartimento de cables:

1 Transformador monofásico enchufable 15.400:V3/230V, 500 VA. Incluso cableado y protección del secundario BT hasta bornero en parte superior frontal de la celda, y protección circuitos de alimentación de automatización e iluminación.

Dimensiones y Peso
Ancho: ……..470 mm
Alto: ……1740 mm
Fondo:……735 mm

**ARMARIO CON EQUIPO CARGADOR-BATERÍA ekorUCB:**

**Equipo rectificador-cargador de baterías ekorUCB.**

Armario mural o sobre celda con equipo cargador batería de 48 Vcc ekorBAT200 y baterías de Pb de 18 Ah preparado para la alimentación segura de los equipos electrónicos instalados, así como las motorizaciones de las celdas de los centros, con espacio disponible para equipos de comunicaciones.





El equipo cargador de batería ekorBAT200 se encarga de mantener la alimentación, por un tiempo limitado, a los sistemas de protección, control y mando en caso de pérdida de la alimentación auxiliar del centro. De forma adicional se instala un transformador de aislamiento galvánico de hasta 10kV en la alimentación del equipo, para evitar interferencias con origen en la red de alimentación externa que pudieran afectar al equipo.

El equipo ekorBAT200 tiene como principales características el hecho de ser parametrizable, con equipo servidor web. La interfaz Web permitirá consultar la tensión de salida, potencia consumida, alarmas detalladas, configuración, firmwares cargados actualmente, estado de la batería, etc.

El equipo permite la carga de configuraciones, y dispone de un apartado específico de configuración de todos los valores parametrizables. El ekor.bat 200 está diseñado para soportar temperaturas de hasta -40 C - 60 C y humedades relativas sin condensación desde 5 a 90 %.

A continuación, se indican las características técnicas más importantes del cargador de 18 Ah:

*Alimentación*:

- Tensión: 230 Vca ± 20% monofásica.
- Frecuencia: 50 Hz ± 5%.
- Aislamiento a la entrada de 10kV/1min, resto de grupos 2,5kV/1min.

*Rectificador*:

- Tensión nominal de salida: 48 Vcc ± 15%.
- Intensidad de salida: 5 A.

*Batería*:

- Batería de Pb vida mínima de 5 años.
- Capacidad nominal: 18 Ah a 48 Vcc.

**Protecciones**

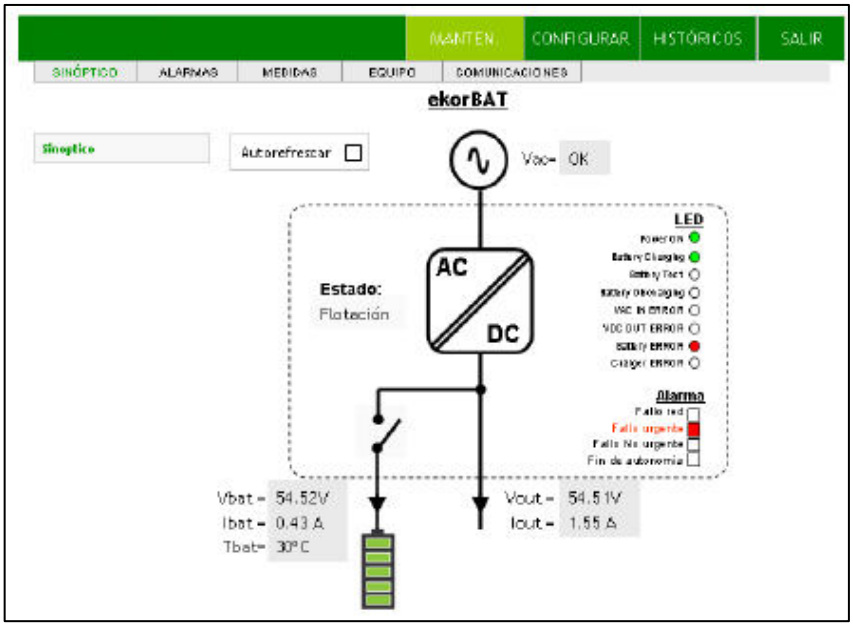
- Limitación de la corriente CC de salida
- Desconexión por minima/máxima tensión en la salida de CC.
- Protección contra sobrecorriente en la batería por fusible auto-rearmable.
- Protección contra inversión de la polaridad de la batería.
- Tensión máxima y mínima de la batería.
- Desconexión de lado de AC cuando se den sobrecorrientes de entrada por sobretensión de red o fallos internos del equipo. Esta protección evita que, ante la aparición de un fallo grave en la entrada, sea cual sea el origen, el equipo quede desconectado de la red de AC no comprometiendo el resto de cargas.

1 Interruptor magnetotérmico bipolar para protección y mando de la entrada de 220 Vac.

1 Interruptor magnetotérmico bipolar para protección de los equipos de control de las celdas.
s/n Bornas, accesorios y pequeño material.
s/n Interconexiones entre el armario de control y las celdas de media tensión mediante manguera con conectores Weidmuller. Si fuera necesario.

***Interfaz Web***

El acceso a la Web se podrá realizar con cualquier navegador de Internet.




Batería + cargador
Protecciones
Compartimento de Comunicaciones
Posibilidad comunicaciones GSM, Radio, F.O, RTC

# 5. EVACUACIÓN DE ENERGÍA DESDE EL CMM HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN EN MEDIA TENSIÓN

## 5.1 Descripción general de las instalaciones

Tal y como se comentaba habrá un circuito privado en MT de 15kV dentro de las parcelas donde se ubica la instalación hasta al Centro de Maniobra y Medida (en adelante CMM). Dicho CMM se ubica en la misma parcela situada en polígono 3 parcela 312; T.M. Pollença; Illes Balears, más concretamente en las coordenadas X: 504.713; Y: 4.414.788 (HUSO 31), junto a vial de acceso público.

Para ello, el punto de conexión a 15.000 V, será único para el total de las instalaciones sobre la celda de Media Tensión de la Subestación de Pollença. El punto de conexión será a 190 metros de distancia desde el CMM, en las coordenadas aproximadas UTM, X: 504.798 Y: 4.414.943 (HUSO 31); para ello se realizará:

- Centro de Maniobra y Medida situado en el interior de la finca donde se ubica el seccionamiento de la línea, interruptor frontera, equipo de protecciones, contaje, etc. Se instalará una acera de 1 metro perimetral al prefabricado y será de acceso público.
- Tramo de Línea de Media Tensión privada enterrada desde el nuevo CMM, hasta el punto de conexión en la Subestación Eléctrica de Pollença. Se propone una opción de línea de evacuación con unas preferencias y con diferentes afectados, con una longitud total de 190 metros.
- La línea de MT se realizará enterrada, mediante conductor de doble circuito de aluminio RHZ1 12/20kV de 240 $mm^2$; siguiendo los preceptos de RAT y de Endesa Distribución. Se puede apreciar en detalle su trazado y características en la documentación gráfica anexa a este documento. No obstante, seguirá el mismo esquema que se describe en la normativa de Endesa DYZ10000.

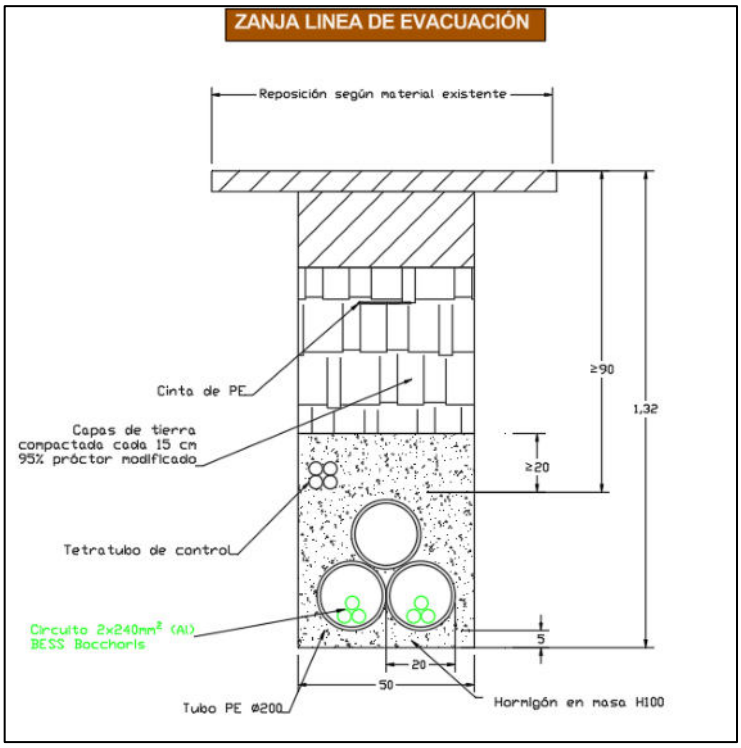






*Imagen 13. Evacuación propuesta*

## 5.2 Relación de afectados por la línea de evacuación y posibles afecciones

**La relación de afectados en el transcurso de la línea de evacuación son los siguientes:**

| Situación | Referencia catastral Emplazamiento | Titular | Longitud y área aprox. |
|---|---|---|---|
| Parcela alquilada | **07042A00300312** Polígono 3 parcela 312 | Promotor | 4 m |
| Camino público | 07042A00309397 Polígono 3 parcela 9401 | Ajuntament de Pollença | 166 m |
| Subestación Pollença | 07042A00300814 Polígono 3 parcela 814 | EDE / REE | 20 m |
| | | | **190 m** |

No se han encontrado afecciones en el trazado de la línea de evacuación. En el caso que hubiera a la hora de ejecución de la obra, deberán respetarse las siguientes distancias mínimas para cruces y paralelismos de la línea de Media Tensión.

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| | La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. | | lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. |
| Canalizaciones de agua | Distancia entre cables y canalización:<br>$\geq 0{,}20\ m$<br>Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m. | Distancia entre cables y canalización:<br>En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo.<br>$\geq 0{,}20\ m$<br>Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable.<br>La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. | Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. |
| Canalizaciones y acometidas de gas | Distancia entre cables y canalización:<br>Sin protección suplementaria<br>$\geq 0{,}40\ m$<br>Con protección suplementaria<br>$\geq 0{,}25\ m$<br>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.<br>La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. | Distancia entre cables y canalización:<br>Sin protección suplementaria<br>$AP \geq 0{,}40\ m$<br>$MP\ y\ BP \geq 0{,}25\ m$<br>Con protección suplementaria.<br>La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.<br>$AP \geq 0{,}25\ m$<br>$MP\ y\ BP \geq 0{,}15\ m$<br>AP, Alta presión, > 4 bar.<br>MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar. | |
| Canalizaciones y acometidas interior de gas | Distancia entre cables y canalización:<br>Sin protección suplementaria<br>$AP \geq 0{,}40\ m$<br>$MP\ y\ BP \geq 0{,}20\ m$<br>Con protección suplementaria<br>$AP \geq 0{,}25\ m$ | Distancia entre cables y canalización:<br>Sin protección suplementaria<br>$AP \geq 0{,}40\ m$<br>$MP\ y\ BP \geq 0{,}20\ m$<br>Con protección suplementaria.<br>La distancia mínima entre | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | $MP\ y\ BP \geq 0{,}10\ m$<br>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.<br>La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. | empalmes y juntas será de 1 m.<br>$AP \geq 0{,}25\ m$<br>$MP\ y\ BP \geq 0{,}10\ m$<br>AP, Alta presión, > 4 bar.<br>MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar. | |
| Conducciones de alcantarillado | Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. | | Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. |
| Depósitos de carburante | La distancia de los tubos al depósito será:<br>$\geq 1{,}20\ m$<br>La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo. | | Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica. |
| Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio | Distancia entre servicios:<br>$\geq 0{,}30\ m$ | | Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.<br>La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta |

## 5.3 Obra civil

### *5.3.1 Movimientos de tierra*

Se deberá realizar movimiento de tierras para elevar la zona de la instalación. Pese a no verse afectada por zona de inundación, se propone tomar medidas de elevación del terreno para prevenir. Además, se hormigonará la zona de la instalación donde se colocarán los skids y los contenedores de baterías que serán definidos en función de la topografía del terreno y será realizada con la amplitud suficiente para la nueva instalación. El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista de estudio geotécnico previo a las obras.

### *5.3.2 Drenajes y saneamientos*

Se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia. Se propone el uso de hormigón permeable poroso para que sea el propio terreno el que drene las aguas de lluvia.

### *5.3.3 Cimentaciones, viales y canales de cables*

Se han previsto las cimentaciones, canales de cables y viales necesarios conforme a la normativa vigente. Los canales de cables serán de tipo prefabricado, del tipo: A en acceso a aparamenta, del B en principales de posición, conexión entre casetas y con edificio de control, estando reforzados en la zona de paso de viales.

# 6. OTROS ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS

## 6.1 Cerramientos

Se prevé un cerramiento perimetral de tipología tradicional y adaptado a las normativas autonómicas y sectoriales sobre harmonización paisajística como puede ser la norma 22 del PTIM en su tercera modificación.

Las características del cerramiento son las siguiente:

- Murete de piedra de 1 metro de altura y 40 cm de ancho con acabado tradicional o piedra en seco.
- Postes de madera con una altura sobre el muro de piedra de 1,2 metros.
- Mallado cinegético de paso ancho (15 x 15 cm aproximadamente) de 1,2 metros sobre el murete de piedra.

De esta manera se proyecta un cerramiento visualmente adaptado al entorno con una altura máxima de 2,2 metros sobre el nivel del suelo cumpliendo de esta manera con las normativas paisajísticas y territoriales vigentes adicionalmente de dotar a la instalación de un cerramiento lo mas rural posible reduciendo de esta manera el impacto visual asociado.

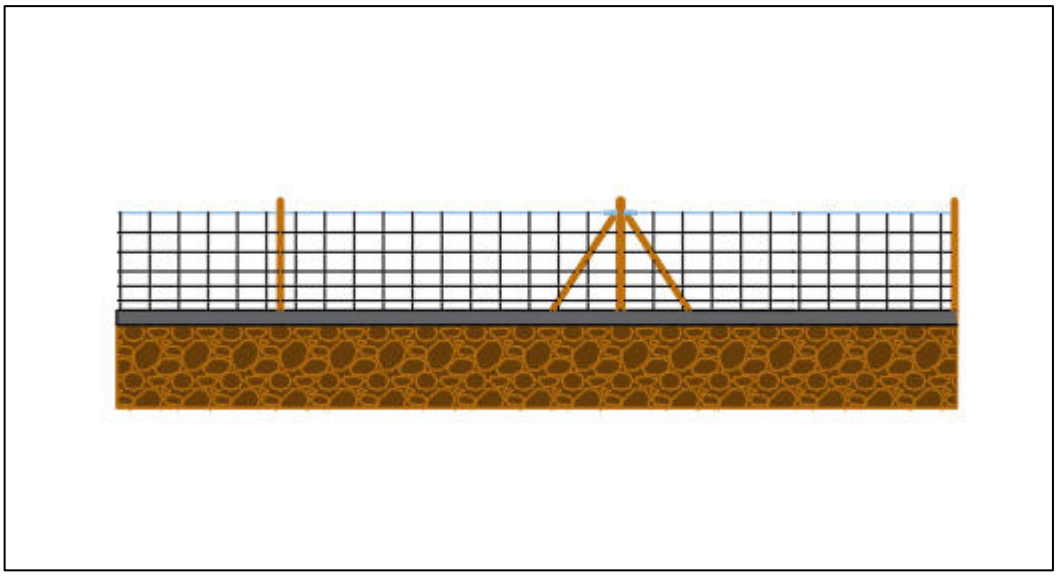


*Imagen 14. Detalle del cerramiento de la parcela*

## 6.2 Barreras vegetales

Para optimizar la integración paisajística de la instalación de almacenamiento BESS (Battery Energy Storage System), se ha diseñado un proyecto de harmonización ambiental que busca mitigar el impacto visual de la planta y enriquecer el entorno natural circundante. Este enfoque no solo pretende disimular la presencia de la infraestructura, sino también contribuir de manera positiva al equilibrio ecológico y estético del área.

La estrategia incluye una plantación cuidadosamente planificada, compuesta por 41 árboles de especies autóctonas como algarrobos (Ceratonia siliqua), almendros (Prunus dulcis), acebuches (Olea europaea sylvestris), y olivos (Olea europaea). Estas especies han sido seleccionadas por su adaptabilidad al clima y al suelo local, su bajo requerimiento hídrico, y su capacidad para integrarse visualmente en el paisaje típico de la región.
Las características principales del apantallamiento vegetal son las siguientes:

- **Altura inicial:** Los árboles se plantarán con una altura mínima de 1,5 metros y un buen porte para garantizar su rápida integración visual y un desarrollo saludable.
- **Distribución:** Estarán dispuestos en un marco intensivo, separados por una distancia de 3,5 metros entre cada ejemplar. Este patrón asegura una cobertura adecuada en el menor tiempo posible y facilita la creación de una barrera visual continua alrededor de la planta.
- **Densidad de plantación:** Este diseño intensivo no solo atenúa el impacto visual de la infraestructura, sino que también contribuye a aumentar significativamente la vegetación de un entorno que actualmente se encuentra en estado de relativa escasez.

La introducción de especies locales en el entorno no solo fomenta la atracción de fauna autóctona, como aves y pequeños mamíferos, sino que también fortalece el equilibrio ecológico del área al enriquecer la biodiversidad. Además, la nueva cobertura vegetal contribuye de manera significativa a estabilizar los suelos, reduciendo el riesgo de erosión, especialmente en las zonas más vulnerables. Este enfoque tiene un impacto estético altamente positivo, ya que las especies seleccionadas, propias del paisaje mediterráneo, se integran armónicamente en el entorno, preservando su carácter natural. Al tratarse de especies autóctonas, el proyecto también destaca por su sostenibilidad, ya que estas plantas requieren un mantenimiento mínimo y un consumo

reducido de recursos, particularmente agua, alineándose así con los principios de conservación ambiental y eficiencia.

Se contempla que, con el adecuado mantenimiento inicial, esta masa arbórea logrará consolidarse en un periodo de 3 a 5 años, proporcionando una pantalla verde eficiente y contribuyendo de manera significativa al incremento del valor paisajístico del área. Además, esta intervención podría servir como ejemplo para futuros proyectos, promoviendo prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la instalación de infraestructuras similares.
En definitiva, esta propuesta de integración paisajística no solo busca mitigar el impacto ambiental, sino que aspira a dejar un legado positivo en el territorio, reforzando su carácter natural y su valor ecológico.

El inventario total de árboles que se plantean instalar en la barrera vegetal es:

| **Catálogo ejemplares barrera vegetal** | | |
|---|---|---|
| **Ejemplar** | **Separación entre ejemplares** | **Número de ejemplares** |
| Oliveras o similar | 3,50 m | 41 |

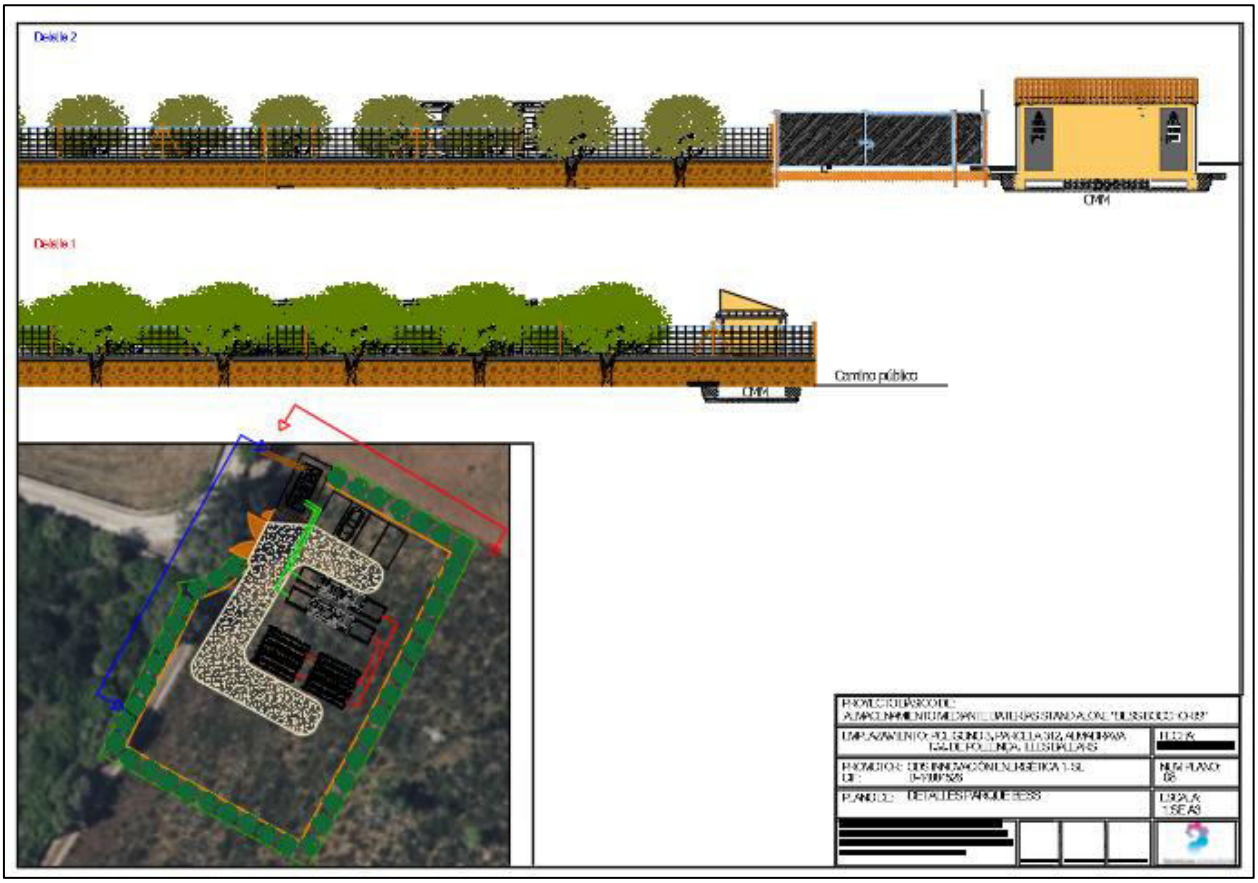



***Imagen 15. Paisajismo y entorno***

## 6.3 Necesidades hídricas

No se prevén necesidades hídricas asociadas a la planta de almacenamiento

## 6.4 Cumplimiento norma 22 PTM de condiciones de integración paisajística

Según la norma, la superficie máxima construible de la edificación no puede superar el 2% de la superficie de la parcela, cumpliéndose con esta medida.

Adicionalmente la altura máxima estará cercana a los 3 metros, no llegando a la altura máxima establecida de 8 metros, no se incluirán porches y la edificación contará con una única planta.

En cuanto a los acabados exteriores, se realizará un tejado al prefabricado con teja árabe a un agua y el acabado y revocado exterior será de colores terrosos incluyendo carpintería de color verde carruaje como se observa en las siguientes imágenes.

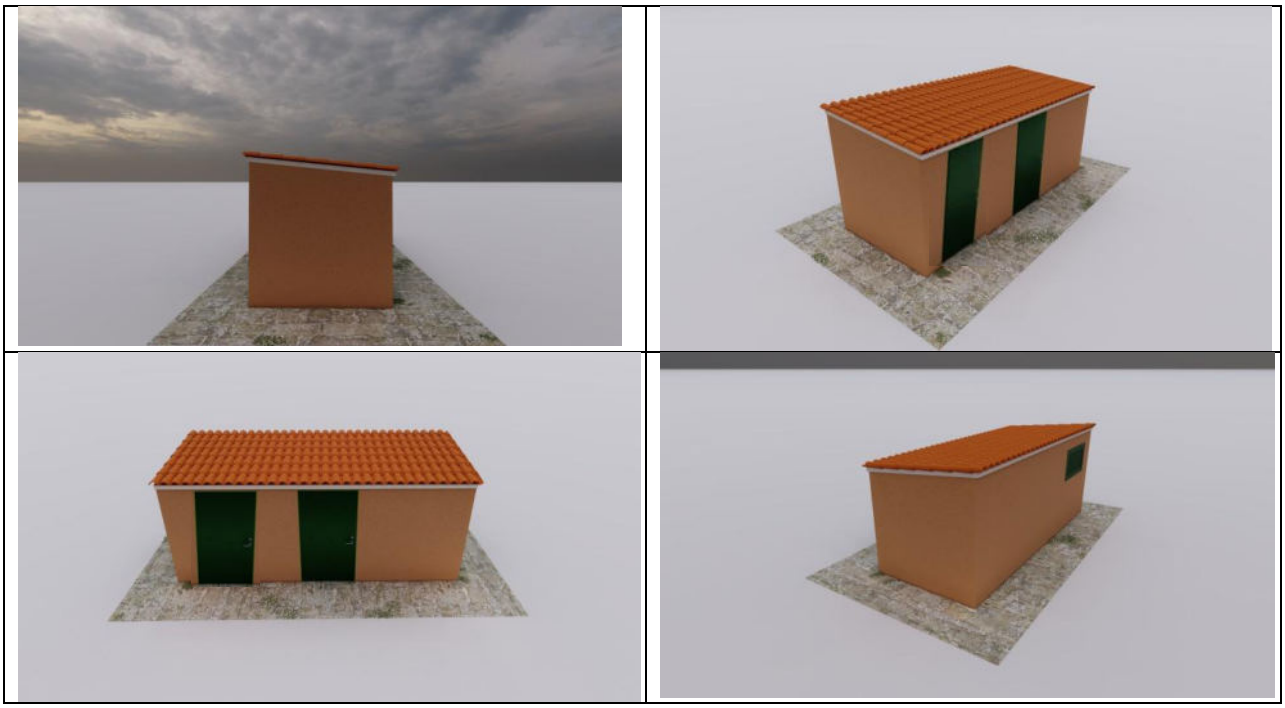


***Imagen 16. Detalle del CMM FV con acabado exterior tipo "embetumat" color ocre tierra y cubierta inclinada con teja árabe a un agua.***

## 6.5Informe acústico de generación de ruidos

**Introducción**

Los estudios acústicos evalúan el impacto sonoro de las instalaciones para garantizar el cumplimiento normativo en términos de ruido ambiental.

Este tipo de proyectos generalmente involucra equipos de almacenamiento energético como baterías, inversores y transformadores de potencia, que generan emisiones acústicas durante su operación.

**Componentes Principales y Fuentes de Emisión**

**Baterías:** Generan ruido principalmente por sistemas de refrigeración activa o pasiva.

**Inversores y PCS**: Emiten ruido debido a la conversión de energía y, en algunos casos, sistemas de ventilación.

**Transformadores de potencia:** Contribuyen al ruido con frecuencias bajas debido al magnetostricción y sistemas de ventilación.

**Evaluación de Ruido**

El nivel de presión sonora se mide en dB(A) en diferentes puntos del entorno.

Los niveles máximos típicos permitidos según la normativa local suelen ser de:

- Día: 55 dB(A).
- Noche: 45 dB(A).

Los niveles sonoros relevantes al proyecto pueden llegar a emitir hasta 63dB a una distancia de 10 metros. La vivienda más cercana se encuentra a 60 metros de distancia donde las emisiones corresponden a un máximo de 40dB.

**Mitigaciones que se llevarán a cabo para reducir el ruido**

- Uso de paneles acústicos alrededor de los equipos.
- Diseño optimizado del layout para alejar las fuentes de ruido de las zonas sensibles.
- Mantenimiento regular para minimizar el ruido mecánico de los sistemas.

## 6.6. Informe de campos electromagnéticos

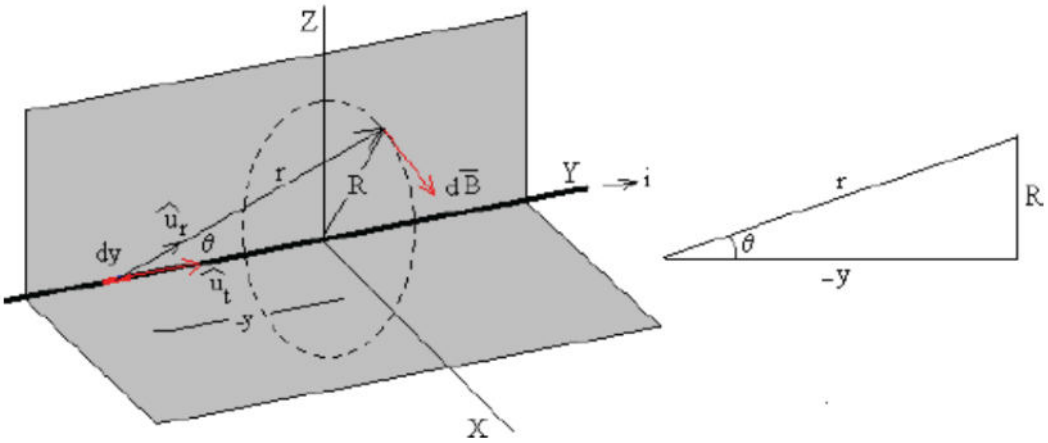
**Introducción**

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart permiten analizar el Campo que produce una corriente eléctrica:

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

- $B$ es el vector campo magnético existente en un punto P del espacio
- $u_t$ un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl.
- $u_r$ es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente $\frac{\mu_0 i}{4\pi} = 10^{-7}$ en el Sistema Internacional de Unidades.

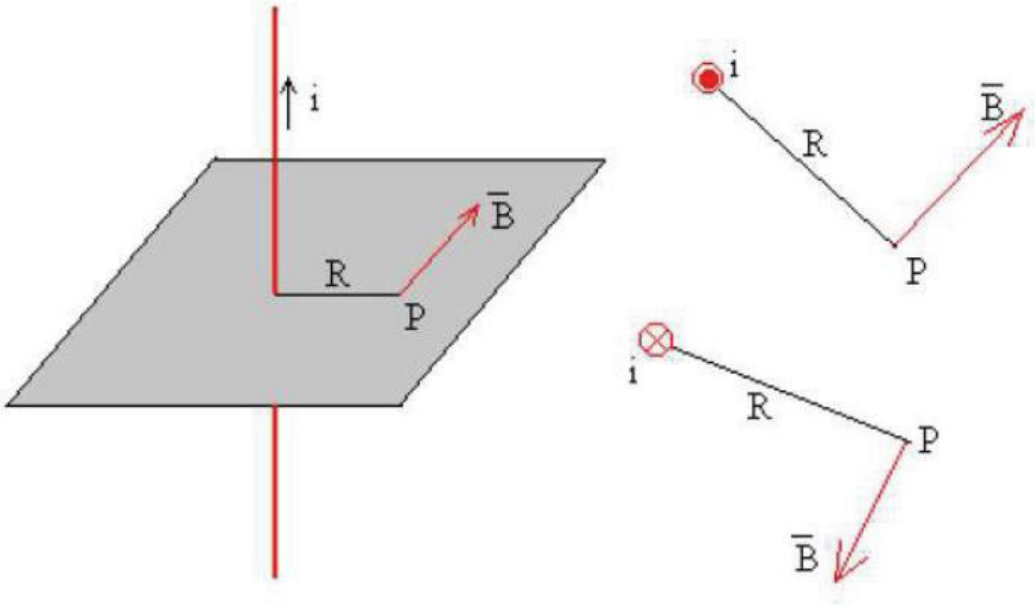
Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente i, se puede establecer de la siguiente manera:




El campo magnético B, producido en el punto P, tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto. Integrado la ecuación de Biot y Savart:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{sen\theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_{0}^{\pi} sen\theta \cdot d\theta = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

Se integra sobre la variable θ, expresando las variables x y r en función del ángulo θ.




**Cálculo del campo magnético**

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

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el trafo (en caso de existir), todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del trafo, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado el cableado trenzado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria

frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calcularа como 5/f, siendo f la frecuencia en KHz. **De esta manera, el límite de campo es de 100 µT**.

CUADRO 2

*Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)*

| Gama de frecuencia | Intensidad de campo E — (V/m) | Intensidad de campo H — (A/m) | Campo B — (µT) | Densidad de potencia equivalente de onda plana — ($W/m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 0-1 Hz | — | $3{,}2 \times 10^4$ | $4 \times 10^4$ | |
| 1-8 Hz | 10.000 | $3{,}2 \times 10^4/f^2$ | $4 \times 10^4/f^2$ | |
| 8-25 Hz | 10.000 | 4.000/f | 5.000/f | |
| 0,025-0,8 kHz | 250/f | 4/f | 5/f | — |
| 0,8-3 kHz | 250/f | 5 | 6,25 | — |
| 3-150 kHz | 87 | 5 | 6,25 | — |
| 0,15-1 MHz | 87 | 0,73/f | 0,92/f | — |
| 1-10 MHz | $87/f^{1/2}$ | 0,73/f | 0,92/f | — |
| 10-400 MHz | 28 | 0,73/f | 0,092 | 2 |
| 400-2.000 MHz | $1{,}375\ f^{1/2}$ | $0{,}0037\ f^{1/2}$ | $0{,}0046\ f^{1/2}$ | f/200 |
| 2-300 GHz | 61 | 0,16 | 0,20 | 10 |

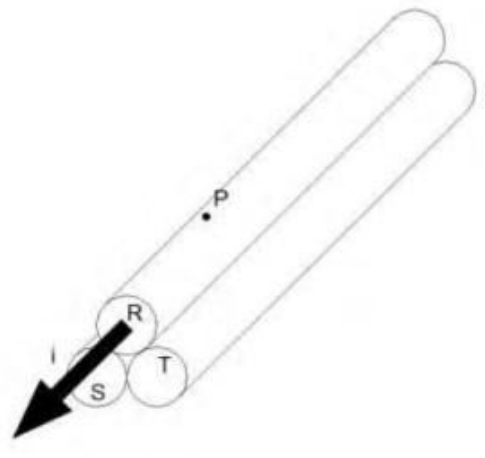
***Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (25Hz-800Hz)***

**<u>Cálculo del campo magnético generado por un cable de media tensión</u>**

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por el cableado unipolares de 240 $mm^2$, de 3x2x240 $mm^2$.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Media Tensión, discurriendo por el conjunto de 2 circuitos y 3 cables (3x2x240 mm) y su intensidad máxima admitida.

Se considera que la envolvente del cable unipolar tiene un diámetro de 60 mm:



El campo magnético generado en el Punto P será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_p = \sum B_{p,i} = B_{p,r} + B_{p,s} + B_{p,t}$$

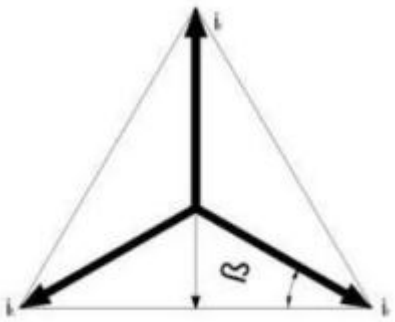
Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{p,r} = \mu \frac{iR}{2\pi r}$$

$$B_{p,s} = \mu \frac{iS}{2\pi d}$$

$$B_{p,t} = \mu \frac{iT}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que β=30º:

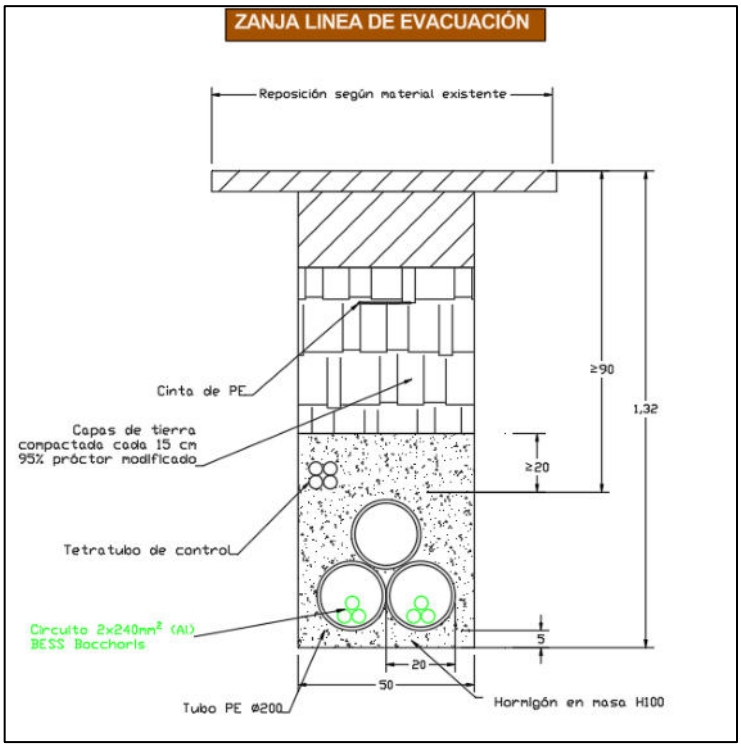
$$i_s = i_t = i_r \cdot sen30 = -\frac{i_r}{2}$$

Para el cálculo del campo magnético generado por los futuros parques de baterías se considera el caso de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Media Tensión, discurriendo por el conjunto 3 cables (3x2x240 mm) y su intensidad máxima admitida.

Realizando el sumatorio del campo magnético tenemos un valor en el borde del cable en unidades $\mu T$. Sin embargo, debemos tener en cuenta que las ternas de dichos cableados están albergadas en el interior de una zanja, cubiertos por una envolvente de protección de los conductores.

Por ello, debemos tener en cuenta que, con respecto al exterior, existe una distancia al punto P de medición. Si consideramos que el alojamiento de los cables tiene una profundidad de 0,90 m, y la altura de la terna es de 5,6 cms, existe una distancia de la parte alta de la terna al exterior de 95,6 cms. Es decir, el punto P está situado a 95,6 cms de la parte alta de las ternas, tal y como se puede ver en el detalle de la zanja de una línea de media tensión.

Del mismo modo, debemos considerar la existencia de las ternas que componen los cables unipolares de 240 mm2.




Una vez obtenidos los resultados se debe obtener que el campo magnético total es menor de los 0,4 $\mu T$, límite fijado por la CMAIB.

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

Mediante ensayo tipo se comprueba que las envolventes prefabricadas de Ormazabal especificadas en el proyecto, de acuerdo a IEC/TR 62271-208, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, de acuerdo al Real Decreto 1066/2001:

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

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al informe técnico IEC/ TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión. Las instalaciones cumplirán con las limitaciones establecidas por la normativa vigente.

## 6.7 Estudio hídrico

Se adjunta un estudio hídrico en el documento II. Anejos

# 7 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## 7.1Normativa de aplicación

### *7.1.1 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales*

Siguiendo el preceptivo Reglamento de Seguridad contra Incendios en establecimientos industriales, aprobado mediante el RD 2267/2004 de 3 de diciembre, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones en el ámbito de los posibles elementos de protección contra incendios a los que se debe acoger el presente proyecto.

Este reglamento se aplicará de forma complementaria a las medidas contra incendios establecida en las disposiciones vigentes que regulan las actividades industriales, sectoriales o específicas en los aspectos no contemplados en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

En este sentido, existe otro reglamento que regula la protección contra incendios de instalaciones que aplica al presente proyecto, el cual es el Reglamento de Alta Tensión aprobado mediante el RD 337/2014, de 9 de mayo, en concreto las instrucciones 14 y 15, que contemplan las instalaciones eléctricas de interior y exterior respectivamente.

De cara a considerar el parque FV se considera que es de TIPO E (el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto, hasta un 50 por ciento de su superficie, alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral).

Por otro lado, de cara a las edificaciones que habrá en el terreno, Centro de Maniobra y Centro de Transformación se considerará que son de tipo C (el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio).

Se recogerá del presente reglamento las condiciones de aproximación de edificios, en el que se define que los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como a los espacios de maniobra, deben cumplir las siguientes condiciones:

- Anchura mínima libre: 5 metros
- Altura mínima o gálibo: 4,50 metros
- Capacidad portante del vial: 2000 kP/m2

En todo caso, para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

### *7.1.2 RAT-14. Instalaciones eléctricas de interior*

Se consideran las siguientes instalaciones eléctricas de interior:

- Centro de Maniobra y Medida
- Centro de Transformación BT/MT

***Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores***

Si se utilizan aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del aparato o transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados, se dimensionarán para recoger la totalidad del líquido dieléctrico del equipo con mayor capacidad. Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con punto de combustión igual o superior a 300º C será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

En el proyecto se considera que los transformadores están refrigerados mediante dieléctrico con éster natural biodegradable, por lo que será suficiente con el sistema de recogida de posibles derrames.

**Éster natural vs otros dieléctricos**

| | Aceites minerales | Hidrocarburos de alto peso molecular | Aceites de silicona | Ésteres sintéticos | Ésteres naturales |
|---|---|---|---|---|---|
| **Punto de combustión** | 160 °C | 312 °C | 340 °C | 322 °C | **360 °C** |
| **Biodegradabilidad** | baja | baja | nula | alta | **muy alta** |

#### *7.1.2.1 Sistemas de extinción*

Tal y como especificado en la Instrucción 14 y en referencia al presente proyecto, se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo.

Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. En caso de instalaciones ubicadas en edificios destinados a otros usos la eficacia será como mínimo 21ª-113B. Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

#### *7.1.2.2 Resistencia al fuego de la envolvente*

Las instalaciones eléctricas ubicadas en el interior de locales o recintos situados en el interior de edificios destinados a otros usos constituirán un sector de incendios independiente.

### *7.1.3 ITC RAT-15. Instalaciones eléctricas de exterior*

Tal y como se especifica en la presente Instrucción, se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición y propagación de incendios de las instalaciones eléctricas, teniendo en cuenta:

- La propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
- La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.

Las zonas de mayor riesgo para la aparición de fuego en la instalación se particularizan principalmente en los transformadores aislados con líquidos combustibles, los cuales ya se han comentado en el apartado anterior.

Los extintores, si existen, estarán situados de forma racional, según las dimensiones y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos.

En la elección de aparatos o equipos extintores móviles o fijos se tendrá en cuenta si van a ser usados en instalaciones en tensión o no, y en el caso de que sólo puedan usarse en instalaciones sin tensión se colocarán los letreros de aviso pertinentes.

### *7.1.4 Resumen general de las medidas de prevencion y extincion aplicadas*

A modo resumen se contemplarán para el presente proyecto las siguientes medidas contra incendios contempladas en los reglamentos antes expuestos.

Estas medidas, velaran por no transmitir un eventual incendio en el interior del parque solar hacia los solares o espacios colindantes:

- El parque solar dispone de una zona de retranqueo entre las estructuras de los paneles solares y el vallado, de 5 metros. Esta zona, al igual que el resto del parque se mantendrá permanentemente desbrozada, mediante métodos mecánicos o animales, y libre de elementos combustibles, y actuará a modo de cortafuegos. Véase documentación gráfica.
- El acceso hasta el parque fotovoltaico se realiza por un vial con suficiente capacidad para poder acceder mediante un camión de bomberos.
- Se dotará de extintores en el vallado perimetral en zonas estratégicas, dentro de cajas estancas, que garanticen un correcto estado de conservación de los mismos.
- Los elementos eléctricos son intrínsecamente seguros, los cuadros eléctricos de intemperie serán de protección IP65 o superior y estarán realizados con materiales autoextinguibles, no propagadores de llama, al igual que el cableado empleado.
- Todos los conductores eléctricos se contemplarán bajo el cumplimiento de la norma UNE-EN 60332- 1, la cual indica que los conductores no contengan ningún compuesto propagador de llama, con la norma UNE-EN 60754, la cual indica que el conductor se encuentre libre de halógenos, la norma UNE- EN61034, que indica que haya una baja emisión de humos y la UNE-EN 60754-2, que indica una baja emisión de gases corrosivos.
- En cada de centro de transformación, se ubicará un depósito estanco de recogida de líquido dieléctrico, asegurando que no haya ningún derrame hacia el exterior.
- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 o polvo en seco junto a los principales cuadros eléctricos, además de un extintor de eficacia mínima 89B, a una distancia máxima de 15 metros, en cada uno de los centros de transformación, del Centro de Maniobra y Medida y del centro de control.

# 8 JUSTIFICACIÓN NO NECESIDAD DE CERTIFICADO ENERGÉTICO

La planta fotovoltaica y sus edificios tanto casetas transformadoras como el CMM son de carácter INDUSTRIA por tanto se EXCLUYEN del ámbito de aplicación del RD 235/2013.

| **Exclusiones del Real Decreto 235/2013** |
| --- |
| *Apartado :2. Se excluyen del ámbito de aplicación:*<br><br>*a) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.*<br><br>*b) Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.*<br><br>*c) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.*<br><br>*d) Edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.*<br><br>*e) Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m2.*<br><br>*f) Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.*<br><br>*g) Edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25 por ciento de lo que resultaría de su utilización durante todo el año, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda.* |

# 9 CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente expuesto y con los anexos y planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la instalación a realizar, solicitando la autorización administrativa previa y la declaración del proyecto BESS Bocchoris como Interés Autonómico.

Artà, noviembre 2025

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Gonzalo García Uriarte
COL: 879 C.O.E.I.B.

Ingeniero de la energía: Ángel Lacleta Barrera
COL: 26827 C.E.T.I.B.

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 1. BATERÍAS

### 1.1. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

#### *9.1.1 Objeto*

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión del Sistema BESS.

#### *9.1.2 Normativa Aplicable*

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos.
- UNE-HD 60364-7-712: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-EN 60296-6: Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission-Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

#### *9.1.3 Cableado de Baja Tensión del Sistema BESS*

El cableado de baja tensión engloba:

- Cables de interconexión de CA del PCS hasta los transformadores.
- Cables de interconexión de CA de los sistemas auxiliares de la planta.

Cables de interconexión de CA de las unidades de energía a los transformadores.

#### *9.1.4 Condiciones de la Instalación*

Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Temperatura del terreno: 25ºC
- Resistividad media del terreno: 1,5 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,6 m – 1,0 m
- Agrupación de circuitos:

- Cableado desde PCS hasta transformador: 4 circuitos de aluminio unipolares directamente enterrados en 2 niveles, en configuración plana, con una separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,5 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

### *9.1.5 Metodología de Cálculo*

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario conocer previamente los siguientes datos para cada circuito:

- Intensidad nominal de diseño.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

### *9.1.6 Cálculo por Densidad de Corriente*

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I_b < I_z$$

Donde:

- $I_z$ es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación
- $I_b$ es la corriente que transporta el conductor (intensidad nominal de diseño).

De acuerdo con la UNE-HD 60364-7-712, la intensidad calculada será maximizada un 25%:

$$I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- $I_z$ es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- $I_o$ es la corriente nominal admisible del conductor.
- $K$: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: el factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la norma UNE-HD 60364-5-52.

### *9.1.7 Cálculo por Caída de Tensión*

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

| Parámetros | Circuitos Monofásicos | Circuitos Trifásicos |
|---|---|---|
| $\Delta V$ | $\Delta V = I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$ | $\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$ |

***Fórmulas para cálculo de caída de tensión***

Donde:

- $\Delta V$ es la caída de tensión (V)
- $I$ es la intensidad circulante (A)
- $L$ es la longitud del conductor (m)
- $R$ es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- $X$ es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

### *9.1.8 Sistema de Protecciones*

Se debe disponer de un sistema de protecciones bien diseñado y adecuadamente coordinado para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos.

### *9.1.9 Protección Contra Sobreintensidades*

La protección contra sobrecorrientes se realizará mediante fusibles o interruptores y deberá cumplir los establecido en la ITC-BT-22 del REBT y en la norma UNE-EN 60269-6.

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$1{,}45 \cdot In \leq 1{,}45 \cdot Iz$$

Siendo:

- $Ib$: Corriente de diseño ($I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$) [A]
- $In$: Corriente nominal del fusible [A]
- $Iz$: Corriente admisible por el conductor [A]
- $I_{sc}$: Corriente de cortocircuito [A]

A continuación, se indican los diferentes niveles de protección y tipo empleados en la instalación del Sistema BESS, todos pertenecientes a cada uno de los subsistemas, ya sean PCS o unidades de energía.

PCS. Cada PCS dispone de las siguientes protecciones:

- Interruptor automático a la salida de CA de cada PCS
- Contactor más fusible en la entrada de CC de cada PCS

Unidades de Energía. Cada unidad de energía o contenedor de baterías dispone de las siguientes protecciones:

- Interruptor de corte en carga motorizado más fusible en cada cuadro de CC de alimentación al conjunto de racks de baterías alojados en el contenedor.
- Interruptor automático motorizado de acometida de alimentación del transformador de servicios auxiliares.
- Interruptores magnetotérmicos de protección de cada una de las líneas de alimentación de servicios auxiliares.

### *9.1.10 Protección Contra Sobretensiones*

Además de la protección contra sobrecorrientes, los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión que deben cumplir con los requisitos establecidos en la UNE-EN 61643-11.

Los descargadores de sobretensión serán de tipo I+II, con Un=1.500 V y estarán instalados en las cabinas de protección tanto de las baterías como en el centro de seccionamiento.

Además, el PCS está equipado con un descargador de sobretensiones tanto en el lado de CC como en el lado de CA.

### *9.1.11 Resultados de Cálculo*

En el "*Anexo I. Cálculo de cables de Baja Tensión Sistema BESS"* se reflejan tabulados los resultados del cálculo de los cables de baja tensión (CA).

## 1.2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

### *9.1.12 Objeto*

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la instalación de media tensión (15 kV) del Sistema BESS.

### *9.1.13 Normativa Aplicable*

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- 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 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 15 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

### *9.1.14 Cableado de Media Tensión*

El cableado de media tensión engloba todos los circuitos de media tensión empleados en la conexión del Sistema BESS.

### *9.1.15 Condiciones de la Instalación*

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25ºC
- Resistividad media del terreno: 1,5 Km/W
- Profundidad de enterramiento: la primera fila mínimo a 0,8 m y la segunda fila mínimo a 1,15 m.
- Agrupación de circuitos: 4 líneas de cable aluminio unipolar directamente enterrado.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,5 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

### *9.1.16 Metodología de Cálculo*

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

### *9.1.17 Cálculo por Densidad de Corriente*

La intensidad para la que será calculada cada uno de los circuitos se establecerá a partir de la potencia que deba transportar cada una de los mismos, la tensión nominal y el factor de potencia (cos $\varphi$), mediante las siguientes expresiones:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$
$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot cos\varphi$$
$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot sen\varphi$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- $I_z$ es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- $I_o$ es la corriente nominal del conductor.
- K: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la normativa IEC 60502-2. Cuando alguna medida no esté tabulada se escogerá el siguiente valor más restrictivo para asegurar que el cable cumplirá con el criterio

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I < I_z$$

### *9.1.18 Cálculo por Caída de Tensión*

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$$

Donde:

- $\Delta V$ es la caída de tensión (V)
- $I$ es la intensidad circulante (A)
- $L$ es la longitud del conductor (m)
- $R$ es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- $X$ es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

### *9.1.19 Cálculo por Intensidad de Cortocircuito*

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- $I_{cc}$ es la corriente de cortocircuito (A)
- $t_{cc}$ es la duración del cortocircuito (s)
- $S$ es la sección del conductor ($mm^2$)
- $\beta$ es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- $\theta_f$ es la temperatura final del cortocircuito (ºC)
- $\theta_i$ es la temperatura inicial del cortocircuito (ºC)
- $k$ es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

| Material | k | $\beta$ |
|---|---|---|
| Cobre | 226 | 234,5 |
| Aluminio | 148 | 228 |

***Constantes dependientes del material***

| Aislamiento | $\theta_i$ | $\theta_f$ |
|---|---|---|
| PVC | 70 | 160 |
| XLPE/EPR | 90 | 250 |

***Constantes dependientes del aislamiento***

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo $K$:

| Material y Aislamiento | $K$ |
|---|---|
| Cobre y PVC | 115 |
| Aluminio y PVC | 74 |
| Cobre y XLPE/EPR | 143 |
| Aluminio y XLPE/EPR | 92 |

***Valor de la constante K***

### *9.1.20 Sistema de Protecciones*

Los circuitos de la instalación de MT se protegerán en las celdas compactas de 15 kV del centro de seccionamiento mediante un interruptor automático y relés, cuyas características serán:

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Tensión nominal (kV) | 15 kV |
| Intensidad nominal en servicio continuo (A) | 80 A |
| Poder de corte (kA) | 16 kA |

***Protecciones MT***

# II. ANEJOS

**ANEJOS**

**ANEJO 01.- GESTIÓN DE RESIDUOS Y PLAN DE DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y RESTITUCIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES**
**ANEJO 02.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES**
**ANEJO 03.- ESTUDIO HÍDRICO**

# ANEJOS

## ANEJO 01.- GESTIÓN DE RESIDUOS Y PLAN DE DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y RESTITUCIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES

### 1. ANTECEDENTES

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento 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 y a la Ley 8/2019 de 19 de Febrero de la CAIB.

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Promotor, y se basa en la información técnica por él proporcionada. Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

### 2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

A continuación se incluye una estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición previstos durante la ejecución de la obra, codificados de acuerdo con lo señalado en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, y a partir de la Decisión (2014/955/UE) de la Comisión de 3 de mayo de 2000 y la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea.

| Residuos de construcción y demolición (RCD) | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 17 01 01 | Hormigón |
| 17 01 02 | Ladrillos |
| 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos |
| 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintos de los especificados en el código 17 01 06* |
| 17 02 01 | Madera |
| 17 02 02 | Vidrio |
| 17 02 03 | Plástico |
| 17 03 02* | Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla |
| 17 03 80 | Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01* |
| 17 05 04 | Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03* |

| Residuos de envases | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 15 01 01 | Envases de papel y cartón |
| 15 01 02 | Envases de plástico |
| 15 01 03 | Envases de madera |
| 15 01 04 | Envases de metal |
| 15 01 05 | Envases compuestos |
| 15 01 06 | Envases mixtos |
| 15 01 07 | Envases de vidrio |
| 15 01 10* | Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas |
| 15 01 11* | Envases metálicos que contienen una matriz sólida porosa peligrosa (por ejemplo, amianto) incluida en el envase |
| 15 01 12 | Envases metálicos vacíos distintos de los especificados en el código 15 01 11* |

| Residuos Peligrosos | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 15 02 02* | Material absorbente, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas |
| 16 02 13* | Equipos desechados que contienen componentes peligrosos distintos de los especificados en los códigos 16 02 09* a 16 02 12* |
| 16 02 14 | Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09* a 16 02 13* |
| 16 06 01* | Pilas alcalinas (excepto 16 06 03) |
| 16 06 02* | Pilas distintas de las especificadas en el código 16 06 01* |
| 16 06 05* | Otros acumuladores y baterías que contienen sustancias peligrosas |
| 17 04 10* | Cables que contienen sustancias peligrosas |

| Residuos Metálicos y de Cables | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 17 04 01 | Cobre, bronce, latón |
| 17 04 02 | Aluminio |
| 17 04 03 | Plomo |

| | |
|---|---|
| 17 04 04 | Zinc |
| 17 04 05 | Hierro y acero |
| 17 04 06 | Estaño |
| 17 04 07 | Mezclas de metales |
| 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10* |

| **Residuos de Pinturas y Disolventes** | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 08 01 11* | Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas |
| 08 01 12 | Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 11* |

| **Residuos de Químicos y de Mantenimiento** | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 07 06 04* | Otros residuos de limpieza y mantenimiento de maquinaria que contienen sustancias peligrosas |
| 07 06 99 | Residuos no especificados en otra categoría |

| **Residuos asimilables a urbanos** | |
|---|---|
| **Código LER** | **Descripción** |
| 20 01 01 | Papel y cartón |
| 20 01 08 | Residuos biodegradables de cocina y cantina |
| 20 01 10 | Ropa |
| 20 01 11* | Textiles que contienen sustancias peligrosas |
| 20 01 25 | Aceites y grasas comestibles |
| 20 01 26* | Aceites y grasas comestibles que contienen sustancias peligrosas |
| 20 01 27* | Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas |
| 20 01 28 | Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintos de los especificados en el código 20 01 27* |
| 20 01 29* | Detergentes que contienen sustancias peligrosas |
| 20 01 30 | Detergentes distintos de los especificados en el código 20 01 29* |
| 20 01 33* | Baterías y acumuladores incluidos en los códigos 16 06 01*, 16 06 02* o 16 06 03* y no clasificados en los códigos 20 01 34 |
| 20 01 34 | Baterías y acumuladores distintos de los especificados en el código 20 01 33* |
| 20 01 35* | Equipos eléctricos y electrónicos que contienen componentes peligrosos distintos de los especificados en el código 20 01 21* |
| 20 01 36 | Equipos eléctricos y electrónicos distintos de los especificados en el código 20 01 35* |
| 20 01 39 | Plásticos |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales |

Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada mediante DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Los tipos de residuos corresponden al capítulo 17 de la citada Lista Europea, titulado "Residuos de la construcción y demolición" y al capítulo 15 titulado "Residuos de envases".

También se incluye un concepto relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Los residuos que en la lista aparecen señalados con asterisco (*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características

1) Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04
    - Estos materiales procedentes de los trabajos de realización de zanjas se reutilizarán en el propio cerramiento de zanjas una vez pasado el cableado (90%) y el 10% restante se reutilizará en la nivelación del terreno. La gestión prevista es pues la reutilización en la propia obra y no dan lugar a entrega a gestor autorizado.
2) RCD de naturaleza pétrea:
    - 17.01.01. Hormigón.
    - 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.
3) RCD de naturaleza no pétrea:
    - 17.02.01 Madera
    - 17.02.03 Plásticos
    - 17.04.05. Hierro y acero.
    - 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
4) Otros residuos:
    - 15.02.02(*) Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
    - 15.01.11(*) Aerosoles

- 15.01.10 (*) Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuario y caseta de obra, etc.
- 17.05.03(*) Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas.

## 3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los residuos reciban un tratamiento adecuado, con gestores autorizados.

Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- **Adquisición de materiales:**

Adquirir solamente los materiales precisos para evitar la aparición de excedentes al final de la obra; requerir a empresas suministradoras que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes; primar la adquisición de materiales reciclables

- **Comienzo de la obra:**

Planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos; destinar unas zonas determinadas al almacenamiento de materiales y movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno; destinar una zona para segregación de residuos con contendores adecuados al tipo de residuo; formación del personal respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

- **Realización de la obra**

De la lista anterior, la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son tierras y piedras de excavación limpias PROCEDENTES DELTRITURADO DE LA ZANJADORA.

La apertura ZANJAS se hará con MÁQUINA ZANJADORA, con la cual el 90% se reutiliza para el rellenado de la misma y el 10% restante para nivelación del camino.

Para ello el material triturado (árido) se deposita en el borde de la zanja y una vez colocado el entubado se reutiliza para el rellenado de la zanja.

En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.

En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo

Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Deberán conservarse todos los justificantes acreditativos de su entrega a gestor autorizado.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se almacenarán protegidos de la intemperie, en recipientes adecuados a la tipología y con cubeto de retención en los casos en que puedan dar lugar a vertidos líquidos. Preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado, sin almacenarlos en la misma.

## 4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

A continuación se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada

uno de ellos:

| Código LER | Residuo | Tratamiento | Destino |
|---|---|---|---|
| 17 01 01 | Hormigón | Reutilización/Reciclado | Planta reciclaje RCD para excedentes |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Reutilización en la propia obra | Reutilización en la propia obra |
| 17 04 05 | Metales: hierro y acero | Valorización | Reciclaje o recuperación de metales |
| 17 09 04 | Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas | Reciclado | Planta reciclaje RCD |
| 17 02 01 | Madera | Reciclado/Valorización | Planta de reciclaje o valorización |
| 17 02 03 | Plástico | Reciclado/Valorización | Planta de reciclaje |
| 17 04 11 | Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas. | Valorización | Reciclaje de metales |
| 20 01 39 | Envases de plástico | Reciclado de residuos asimilables a domésticos | Planta de reciclaje |
| 20 01 01 | Envases de papel y cartón | Reciclado de residuos asimilables a domésticos | Planta de reciclaje |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Valorización | Planta de tratamiento |
| 15 02 02 | Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados. | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |
| 15 01 11 | Aerosoles | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |
| 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminados. | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |
| 16 06 07* | Acumuladores, pilas o baterías en cuya composición se encuentre el litio en cualquiera de sus formas, tales como las pilas de litio o los acumuladores ion-litio (residuos de origen profesional) | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |

En el plano que se incluye al final de este estudio, se señalan las zonas de la obra donde se irán colocando los residuos que se reutilizarán en la propia obra. Antes de ser recubiertos por capas más superficiales de otros materiales, serán objeto de regularización, riego, nivelación y compactación.

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando. Los residuos no peligrosos se

almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada. Los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas.

## 5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son superiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 8 del artículo 5 del RD 105/2008, será obligatorio separar los residuos por fracciones.

Se separarán al menos las siguientes fracciones:

- RCD mezclados
- Metales (incluidas sus aleaciones)
- Madera
- Plástico
- Papel y cartón

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.

## 6. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente estimación en cuanto a la producción de residuos por tipos:

- Tipo I.- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
    - La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo de baja altura y no se requiere su retirada previa. No se prevé generar este tipo de residuos.
    - Cantidad: 0 Tm.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
    - En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y bases de edificios. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la propia obra. NO se prevé generar excedentes.
    - Se reutilizan al 100% (90% en rellenar las zanjas y 10% en nivelar el terreno)
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (que no son tierras, ni piedras de la excavación).
    - Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como restos de hormigones y mezclas de RCD procedentes de las cimentaciones y edificación.

- Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser reutilizados.
- Se consumirá aproximadamente 150 $m^3$ de hormigón en general en toda la obra. Suponiendo que se conviertan en residuos un 1,5% suponen 2,25 $m^3$.

- Tipo IV. Residuos RCD de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
  - Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, plásticos, papel/cartón, etc. Se gestionan como residuo no peligroso destinado a reciclado por gestor autorizado
  - Se estima que en conjunto se pueda producir aproximadamente 3 $m^3$
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.
  - Se estima también que podrán generarse pequeñas cantidades de residuos peligrosos (absorbentes; envases de aerosoles; envases vacíos de metal o plástico contaminado).

# 7. DESMANTELAMIENTO

Una vez desmontadas las baterías, se tendrá que cumplir con la medida SOL-C01 del PDSEIB, que indica que se reutilizarán todos aquellos componentes que sean aprovechables y los otros se llevarán a un centro de tratamiento y reciclado. Han de ser gestionados como RAEE's (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos), tal como establece el RD 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Los componentes de la instalación eléctrica del parque y otros elementos susceptibles de reciclaje serán trasladados a centros de reciclaje. El resto de los elementos se trasladarán a un gestor autorizado.

## 8.1. FASES DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

Las fases de las obras de desmantelamiento son las siguientes:

1) Desconexión de la instalación
2) Desmantelamiento de la instalación eléctrica BT

3) Desmantelamiento de los racks de baterías y estructura soporte

4) Desmantelamiento de la instalación eléctrica subterránea de MT y edificios de transformación CT.

5) Restauración vegetal y paisajística

#### 8.1.1. DESCONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BT

Tal y como se detalla en la memoria técnica el cableado eléctrico se realiza mediante conductores de cobre unipolares flexibles, con aislamiento XLPE y recubrimiento de PVC, para la interconexión de los contenedores con los inversores.

Para la interconexión de los inversores con los transformadores se realiza mediante conductores, tipo AL XZ1 (S), con conductor de aluminio de 1x95mm$^2$, y de la intensidad que deba transportar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en la desconexión de cableado de interconexión de módulos, cableado eléctrico instalado en zanjas bajo tierra y desmontaje de elementos de conexión y protección. Acopio en camión para transporte, ya sea a gestor autorizado o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.

También se recuperarán todas las arquetas que haya en las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico. Las arquetas se trasladarán en camiones a gestores autorizados.

Por último, se restituirá la zona afectada del terreno mediante el rellenado de las zanjas.

#### 8.1.2. DESMANTELAMIENTO DE LOS RACKS DE BATERÍAS

Una vez desmontados, los módulos se trasladarán a un camión, haciendo uso para ello de una carretilla elevadora y grúa. En caso de la no reutilización o venta de los módulos racks para una segunda vida estos serán enviados a gestor autorizado.

Las estructuras de sujeción de los módulos serán recuperadas completamente mediante su extracción mediante maquinaria especializada (estirando de los pilotes metálicos con la misma máquina que los colocó. No conlleva ningún movimiento de tierras y los pilotes de acero galvanizado serán entregados bajo precio a gestor de residuos autorizado (venta del metal).

#### 8.1.3. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MT Y EDIFICIOS DE TRANSFORMACIÓN

Antes de comenzar el desmontaje deberá desconectarse en ambos extremos de la

instalación. Es decir en las celdas de 15 kV en el CMM y en los cuadros de control y mando a la salida de cada uno de los inversores.

En segundo lugar, habrá que proceder al desmontaje de todos los edificios de transformación (CT) y el CMM.

Los transformadores serán de aceite organic, respetuoso con el medio ambiente, por lo que habrá desmantelamiento de aceites dieléctricos al final de la vida útil.

Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión grúa en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a gestor autorizado.

Se desmantelará la línea eléctrica soterrada de media tensión hasta el CMM recuperando la situación pre-operacional de las zonas ocupadas por las instalaciones, se realizará el desmontaje y retirada de todos los elementos no reutilizables a gestor autorizado, la restitución de terrenos y servicios afectados y la restauración y revegetación de las zonas alteradas.

#### 8.1.4. RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA

Dado que el terreno que nos ocupa se trata de suelo agrícola y por tanto con cambio de cultivo anual, su restauración a la situación original no requiere ningún tratamiento de replantación arbórea, matorral ni cualquier otra vegetación.

Aunque no se estima estrictamente necesario, se contempla la posibilidad de un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas del parque y el esparcimiento de semillas silvestres para acelerar que aflore la vegetación en el terreno.

#### 8.1.5. DESMANTELAMIENTO DE LOS RACKS DE BATERÍAS

Una vez desmontados, los módulos se trasladarán a un camión, haciendo uso para ello de una carretilla elevadora y grúa. En caso de la no reutilización o venta de los módulos racks para una segunda vida estos serán enviados a gestor autorizado.

Las estructuras de sujeción de los módulos serán recuperadas completamente mediante su extracción mediante maquinaria especializada (estirando de los pilotes metálicos con la misma máquina que los colocó. No conlleva ningún movimiento de tierras y los pilotes de acero galvanizado serán entregados bajo precio a gestor de residuos autorizado (venta del metal).

### 8.1.6. PRESUPUESTO ORIENTATIVO PARA EL DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

| Nº | Partida | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario (€) | Importe (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **Desconexión de la instalación** | Desconexión segura en BT y MT, certificación de ausencia de tensión, gestión documental y coordinación con distribuidora | Ud | 1 | 5.000,00 | 5.000,00 |
| 2 | **Desmantelamiento instalación eléctrica BT** | Retirada de cuadros eléctricos, cableado, protecciones y canalizaciones en BT (en contenedores) | Ud | 1 | 6.500,00 | 6.500,00 |
| 3 | **Desmantelamiento racks de baterías y estructura soporte** | Retirada, desmontaje y paletización de módulos de baterías Li-ion (3 contenedores), manipulación segura y transporte a gestor autorizado | Módulo contenedor | 4 | 18.000,00 | 72.000,00 |
| 4 | **Desmantelamiento instalación eléctrica MT** | Retirada de cableado subterráneo MT, desmontaje de celdas y equipo en CT | Ud | 1 | 12.000,00 | 12.000,00 |
| 5 | **Desmantelamiento contenedor SKID** | Retirada del contenedor con inversor + transformador, transporte y gestión | Ud | 2 | 8.000,00 | 16.000,00 |

| Nº | Partida | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario (€) | Importe (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | **Restauración vegetal y paisajística** | Nivelación del terreno, retirada de cimentaciones superficiales, aporte de tierra vegetal y siembra | m² | 282 | 8,00 | 2.256,00 |
| 7 | **Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos** | Transporte, pesaje, tratamiento y certificación de baterías y resto de materiales | Ton | 50 | 500,00 | 25.000,00 |
| **TOTAL ESTIMADO** | | | | | | **138.756,00 €** |

## 8. PLANO DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Artà, noviembre 2025

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin

COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Gonzalo García Uriarte

COL: 879 C.O.E.I.B.

Ingeniero de la energía: Ángel Lacleta Barrera

COL: 26827 C.E.T.I.B.



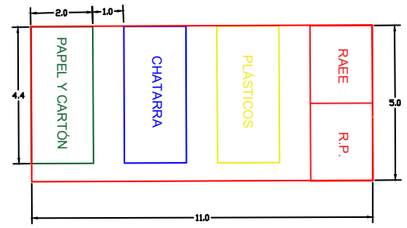

© 2025 Microsoft Corporation © 2025 Maxar ©CNES (2025) Distribution Airbus DS © 2025 TMAP MOBILITY Earthstar Geographics SIO

# LEYENDA RESIDUOS

VALLADO PERIMETRAL

CASETA DE OBRAS - OFICINA

CASETA DE OBRAS - VESTUARIOS




CASETA DE OBRA (2,4m x 8,0m)



VALLADO PROVISIONAL DE OBRA



CONTENEDORES DE OBRA



PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA
T.M.DE POLLENÇA, ILLES BALEARS

FECHA:
NOVIEMBRE 2025

PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL
CIF: B-44884526

NUM PLANO:
00

PLANO DE: RESIDUOS

ESCALA:
1:250 A3

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo García Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

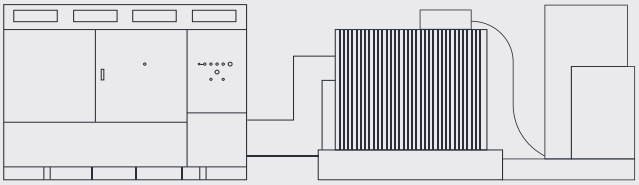
técnicos consultores

# ANEJO 02.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

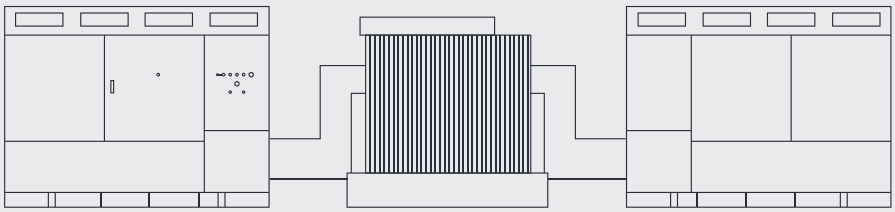
Combina HEMK con nuestras estaciones solares.
Estaciones solares a escala.

# MV Skid Compact & Twin Skid Compact

## De baja a media tensión



**MV SKID COMPACT**
PÁG. 38 — 39



**TWIN SKID COMPACT**
PÁG. 40 — 41

# ESTACIONES MEDIA TENSIÓN

# MV Skid Compact

| | | |
|---|---|---|
| **POTENCIAS** | Rango de potencia @ 40 °C | 1910 kVA - 4390 kVA |
| | Rango de potencia @ 50 °C | 1775 kVA - 4075 kVA |
| **EQUIPAMIENTO DE MEDIA TENSIÓN** | Rango de tensión MT | 6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV |
| | Rango de tensión BT | 600 V /615 V /630 V / 645 V / 660 V / 690 V |
| | Refrigeración | ONAN |
| | Grupo de vectores | Dy11 |
| | Protección Transformador | Relé de protección de presión, temperatura (dos niveles) y gases. |
| | | Control de la disminución del nivel dieléctrico. |
| | | PT100 opcional. |
| | Grado de protección transformador | IP54 |
| | Pérdidas en transformador | Estándar IEC o IEC Tier-2. |
| | Tanque de aceite | Acero galvanizado. Integrado con válvula y filtro. Opcional |
| | Configuración celda MT | 2 celdas de línea (2L) |
| | Protección Celda MT | Interruptor automático (V) |
| | Capacidad de cortocircuito de Celda MT [1] | 16 kA 1 s |
| | Clasificación IAC de Celda MT [1] | A FL 16 kA 1 s |
| **CONEXIONES** | Conexión inversor AC | Tobera de conexión, solución “Plug & Play” |
| | Protección BT | Interruptor automático incluido en el inversor |
| | Cableado MT AC | Puente MT entre transformador y protección celda MT pre-cableada |
| **ENTORNO** | Temperatura ambiente [2] | -10 °C… +50 °C (T > 50 °C reducción de potencia) |
| | Máx. Altitud (sobre nivel del mar) [1] | Hasta 1000 m |
| | Humedad relativa | 4% a 95% sin condensación |
| **SERVICIOS AUXILIARES** | Alimentación disponible de usuario | 5 kVA / 40 kVA at 400 V (trifásico), 50 / 60 Hz (integrado en el inversor) |
| | Armario de usuario | Integrado en el inversor (por defecto). Opcionalmente, armario de BT en el Skid. |
| | Ventilación | Aire |
| | Comunicación | Ethernet (fibra óptica o RJ45) |
| | SAI [1] | 1 kVA/0.8 kW (10 minutos). Opcional |
| **OTRO EQUIPAMIENTO** | Mecanismo de seguridad | Sistema de enclavamiento mecánico |
| | Sistema de extinción de incendios | Accesorio de retención del tanque de aceite. Opcional |
| **ESTÁNDARES** | Cumplimiento | IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1 |

**NOTAS**

[1] Consulte a Power Electronics para información adicional
[2] Para temperaturas inferiores, consulte a Power Electronics

# Twin Skid Compact

| | | |
|---|---|---|
| **POTENCIAS** | Rango de potencia @ 40 °C | 3820 kVA - 8780 kVA |
| | Rango de potencia @ 50 °C | 3550 kVA - 8150 KVA |
| **EQUIPAMIENTO DE MEDIA TENSIÓN** | Rango de tensión MT | 6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV |
| | Rango de tensión BT | 600 V /615 V /630 V / 645 V / 660 V / 690 V |
| | Refrigeración | ONAN |
| | Grupo de vectores | Dy11y11 |
| | Protección Transformador | Relé de protección de presión, temperatura (dos niveles) y gases. |
| | | Control de la disminución del nivel dieléctrico. |
| | | PT100 opcional. |
| | Grado de protección transformador | IP54 |
| | Pérdidas en transformador | Estándar IEC o IEC Tier-2. |
| | Tanque de aceite | Acero galvanizado. Integrado con válvula y filtro. Opcional |
| | Configuración celda MT | 2 celdas de línea (2L) |
| | Protección Celda MT | Interruptor automático (V) |
| | Capacidad de cortocircuito de Celda MT [1] | 16 kA 1 s |
| | Clasificación IAC de Celda MT [1] | A FL 16 kA 1 s |
| **CONEXIONES** | Conexión inversor AC | Tobera de conexión, solución “Plug & Play” |
| | Protección BT | Interruptor automático incluido en el inversor |
| | Cableado MT AC | Puente MT entre transformador y protección celda MT precableada |
| **ENTORNO** | Temperatura ambiente [2] | -10 °C… +50 °C (T > 50 °C reducción de potencia) |
| | Máx. Altitud (sobre nivel del mar) [1] | Hasta 1000 m |
| | Humedad relativa | 4% a 95% sin condensación |
| **SERVICIOS AUXILIARES** | Alimentación disponible de usuario | 5 kVA / 40 kVA at 400 V (trifásico), 50 / 60 Hz (integrado en el inversor) |
| | Armario de usuario | Integrado en el inversor (por defecto). Opcionalmente, armario de BT en el Skid. |
| | Ventilación | Aire |
| | Comunicación | Ethernet (fibra óptica o RJ45) |
| | SAI [1] | 1 kVA/0.8 kW (10 minutos). Opcional |
| **OTRO EQUIPAMIENTO** | Mecanismo de seguridad | Sistema de enclavamiento mecánico |
| | Sistema de extinción de incendios | Accesorio de retención del tanque de aceite. Opcional |
| **STANDARDS** | Cumplimiento | IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1 |

**NOTAS**

[1] Consulte a Power Electronics para información adicional
[2] Para temperaturas inferiores, consulte a Power Electronics

# Freemaq PCSK

| 690 V | | TALLA 2 | TALLA 3 | TALLA 4 |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP2195K | FP3290K | FP4390K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2195 | 3290 | 4390 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 2035 | 3055 | 4075 |
| | Tensión de red (V) | | 690V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | | 976V - 1500V | |
| | Tensión máxima CC | | 1500V | |
| EFFICIENCY | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.84% | 98.87% | 98.93% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.45% | 98.48% | 98.65% |
| **660 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP2101K | FP3151K | FP4200K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2100 | 3150 | 4200 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1950 | 2925 | 3900 |
| | Tensión de red (V) | | 660V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [3] | | 934V - 1500V | |
| | Tensión máxima CC | | 1500V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.81% | 98.84% | 98.90% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.45% | 98.48% | 98.65% |
| **645 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP2055K | FP3080K | FP4105K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2055 | 3080 | 4105 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1905 | 2855 | 3810 |
| | Tensión de red (V) | | 645V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | | 913V - 1500V | |
| | Tensión máxima CC | | 1500V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.78% | 98.81% | 98.87% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.40% | 98.43% | 98.60% |
| **630 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP2005K | FP3005K | FP4010K |
| CA | AC Output Power (kVA/kW) @40°C[1] | 2005 | 3005 | 4010 |
| | AC Output Power (kVA/kW) @50°C[1] | 1860 | 2790 | 3720 |
| | Tensión de red (V) | | 630V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC[2] | | 891V - 1500V | |
| | Tensión máxima CC | | 1500V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.76% | 98.79% | 98.85% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.39% | 98.42% | 98.59% |
| **615 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP1955K | FP2935K | FP3915K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1955 | 2935 | 3915 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1815 | 2725 | 3635 |
| | Tensión de red (V) | | 615V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [3] | | 870V - 1500V | |
| | Tensión máxima CC | | 1500 V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.76% | 98.79% | 98.84% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.38% | 98.41% | 98.57% |

NOTAS

[1] Valores a 1.00· Vac nominal y cosφ=1. Consulte con Power Electronics para las curvas en modo carga y de reducción de potencia.
[2] Consulte con Power Electronics para las curvas de reducción.





# Freemaq PCSK

| 600 V | | TALLA 2 | TALLA 3 | TALLA 4 |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP1910K | FP2865K | FP3820K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1910 | 2865 | 3820 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1775 | 2660 | 3545 |
| | Tensión de red (V) | | 600V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | | 849V - 1500V | |
| | Tensión máxima CC | | 1500V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.76% | 98.78% | 98.84% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.37% | 98.39% | 98.56% |
| **530 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP1685K | FP2530K | FP3370K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1685 | 2530 | 3370 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1565 | 2350 | 3130 |
| | Tensión de red (V) | | 530V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [3] | | 750V - 1300V | |
| | Tensión máxima CC | | 1300V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.76% | 98.78% | 98.84% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.37% | 98.39% | 98.56% |
| **500 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP1590K | FP2385K | FP3180K |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1590 | 2385 | 3180 |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1475 | 2215 | 2955 |
| | Tensión de red (V) | | 500V ±10% | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | | 708V - 1250V | |
| | Tensión máxima CC | | 1250V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.76% | 98.78% | 98.84% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.37% | 98.39% | 98.56% |
| **480 V** | | **TALLA 2** | **TALLA 3** | **TALLA 4** |
| REFERENCIAS | | FP1525K | FP2290K | FP3055K |
| CA | AC Output Power (kVA/kW) @40°C[1] | 1525 | 2290 | 3055 |
| | AC Output Power (kVA/kW) @50°C[1] | 1415 | 2125 | 2840 |
| | Tensión de red (V) | | 480V ±10% | |
| DC | Rango de tensión CC[2] | | 679V - 1200V | |
| | Tensión máxima CC | | 1200V | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (máx.) (η) (preliminar) | 98.76% | 98.78% | 98.84% |
| | Euroeta (h) (preliminar) | 98.37% | 98.39% | 98.56% |

NOTAS

[1] Valores a 1.00· Vac nominal y cosφ=1. Consulte con Power Electronics para las curvas en modo carga y de reducción de potencia.
[2] Consulte con Power Electronics para las curvas de reducción.

# Freemaq Multi PCSK

| 690 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP2195K2 | FP4390K2 | FP4390K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2195 | 4390 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 2035 | 4075 | |
| | Tensión de red (V) | 690V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 976V - 1500V | | |
| | Maximum DC Voltage | 1500V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.84% | 98.93% | |
| | Euroeta (η) | 98.45% | 98.65% | |

| 660 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP2101K2 | FP4200K2 | FP4200K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2100 | 4200 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1950 | 3900 | |
| | Tensión de red (V) | 660V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 934V - 1500V | | |
| | Máxima tensión CC | 1500V | | |
| EFICIENCIA | Eficiciencia (Max) (η) | 98.81% | 98.90% | |
| | Euroeta (η) | 98.45% | 98.65% | |

| 645 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP2055K2 | FP4105K2 | FP4105K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2055 | 4105 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1905 | 3810 | |
| | Tensión de red (V) | 645V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 913V - 1500V | | |
| | Máxima tensión CC | 1500V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.78% | 98.87% | |
| | Euroeta (η) | 98.40% | 98.60% | |

| 630 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCES | | FP2005K2 | FP4010K2 | FP4010K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 2005 | 4010 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1860 | 3720 | |
| | Tensión de red (V) | 630V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 891V - 1500V | | |
| | Máxima tensión CC | 1500V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.76% | 98.85% | |
| | Euroeta (η) | 98.39% | 98.59% | |

| 615 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP1955K2 | FP3915K2 | FP3915K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1955 | 3915 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1815 | 3635 | |
| | Tensión de red (V) | 615V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 870V - 1500V | | |
| | Máxima tensión CC | 1500V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.76% | 98.84% | |
| | Euroeta (η) | 98.38% | 98.57% | |

NOTAS

[1] Valores a 1.00· Vac nominal y cosφ=1. Consulte con Power Electronics para las curvas en modo carga y de reducción de potencia.
[2] Consulte con Power Electronics para las curvas de reducción.





# Freemaq Multi PCSK

| 600 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP1910K2 | FP3820K2 | FP3820K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1910 | 3820 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1775 | 3545 | |
| | Tensión de red (V) | 600V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 849V - 1500V | | |
| | Máxima tensión CC | 1500V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.76% | 98.84% | |
| | Euroeta (η) | 98.37% | 98.56% | |

| 530 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP1685K2 | FP3370K2 | FP3370K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1685 | 3370 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1565 | 3130 | |
| | Tensión de red (V) | 530V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 750V - 1300V | | |
| | Máxima tensión CC | 1300V | | |
| EFICIENCIA | Eficiciencia (Max) (η) | 98.76% | 98.84% | |
| | Euroeta (η) | 98.37% | 98.56% | |

| 500 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP1590K2 | FP3180K2 | FP3180K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1590 | 3180 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1475 | 2955 | |
| | Tensión de red (V) | 500V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 708V - 1250V | | |
| | Máxima tensión CC | 1250V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.76% | 98.84% | |
| | Euroeta (η) | 98.37% | 98.56% | |

| 480 V | | TALLA 2 | TALLA 4 | |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCIAS | | FP1525K2 | FP3055K2 | FP3055K4 |
| CA | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C[1] | 1525 | 3055 | |
| | Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 50 °C[1] | 1415 | 2840 | |
| | Tensión de red (V) | 480V ±10% | | |
| CC | Rango de tensión CC [2] | 679V - 1200V | | |
| | Máxima tensión CC | 1200V | | |
| EFICIENCIA | Eficiencia (Max) (η) | 98.76% | 98.84% | |
| | Euroeta (η) | 98.37% | 98.56% | |

NOTAS

[1] Valores a 1.00· Vac nominal y cosφ=1. Consulte con Power Electronics para las curvas en modo carga y de reducción de potencia.
[2] Consulte con Power Electronics para las curvas de reducción.

∞ BLOCK

HITHIUM

# BESS **Container** 5,015 MWh

## Liquid-cooled battery storage system




Preliminary

**Liquid-cooled battery storage system based on HiTHIUM prismatic LFP BESS Cells 314 Ah with highest cyclic lifetime.**

Improved safety characteristics and specially optimised for the highest requirements on safety, reliability and performance. Suitable e.g. for industrial, utility, and grid serving applications.

- Product certifications:
  IEC 62619, IEC 62477, IEC 63056, IEC 61000, UL 1973, UL 9540A, UN 38.3
- Company certifications:
  ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
- Environmental Compliance:
  ROHS, REACH

### High safety

- High thermal stability thanks to liquid cooling
- Multi-stage, active fire protection system, compliance to NFPA 855
- Use of highly safe prismatic HiTHIUM LFP cells
- Dedicated cell monitoring and protection system

### Low LCOS (Levelised Cost of Storage)

- Excellent thermal management improves energy throughput by ensuring optimal operating temperature
- Highly integrated: including thermal management system, fire protection system, BMS, etc.
- Very high energy density using dual channel compact module technology (DCCM)
- Supports back to back and side by side installations

# BESS **Container**
# 5,015 MWh

Liquid-cooled battery storage system based on prismatic LFP cells with very high cyclic lifetime




| GENERAL | |
|---|---|
| Battery Type | HiTHIUM LFP314-2P52S |
| No. of Battery Modules | 48 (6 x 8)<br>with DCCM Technology |
| Configuration | 12P416S |
| Cooling Method | Liquid Cooling |
| BMS Communication | CAN, RS485, Ethernet |
| Gravimetric | > 111 Wh/kg |
| Volumetric | > 117 Wh/l |
| Application Altitude | ≤ 4.000 m |

| ELECTRICAL | |
|---|---|
| Nominal Voltage Container | 1.331,2 V |
| Operating Voltage Container | 1.040 … 1.497,6 V |
| Nominal Energy Container | 5.015,96 kWh [1, 2] |
| Nominal SOC at delivery | 27 % [2] |
| Nominal Charge/Discharge Rate | 0,5 P / 0,5 P |
| Round Trip Efficiency | > 94 % |

*[1] 0,5 P / 0,5 P*
*[2] 25°C +/- 2,0*
*[3] ambient temperature*

| MECHANICAL | |
|---|---|
| Dimensions (L x W x H) | 6.058 x 2.438 x 2.896 mm |
| Weight Container (20 ft.) | < 45.000 kg |
| Protection Level | IP 55 |

| TEMPERATURE RANGE | |
|---|---|
| Operating | -30 °C … 55 °C [3] |
| Storing (recommended) | -20 °C … 35 °C [3] |

| PRODUCT CERTIFICATIONS | |
|---|---|
| Certificates and Reports | IEC 62619, IEC 62477,<br>IEC 63056, IEC 61000,<br>UL 1973, UL 9540A,<br>NFPA 855, UN 38.3 |

| ENVIRONMENTAL | |
|---|---|
| Compliance | ROHS, REACH |
| | Cobalt free |

| COMPANY CERTIFICATIONS |
|---|
| ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 |

**HiTHIUM Energy Storage Technology Deutschland GmbH**
Website: https://hithium.com | Email: Contact@hithium.de
Address: Landsberger Str. 155, 80687 Munich, Germany

**Xiamen HiTHIUM Energy Storage Technology Co., Ltd.**
Address: HiTHIUM Industrial Park, Tongxiang High-Tech Zone, Xiamen, Fujian, China | Email: hithium@hithium.com

Document is subject to regular updates, corrections, and improvements.
Kindly check you are using latest version.

# ANEJO 03.- ESTUDIO HÍDRICO

Av. Andalucía, 189. 29751 Caleta de Vélez. tlf: 654 955 808 - adorado.iccp@gmail.com

TITULO:

# ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

AUTOR: ANTONIO DORADO CALVO INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. COLEGIADO Nº 31.721

FECHA DE REDACCION: DICIEMBRE 2025



# ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

**Vélez-Málaga, diciembre de 2025**

# ÍNDICE

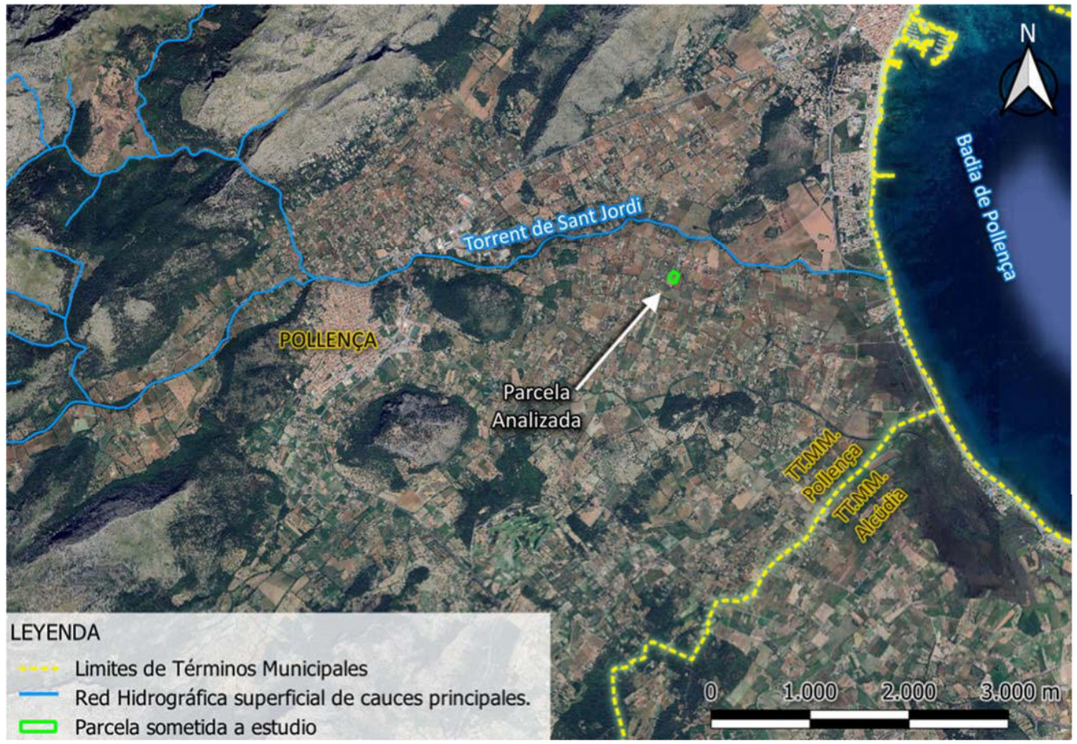

1. INTRODUCCIÓN 3
   1.1 Titular 3
   1.2 Redactor 3
2. CONDICIONANTES LEGALES Y MARCO NORMATIVO 3
   2.1 Normativa general. 3
   2.2 Normativa autonómica (Illes Balears). 3
3. ASPECTOS NORMATIVOS 4
4. PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN Y COMPETENCIAS DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA Y ADMINISTRACIONES LOCALES 5
5. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 5
6. OBJETIVO 6
7. METODOLOGÍA 6
8. DATOS DE PARTIDA Y BIBLIOGRAFÍA 6
9. RED HIDROGRÁFICA SUPERFICIAL DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO 6
10. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL ESTUDIO 8
11. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LA RED DE DRENAJE PRINCIPAL 8
   11.1 Consideraciones Generales. 8
   11.1 Máxima Crecida Ordinaria. 8
   11.2 Cartografía. 9
   11.3 Estudio de Cuencas. 10
   11.4 Superficie de la Cuenca y Parámetros Físicos. 10
   11.5 Tiempo de concentración. 11
   11.6 Precipitaciones máximas para distintos períodos de retorno. 11
   11.7 Coeficiente de escorrentía y estimación del umbral de escorrentía. 12
   11.8 Corrección del umbral de escorrentía. 12
   11.9 Intensidad de precipitación. 14
   11.10 Caudales según método 5.2 I.C. 15
12. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE PRINCIPAL 15
   12.1 Fundamentos del Modelo HEC-RAS. 15
   12.2 Simulación hidrodinámica del cauce. 17
      12.2.1 Cartografía. 17
      12.2.2 Parámetros del Modelo 17
      12.2.3 Asignación Coeficientes de Rugosidad 18
      12.2.4 Condiciones de contorno 20
      12.2.5 Condiciones iniciales 21
      12.2.6 Condiciones internas 21
   12.3 Resultados del modelo hidráulico de la red de drenaje principal en el ámbito de actuación 24
   12.1 Diagnosis de resultados 25
   12.2 Zona de Flujo Preferente 25
13. CONSIDERACIONES FINALES 27
15. ANEXO I: RESUMEN HIDROLÓGICO 28
   15.1 Tiempo de concentración. 28
   15.2 Intensidades medias de precipitación 28
   15.3 Coeficiente de escorrentía 28
   15.4 Caudales. 28
16. ANEXO II: PLANOS 28

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este documento, es el **Estudio Hidrológico e Hidráulico del Torrent de Sant Jordi, a su paso por las Parcela 312, Polígono 3, en el Término Municipal de Pollença (Mallorca)**, a fin de conocer las condiciones de dicho cauce natural, existente en el entorno de la parcela sometida a estudio, y así servir de documentación técnica para el análisis de su posible afección.

La redacción del presente estudio surge del interés del promotor de realizar nuevas instalaciones de almacenamiento energético en la citada parcela, de referencia catastral: 07042A00300312, situada en el municipio de Pollença, la cual se encuentra confinada entre la Badia de Pollença, al este, el bosque de Santuiri al oeste, y las carreteras de carácter secundario MA-2200 y MA-2202 al norte y sur respectivamente, conforme se puede observar en la siguiente ilustración:

*Ilustración 1. Planta de situación de parcela sometida a estudio.*




Por tanto, resulta indispensable conocer el estado de dicha parcela en materia de inundabilidad, que permita analizar posibles afecciones, soluciones técnicas, en su caso, atendiendo a lo marcado por la normativa vigente, de cara a obtener los permisos necesarios y lograr el objetivo perseguido.

Bajo este contexto, **ODS Innovación Energética 1, S.L.,** que gestiona el proyecto de las nuevas instalaciones mencionados, cuenta con los servicios de Antonio Dorado Calvo para el desarrollo de los trabajos aquí incluidos, y, por consiguiente, es objeto de este documento, del que la presente es su Memoria, ser el Estudio Hidrológico e Hidráulico que arroje los límites administrativos necesarios para realizar los procedimientos pertinentes con la Administración.

### 1.1 Titular

Se redacta la presente memoria por encargo de **ODS Innovación Energética 1, S.L.,** con Código de Identificación Fiscal **B-44884526** y domicilio social en **Avenida Averroes, 8, mód. 409, 41020 Sevilla.**

### 1.2 Redactor

Redacta el presente Estudio Hidrológico e Hidráulico, el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Antonio Dorado Calvo, con número de colegiado 31.721.

## 2. CONDICIONANTES LEGALES Y MARCO NORMATIVO

A continuación, se expone la normativa vigente en referencia a zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas de los cauces de corrientes naturales y que será adoptada como marco de referencia en el desarrollo del presente Estudio.

Cualquier omisión aquí de legislación no exime de su obligatoriedad de cumplimiento. Asimismo, la indicación, en su caso, de normativa derogada implicará la obligatoriedad de cumplimiento de la normativa que, aun sin estar explícitamente aquí indicada, la sustituya.

### 2.1 Normativa general.

**Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas**. (Definición de dominio público hidráulico, cauces, zonas inundables, obligaciones de traslado de estudios de avenidas a las administraciones competentes, etc.).

**Reglamento del Dominio Público Hidráulico (modificado): Real Decreto 665/2023, de 18 de julio**. Actualiza el Reglamento del DPH y desarrolla criterios sobre delimitación de cauces, zonas de servidumbre y cartografiado de zonas inundables (definición de zonas inundables asociadas a avenidas T=500 años, obligaciones de traslado de estudios a las administraciones, sistema nacional de cartografía, etc.)

**Reglamento de la planificación hidrológica: Real Decreto 907/2007 (y sus modificaciones, p. ej. RD 1159/2021, RD 1161/2010 según proceda)**. NORMAS SOBRE IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE MASAS DE AGUA SUPERFICIAL y uso de SIG para delimitaciones.

**Directiva 2007/60/CE (evaluación y gestión del riesgo de inundación).** Marco obligatorio para la elaboración de la evaluación preliminar, mapas de peligrosidad y riesgo, y planes de gestión del riesgo de inundación. (Obliga a coordinar mapas y planes nacionales / autonómicos y a integrar la cartografía de riesgos en la planificación).

**Plan Hidrológico de ámbito estatal y planes de demarcación:** a nivel de ejecución, las determinaciones concretas para Mallorca se encuentran en el **Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears (PHIB, ciclo 2022–2027)** aprobado por **Real Decreto 49/2023, de 24 de enero** — este es el instrumento de planificación hidrológica aplicable a Mallorca (caudales de referencia, masas de agua, medidas, áreas de riesgo potencial significativo, etc.). Para cualquier estudio en Pollença se deberán consultar y aplicar las prescripciones y caudales del PHIB.

### 2.2 Normativa autonómica (Illes Balears).

- **Plan Hidrológico de les Illes Balears (PHIB) 2022–2027 (aprobado RD 49/2023).** Es el plan hidrológico que contiene la caracterización de masas, caudales de referencia y medidas de gestión aplicables en la demarcación de les Illes Balears; las determinaciones hidrológicas del PHIB son esenciales para la justificación técnica (caudales, ARPSIs, mapas de peligrosidad).
- **Portal del Aigua – Normativa y cartografía de les Illes Balears (CAIB).** El Govern de les Illes Balears (CAIB) gestiona la información sobre evaluación y gestión del riesgo de inundación en el territorio autonómico: mapas de peligrosidad/riesgo, mapa d'episodis d'inundacions (historical episodes 2018–2024), documentación para ARPSIs y directrices autonómicas.

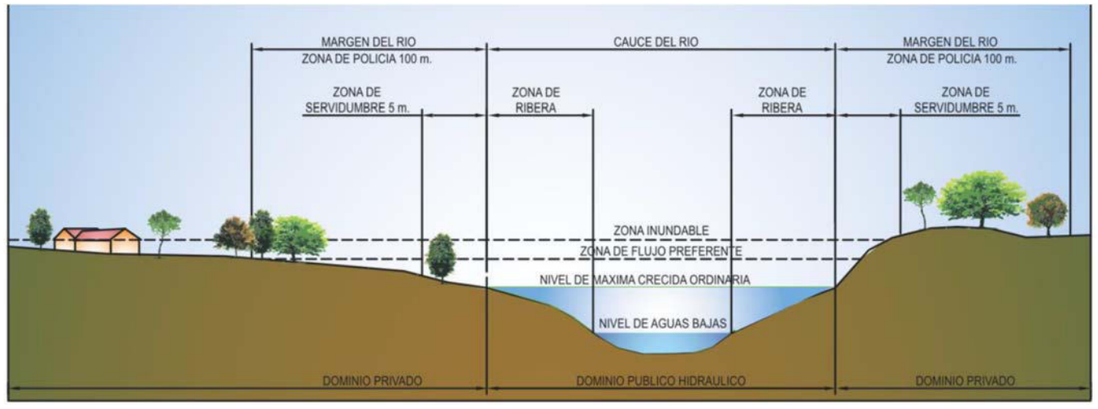
- **Pla Especial de Protecció Civil davant el Risc d'Inundacions (INUNBAL).** Instrument autonòmic de protecció civil frente a inundaciones en Illes Balears; su articulado y protocolos (activación de fases, medidas de emergencia y coordinación) son relevantes para la evaluación de riesgo, planificación de medidas y coordinación con Protecció Civil.
- **Ordenación del territorio insular (Consell de Mallorca – PTI / PTIM) y normativa autonómica complementaria**. Los instrumentos de ordenación territorial de Mallorca (normas del Pla Territorial Insular de Mallorca — PTIM/Normes d'ordenació) y las políticas autonómicas sobre usos del suelo incorporan mapas de riesgo que condicionan usos en zonas inundables.

## 3. ASPECTOS NORMATIVOS

Por su propia naturaleza, el problema de las inundaciones es de gran complejidad, viéndose afectado por cuestiones hidrológicas, meteorológicas, territoriales, socioeconómicas y medioambientales. Ante cualquier actuación se deberán tener en cuenta, en la medida que corresponda su aplicación en cada caso, los preceptos relativos a:

- **Zonas de Servidumbre**: Respetará una franja de 5 m de anchura paralelas a los cauces para permitir el uso público regulado en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RD 849/86 de 11 de abril), con prohibición de edificar y plantar especies arbóreas sobre ellas. (art.6 al 8 del Reglamento).
- **Zonas de Policía**: Obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca, para efectuar en la banda de 100 metros de anchura paralelas a los cauces para las actuaciones que se contienen en los artículos 6 al 9 y 78 al 82 del Reglamento.
- **Zonas Inundables**: Para proteger a personas y bienes, los planes de expansión deberán respetar las áreas inundables, de acuerdo con el art. 28.2 del Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001 de 5 de julio) deberán delimitarse dichas zonas inundables por las Administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo.
- **Cauces de Dominio Público Hidráulico**. Obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca para el uso o las obras dentro del cauce público (art. 51 al 77; 126 al 127 y 136 del Reglamento).

*Ilustración 2. Zonificación del espacio fluvial.*




El **Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears (PHIB) 2022–2027** y la **revisión/actualización del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de la misma demarcación** constituyen la base técnica y normativa para la identificación de zonas de riesgo, la definición de medidas de prevención y las limitaciones de uso en zonas inundables en el municipi de **Pollença (Mallorca)**. Estos instrumentos, junto con el Texto Refundido de la Ley de Aguas y la normativa estatal sobre dominio público hidráulico, determinan los criterios de compatibilidad de usos y las medidas de protección aplicables al caso concreto.

En particular, y sin perjuicio de las determinaciones específicas que puedan establecer el **Govern de les Illes Balears**, el **Consell de Mallorca** o el **Ajuntament de Pollença**:

1. Durante la vigencia del Plan Hidrológico de la Demarcación, para la gestión del riesgo de inundación y la regulación de usos en zonas inundables serán de aplicación, con carácter preferente, el **Texto Refundido de la Ley de Aguas (R.D. Legislativo 1/2001, de 20 de julio)**, el **marco regulatorio para la gestión del riesgo de inundación (Real Decreto 903/2010)**, el Reglamento del Dominio Público Hidráulico y el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación correspondiente a la demarcación, así como el resto de normativa estatal, autonómica y local aplicable. En todo caso, los actos administrativos y autorizaciones deberán respetar las determinaciones y medidas derivadas del PHIB y del PGRI de les Illes Balears.

2. **Ámbitos con estudio hidrológico-hidráulico local (p. ej. en Pollença).**

   a) En tramos de cauce o zonas donde exista **estudio hidrológico e hidráulico** (documento técnico debidamente justificado y suscrito por técnico competente) pero no se haya formalizado administrativa y gráficamente la delimitación de la **zona de flujo preferente**, la aplicación de la regulación de usos deberá apoyarse en dicho estudio y, con carácter supletorio y preventivo, en delimitaciones basadas en avenidas con periodos de retorno que garanticen la seguridad de personas y bienes. Habitualmente se considerarán, como referencia mínima, avenidas con **T = 100 años** y **T = 500 años** para valorar vulnerabilidad y medidas, salvo que el organismo de cuenca o la normativa aplicable establezcan otros criterios técnicos distintos.

   b) Cuando se empleen delimitaciones derivadas de estudios locales, estas deberán ponerse en correspondencia con la cartografía oficial disponible —en particular la incluida en el **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)**— y con la cartografía insular/municipal (Consell de Mallorca / Ajuntament de Pollença), a fin de asegurar coherencia entre las diferentes escalas cartográficas y administrativas.

3. **Condiciones para autorizaciones excepcionales o nuevas implantaciones en suelos urbanizados o parcelas afectadas por riesgo de inundación (en Pollença):** cualquier autorización excepcional para usos industriales, de servicios, o infraestructuras deberá justificar técnicamente, como mínimo, que:
   a) No incrementa la vulnerabilidad de personas o bienes frente a avenidas, acreditando medidas de diseño constructivo y operativas (cimientos o plataformas elevadas, estanqueidad de elementos críticos, refuerzos estructurales, etc.).
   b) No aumenta la inundabilidad en el entorno ni aguas abajo, ni dificulta las medidas de defensa hidráulica. Esta exigencia deberá documentarse mediante **estudios hidrológicos e hidráulicos comparativos (estado previo / estado proyectado)** en los que se modelicen los caudales y las láminas de agua para los periodos de retorno relevantes y se analicen efectos aguas arriba y aguas abajo.

   c) Se implantan medidas de autoprotección y operatividad (accesos seguros, planes de evacuación, protección y elevación de elementos críticos para periodos de retorno elevados —por ejemplo hasta T = 500— mediante elevación, barreras, sistemas de estanqueidad o alternativas funcionales), y se garantiza la continuidad de servicios esenciales y la posibilidad de intervención en emergencias.

4. **Cartografía como referencia técnica vinculante.** Los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación aprobados para la demarcación (incorporados al SNCZI) y la cartografía insular/municipal que resulte aplicable en el municipio de **Pollença** constituirán la base técnica para valorar la viabilidad de proyectos y fijar las condiciones que deban imponerse en cualquier autorización, licencia urbanística o trámite de compatibilidad sectorial. En supuestos en que exista discordancia entre cartografías (ej. cartografía municipal vs. mapas del PGRI/SNCZI), la resolución deberá motivarse técnica y jurídicamente, priorizando las determinaciones más protectoras para personas y bienes hasta que se alcance una revisión o actualización cartográfica oficial.

## 4. PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN Y COMPETENCIAS DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA Y ADMINISTRACIONES LOCALES

Por otra parte, centrado el marco normativo que atañe a este caso concreto, es necesario establecer los protocolos de actuación de las distintas administraciones, en relación a sus competencias. Así, se hace uso de la **Guía Técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial**.

Se exponen, a continuación, las dos siguientes tablas resumen que establecen las potestades de la Administración en función de la zona de que se trate:

*Ilustración 3. Competencia de los Organismos de Cuenca en función de la Zona de que se trate en la que se plantea el desarrollo.*

| Zona | Competencia de los Organismos de cuenca (administraciones hidráulicas) | Observaciones |
|---|---|---|
| Dominio Público Hidráulico *(superficie inundada en máximas crecidas ordinarias)* | Delimitación y autorización de cualquier actividad que en los términos del TRLA quiera ejecutarse. | Solo pueden autorizarse actuaciones para aprovechamiento del agua o que no afecten a terceros. (art. 50 y 51 TRLA) |
| Zona de policía (ZP) *(100 metros a cada lado del dph)* | Autorización de las actividades que fija el artículo 9 del RDPH que, en general, son las que puedan suponer obstáculos para la corriente en régimen de avenidas o que puedan ser causa de deterioro del estado del dph.<br>Los OOCC emitirán informe en los términos del artículo 25 del TRLA, teniendo en cuenta, junto con la disponibilidad de agua y afecciones a la calidad del agua, las limitaciones de usos del suelo establecidas para la ZFP y para la zona inundable. | Normativa ya incluida en la redacción inicial de la Ley de Aguas de 1985 y completada en el texto refundido de la Ley de Aguas de 2001 (modificado por la Ley 11/2005). |
| Zona de flujo preferente (ZFP) *(ancho variable en función de la zona inundable de 100 años)* | Sólo podrán ser autorizadas por los OOCC en ZP aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas, en los términos previstos en los artículo 9 bis, 9 ter y 9 quater del RDPH.<br>Si la ZFP es de mayor extensión que la ZP los OOCC emitirán igualmente informe en los términos del artículo 25.4 del TRLA.<br>Los OOCC pueden ampliar la ZP para incluir la ZFP, tramitando un expediente con información pública (art 9.3 del RDPH). Solo en este caso, tendrán que autorizar los usos en la ZFP más allá de los 100 metros de la ZP. | Introducida por modificación al RDPH en el año 2008 y completada en 2016.<br>La modificación de los límites de la zona de policía solo podrá ser promovida por la Administración General del Estado, autonómica o local. |
| Zona inundable (500 años) | Los OOCC fuera de la ZP y ZFP no tienen competencias para autorizar ninguna actuación.<br>Únicamente emiten informe al planeamiento según el 25.4 del TRLA que vele por el cumplimiento de la normativa de aguas. | Este informe no será necesario para los actos o planes derivados si el correspondiente planeamiento ha sido informado ya por el Organismo de cuenca y ha recogido las oportunas previsiones formuladas al efecto. |

Obsérvese que los OOCC, fuera de Zona de Policía y Zona de Flujo Preferente no tienen competencias para autorizar ninguna actuación. Sólo emiten informe al planeamiento.

*Ilustración 4. Autorizaciones e Informes por parte de los OOCC en función de las Zonas donde se plantea el desarrollo.*

| Zona | Autorización por parte del OC en zona de policía (artículo 6 del TRLA) | Informe del OC sobre planeamiento urbanístico (artículo 25.4 del TRLA) |
|---|---|---|
| 1: Zona de flujo preferente dentro zona de policía. | Sí es necesaria.<br>Se informa conforme a los artículos 9 bis, 9 ter o 9 quater. | Se informa conforme a los artículos 9 bis, 9 ter o 9 quater.<br>Régimen de corrientes: si se aumenta el tamaño de la ZFP será desfavorable. |
| 2: Zona inundable dentro de zona de policía. | Sí es necesaria.<br>Se informa conforme al artículo 14 bis. | Se informa conforme al artículo 14 bis. |
| 3: Zona de flujo preferente fuera de zona de policía. | No es necesaria.<br>Si se solicita autorización al OC se comunicará que no es necesaria y se analizará el caso advirtiendo de la viabilidad o no de la actuación. | Si se prevé un uso incorrecto del suelo conforme a los artículos 9 bis, 9 ter o 9 quater se advertirá en el informe.<br>Régimen de corrientes: si se aumenta el tamaño de la ZFP será informe desfavorable. |
| *4: Zona inundable fuera de zona de policía.* | No es necesaria.<br>Si se solicita autorización al OC se comunicará que no es necesaria y se analizará el caso advirtiendo de la viabilidad o no de la actuación. | Si se prevé un uso incorrecto del suelo conforme al artículo 14 bis se advertirá en el informe. |

Véase que, fuera de cualquier Zona Inundable no resultaría necesario solicitar autorización al O.C.

## 5. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Tal y como se ha indicado anteriormente, la parcela objeto de análisis, de referencia catastral: 07042A00300312, se ubica al este del Término Municipal del municipio de Pollença, concretamente a unos 3km de su núcleo, y se encuentra confinada entre la Badia de Pollença, al este, el bosque de Santuiri al oeste, y las carreteras de carácter secundario MA-2200 y MA-2202 al norte y sur respectivamente.

*Ilustración 5. Situación del ámbito analizado.*

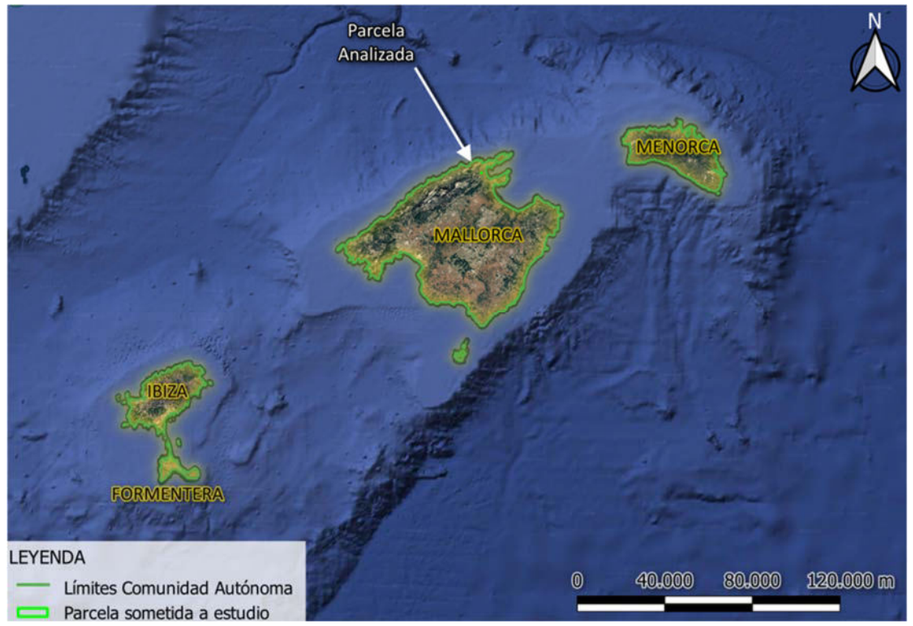
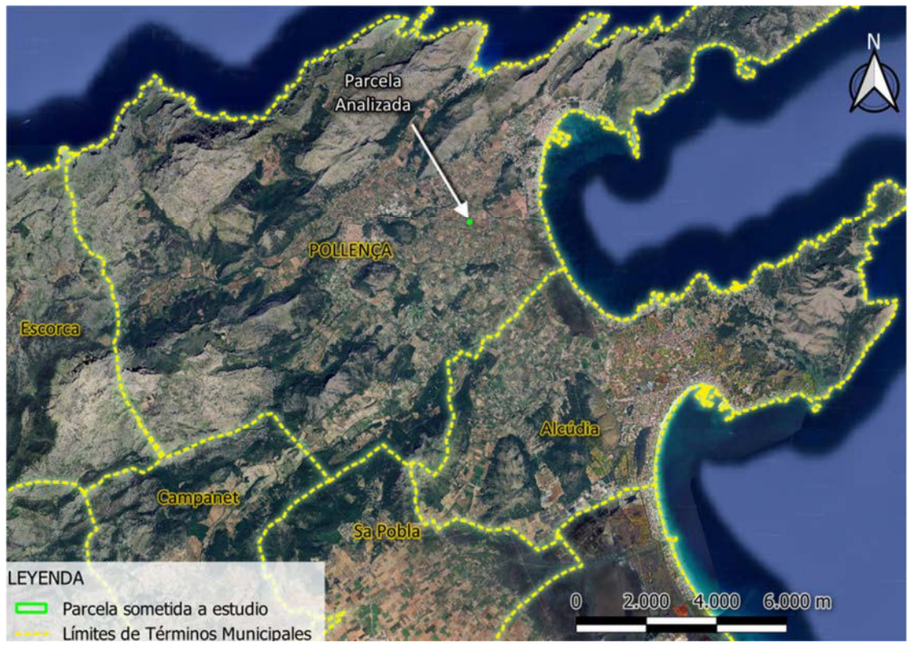


*Ilustración 6. Situación del ámbito analizado.*




## 6. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es efectuar la caracterización hidrológica e hidráulica del entorno de las parcelas, para poder estimar el comportamiento del flujo y las afectaciones de inundación que pueden producir las crecidas estimadas, y de ahí servir de base para el marcaje de los límites administrativos.

Esta caracterización consiste en:

- Identificación de la red hidrográfica en el ámbito de estudio.
- Análisis de la interferencia entre la red hidrográfica y la instalación.
- Determinación del procedimiento de estudio más apropiado.
- Delimitación de las cuencas de escorrentía correspondientes a la red de drenaje.
- Caracterización hidrogeológica de las cuencas de escorrentía consideradas.
- Caracterización pluviométrica en las cuencas de escorrentía consideradas.
- Modelización hidráulica para el análisis del comportamiento del flujo superficial en el ámbito de la instalación.

## 7. METODOLOGÍA

La metodología a seguir es la siguiente:

- A partir de los datos de partida de terreno se procederá a la creación de su modelo digital en torno al ámbito sometido a estudio, a partir del cual, mediante la aplicación de herramientas GIS, se generará la red de drenaje del entorno y las cuencas vertientes que intervienen.
- Se analizará tanto las dimensiones de las mencionadas cuencas, como la interacción de esta red de drenaje con los límites del ámbito de las parcelas, de modo que como resultado de este análisis se establecerá cuál es el proceso más adecuado para el estudio hidrológico e hidráulico.
- Seguidamente se procederá a la caracterización en base a sus características fisiográficas y pluviométricas.
- A continuación, se procederá a establecer el ámbito y procedimiento del análisis hidráulico del ámbito que permita caracterizar el comportamiento del flujo en toda la extensión del mismo. Esta caracterización del comportamiento del flujo se realizará mediante el desarrollo de un modelo hidráulico.

Este análisis se efectuará para escenarios de recurrencia correspondientes a **10**, **100** y **500** años de periodo de retorno, de manera que se obtendrán las superficies inundables en cada escenario en el ámbito de la citada parcela.

## 8. DATOS DE PARTIDA Y BIBLIOGRAFÍA

Para la realización del presente estudio se parte de las siguientes fuentes de información:

- Sede Electrónica de Catastro.
- Fotogramas y ortofotografías de vuelos:
  - PNOA MÁXIMA ACTUALIDAD.
  - Google Maps y Google Earth
- Modelos Digitales de Elevaciones:
  - MDT02 PASO DE MALLA DE 2X2 (Instituto Geográfico Nacional).
  - Nubes de puntos LIDAR.
- Red Hidrográfica Superficial:
  - Mapa Topográfico de España (1:25.000) (IGN).
  - Visualizador de Información Geográfica de Referencia de Hidrografía (Instituto Geográfico Nacional) y fuentes de la Administración General del Estado (Dirección General del Agua DGA, Instituto Hidrográfico de la Marina IHM, etc.).
  - Visor de l'Aigua – Direcció General de Recursos Hídrics (Conselleria de la Mar i del Cicle de L'Aigua).
  - Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) – Inventario de presas y embalses (IPE) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
  - El Centro de Descargas (CdD) - Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) desde donde se han descargado ficheros digitales de carácter geográfico generados por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Usos de suelo
  - Mapa ocupación suelo Corine Land Cover 2018.
- CauMax (Mapa de caudales máximos).

También se ha tomado en consideración la siguiente bibliografía:

- Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras (2018).
- Estimación de la intensidad máxima para una duración y período de retorno determinados en la España peninsular.
- Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

## 9. RED HIDROGRÁFICA SUPERFICIAL DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO

La zona de estudio se ubica dentro de la **Demarcación Hidrográfica Islas Baleares**. Concretamente, se sitúa en el ámbito hidrológico del Torrent de Sant Jordi. El Instituto Geográfico Nacional dispone de información vectorial de los elementos hidrográficos. Entre toda ella, es de interés la red de principales cursos fluviales.

El Instituto Geográfico Nacional dispone de información vectorial de los elementos hidrográficos, siendo, de entre toda ella, la de mayor interés, la red de principales cursos fluviales. Pues bien, según esta fuente de información, la zona analizada no es interceptada por ningún cauce principal, siendo el más cercano, el Torrent de Sant Jordi, a unos 400m de distancia, tal y como se muestra a continuación.

Cabe destacar que existe información oficial disponible sobre estudios de zonas inundables. En cumplimiento de la Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión del riesgo de inundación, el organismo estatal competente ha desarrollado el **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)** como instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención del riesgo, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

El SNCZI reúne y visualiza los estudios de zonas inundables elaborados por la Administración General del Estado y por las Comunidades Autónomas. En la consulta a su visor, se ha comprobado que, para el tramo objeto de este estudio, no existe lamina de inundación delimitada incorporada a la cartografía de referencia del proyecto. En contrapartida, el **Visor de l'Aigua** del Govern de les Illes Balears muestra una mancha de inundación que alcanza, por unos pocos metros, la parcela analizada en escenario de **baja probabilidad/excepcional** (periodo de recurrencia ≈ **T = 500 años**), con profundidades muy reducidas según la simbología del visor (orden de centímetros, aproximadamente 0,1–0,3 m).

En contraste, como se verá más adelante, este estudio hidrológico-hidráulico, realizado con la metodología y los datos detallados, no detecta inundación sobre la parcela objeto de análisis, quedándose la lámina de inundación colindante a su perímetro, tal y como se puede ver en epígrafes posteriores. Esta discrepancia entre la cartografía del visor y los resultados del modelado local puede obedecer a diferencias en la resolución del Modelo Digital del Terreno (MDT), en las condiciones de contorno y calibración, en las hipótesis de caudal empleadas, en la inclusión o modelización de elementos de infraestructura (puentes, desagües, canales) o en la consideración de escenarios climáticos.

Por tanto, y sin perjuicio de la potestad de la Administración competente para adoptar decisiones o exigir matizaciones, se propone:

1. Considerar la cartografía del SNCZI y del Visor de l'Aigua como referencia preventiva y de carácter indicativo.
2. Basar la evaluación técnica de inundabilidad de la parcela en el presente estudio hidrológico-hidráulico local, que incorpora modelado detallado y justificación de supuestos.
3. Recomendar, si la administración lo estima preciso, medidas de carácter preventivo y de autoprotección proporcionales al riesgo residual.

Finalmente, se advierte que la decisión administrativa sobre la consideración vinculante de la cartografía del SNCZI o del Visor de l'Aigua corresponde a las autoridades competentes (Govern de les Illes Balears / Consell de Mallorca / Ajuntament), por lo que este informe aporta la fundamentación técnica para la valoración y, en su caso, para la tramitación de las autorizaciones pertinentes.

*Ilustración 7. Ubicación del ámbito de estudio en su Demarcación Hidrográfica.*

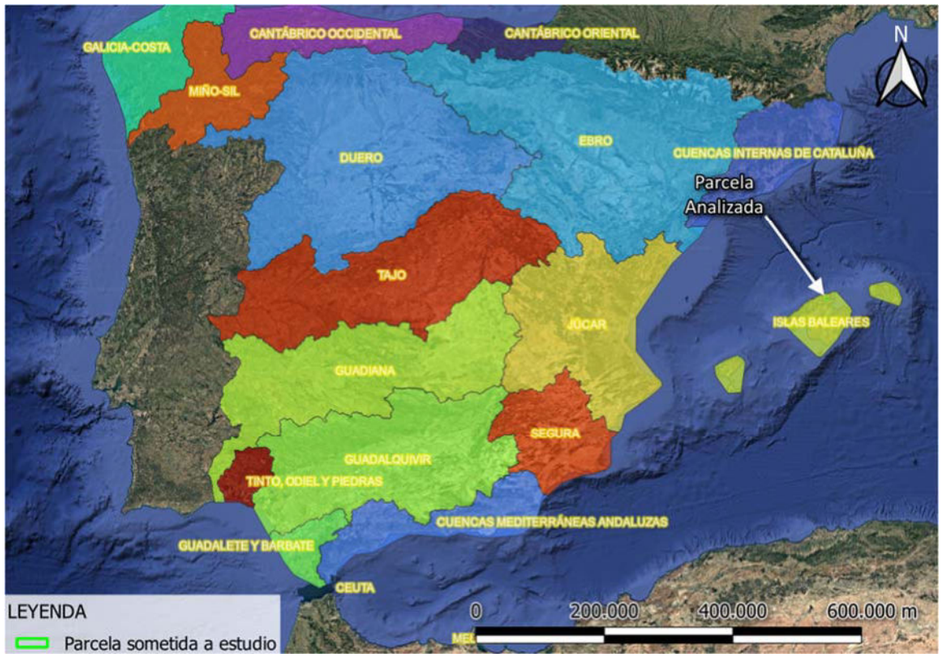



*Ilustración 8. Red de drenaje principal en el ámbito de estudio (fuente: CNIG).*

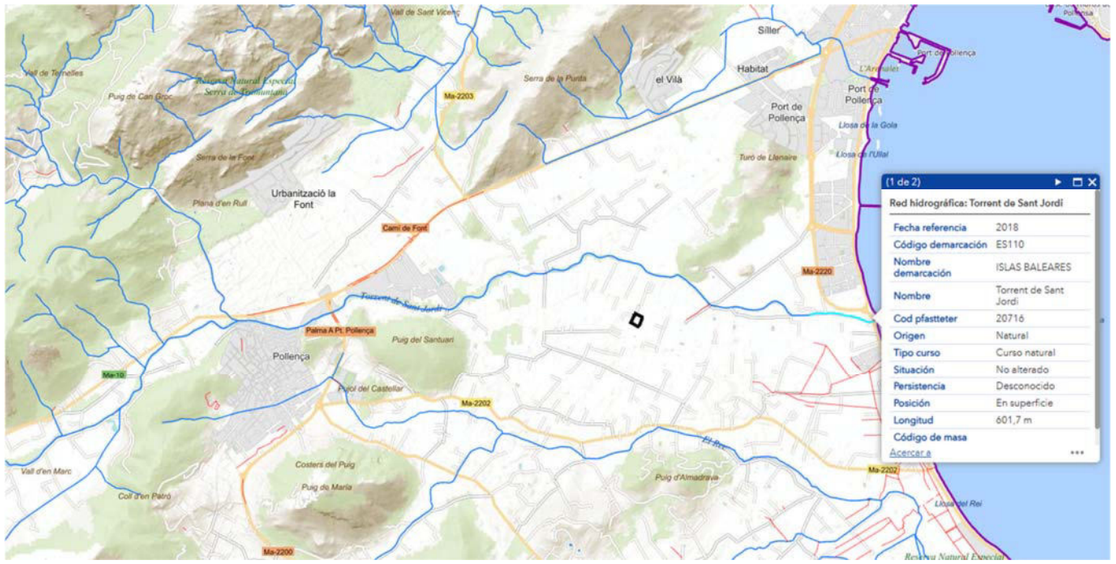
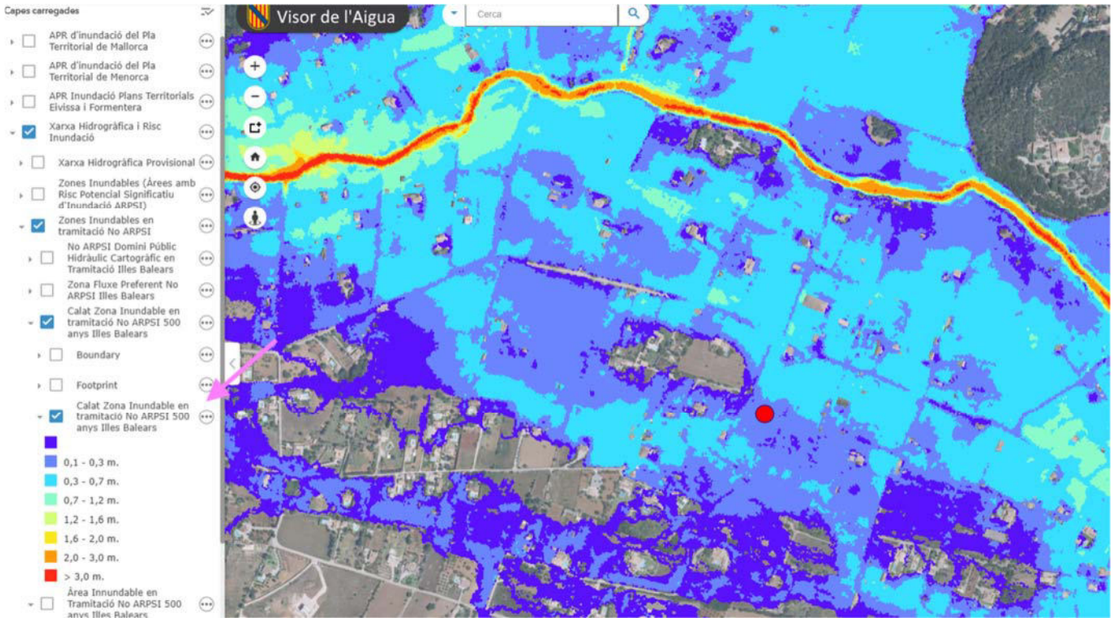



*Ilustración 9. Lámina de inundación para T=500 años – parcela simbolizada con punto rojo (fuente: Visor de l'Aigua).*



## 10. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL ESTUDIO

Se plantea el siguiente desarrollo del estudio:

- **Estudio hidrológico** del eje de la red de drenaje principal. El objeto es caracterizar, a nivel hidrogeológico y pluviométrico, sus cuencas asociadas y así establecer los caudales de escorrentía que cada una de ellas aportará al citado ámbito.
- **Análisis hidrológico-hidráulico** en base a una modelización combinada hidrológica-hidráulica en la que se considera la cuenca de aportación de caudales correspondiente a la red de drenaje principal mencionada.

## 11. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LA RED DE DRENAJE PRINCIPAL

El estudio o caracterización hidrológica tiene por objetivo la delimitación, identificación y caracterización morfológica, hidrológica y pluviométrica, de las vertientes asociadas a la red de drenaje que interfiere directamente con la extensión sometida a análisis.

El análisis hidrológico constituye la base sobre la que se construyen las condiciones de contorno del modelo hidráulico. En este apartado se justifica la elección de caudales de entrada, su distribución temporal y espacial, así como las limitaciones derivadas de los datos disponibles.

Los cauces que se examinan en el presente documento son:

- Torrent de Sant Jordi.

El caudal máximo anual correspondiente a un determinado período de retorno *QT,* se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información, se debe calcular a través de las diferentes metodologías establecidas en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, publicada en el B.O.E el martes 05 de junio de 2018.

A los efectos de esta norma se consideran los siguientes métodos de cálculo de caudales:

- **Racional**: Supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. No tiene en cuenta:
  - Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
  - Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
  - Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
  - Aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
  - Caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

Cuando se aplique el método racional se debe comprobar que ninguno de estos factores pueda resultar relevante.

- **Estadístico**: Se basa en el análisis de series de datos de caudal medidos en estaciones de aforo u otros puntos. Dichas series se pueden complementar con datos sobre avenidas históricas.
- **Otros métodos hidrológicos**: que deben ser adecuados a las características de cada cuenca.

La elección del método de cálculo más adecuado a cada caso concreto debe seguir el siguiente procedimiento:

- En cuencas de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados (A < 50 km2):
  - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.
  - Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional.
- En cuencas de área superior o igual a cincuenta kilómetros cuadrados (A ≥ 50 km2):
  - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.
  - Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos:
    - Cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas, se utilizará el método estadístico.
    - Cuando los caudales no puedan estimarse a partir de estaciones de aforo, se deben aplicar métodos hidrológicos adecuados a las características de la cuenca, que se deben contrastar con la información de que se disponga sobre caudales de avenida. En la realización de estos estudios se tendrá en cuenta la información disponible sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación.

Bajo el escenario del presente Estudio, se puede afirmar que, el anterior cauce tiene una superficie de cuenca vertiente menor de 50 km2.

Por su parte, no se ha encontrado información de caudales máximos en ninguna fuente de la administración. Por consiguiente, atendiendo a lo dictado por la citada Norma 5.2-IC, utilizará el citado **Método Racional** para obtener los caudales de cálculo.

Por tanto, en el presente apartado se desarrolla el proceso de cálculo de caudales de la cuenca identificada anteriormente, mediante la aplicación del Método Racional descrito en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, publicada en el B.O.E el martes 05 de junio de 2018.

### 11.1 Consideraciones Generales.

A los efectos de la citada norma, se ha considerado el siguiente método de cálculo de caudales:

Método Racional: Supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

No tiene en cuenta:

- Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
- Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
- Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- Aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
- Caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

A la vista de las características de la zona de estudio, por su orografía, hidrografía y tras las visitas realizadas a la zona de estudio se ha podido comprobar que ninguno de estos puede resultar relevante, por lo que se puede aplicar el Método Racional.

La elección del método de cálculo racional como el más adecuado para la zona de estudio queda reforzado debido a que la cuenca analizada tiene un área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados ($A$ < 50 km²).

### 11.1 Máxima Crecida Ordinaria.

El artículo 4 de la Ley de Aguas establece que el **caudal de la máxima crecida ordinaria** es la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente

Como método empírico para la obtención del período de retorno característico de la M.C.O. ha sido consultada la publicación del CEDEX en sus Jornadas Técnicas sobre Caudales Máximos en donde se divide la península en regiones con homogeneidad estadística. No obstante, cabe señalar que para las Islas Baleares no hay información a este respecto, por lo que, siendo conservadores, se ha estimado fijarla en 10 años.

Teniendo en cuenta que, tras un análisis de la covarianza en el resto de regiones de la península, esta publicación propone

estimar el período de retorno asociado a la Máxima Crecida Ordinaria el producto siguiente:

$$T_{MCO} = 5 \times C_v$$

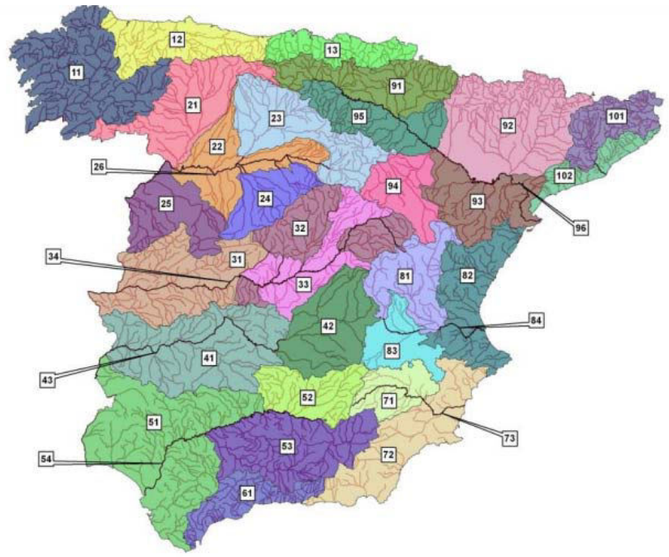
Y ninguna de las citadas regiones quedan por debajo de 7 años de Periodo de Retorno, es de esperar que, con las condiciones pluviométricas de la zona sometida a estudio, asociando un Periodo de Retorno de 10 años para la M.C.O. significaría adoptar un punto de vista conservador.

Además, siguiendo las recomendaciones y criterios expuestos en los "Aspectos a tener en cuenta para la redacción de estudios hidrológicos e hidráulicos destinados a las diferentes figuras del planeamiento", se establece el Dominio Público Hidráulico a partir del caudal asociado al **periodo de retorno de 10 años**, posicionándonos más si cabe del lado de la seguridad. Así pues, este ha sido el periodo considerado para tal limite administrativo.

*Ilustración 10. Tabla con los valores estimados de Cv y TMCO para cada una de las regiones estadísticas consideradas.*

| Región | $C_V$ | $T_{MCO}$ |
|---|---|---|
| 11 | 0,59 | 3,0 |
| 12 | 0,54 | 2,5 |
| 13 | 0,54 | 2,5 |
| 21 | 0,48 | 2,5 |
| 22 | 1,15 | 6,0 |
| 23 | 0,66 | 3,5 |
| 24 | 0,75 | 4,0 |
| 25 | 0,75 | 4,0 |
| 26 | 0,81 | 4,0 |
| 31 | 0,79 | 4,0 |
| 32 | 0,79 | 4,0 |
| 33 | 1,04 | 5,0 |
| 34 | 0,76 | 4,0 |
| 41 | 1,20 | 6,0 |
| 42 | 1,05 | 5,5 |
| 43 | 0,83 | 4,0 |
| 51 | 0,96 | 5,0 |
| 52 | 0,74 | 3,5 |
| 53 | 1,12 | 5,5 |
| 54 | 0,66 | 3,5 |
| 61 | 1,09 | 5,5 |
| 71 | 1,13 | 5,5 |
| 72 | 1,44 | 7,0 |
| 73 | 1,07 | 5,5 |
| 81 | 0,87 | 4,5 |
| 82 | 1,21 | 6,0 |
| 83 | 1,19 | 6,0 |
| 84 | 0,88 | 4,5 |
| 91 | 0,47 | 2,5 |
| 92 | 0,70 | 3,5 |
| 93 | 1,36 | 7,0 |
| 94 | 1,04 | 5,0 |
| 95 | 0,69 | 3,5 |
| 96 | 0,50 | 2,5 |
| 101 | 0,91 | 4,5 |
| 102 | 1,39 | 7,0 |

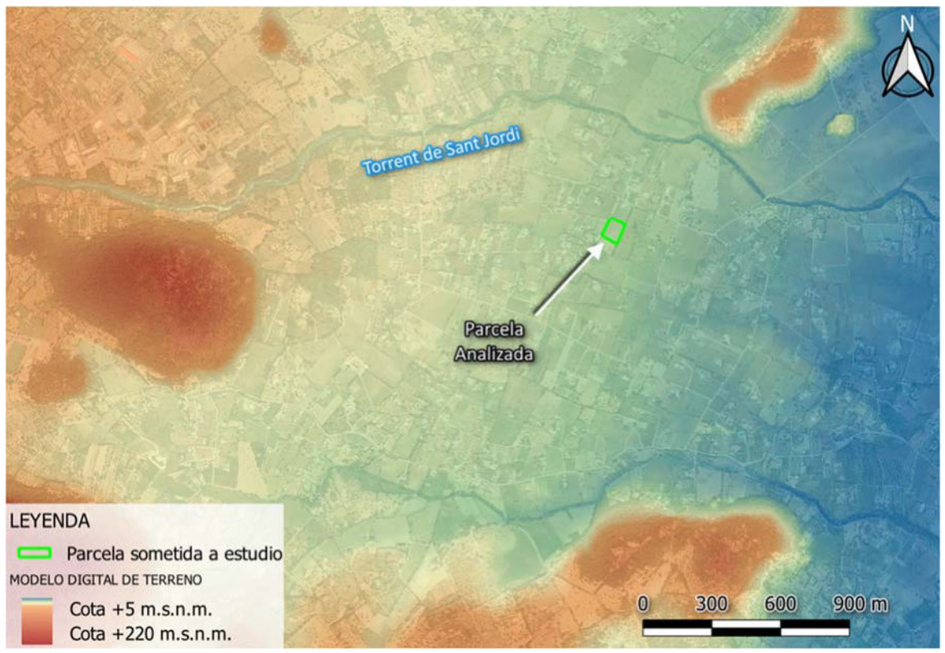
*Ilustración 11. Mapa regional con homogeneidad estdística.*




## 11.2 Cartografía.

La cartografía empleada en la obtención de la cuenca y posterior simulación bidimensional, procede del Centro de Descargas de Información Geográfica, siendo utilizado el Modelo Digital de Terreno – MDT02 (2ª Cobertura, con paso de malla de 2m). Esta, se ha generado a partir de una nube de puntos LIDAR, con una densidad de 0.5 puntos /m2 o mayor en algunos casos. En su proyección UTM se ha tenido en cuenta el Datum ETRS 1989 y HUSO 31.

*Ilustración 12. MDT utilizado para el estudio, procesado mediante software GIS.*



## 11.3 Estudio de Cuencas.

La finalidad del estudio de cuencas es poder determinar el caudal asociado a un período de retorno en el punto de desagüe de la cuenca en estudio, para ello se ha utilizado el método hidrometeorológico descrito en la Norma 5.2-IC "Drenaje superficial".

El caudal según dicho método, viene dado por la expresión:

$$Q = C * A * I * Kt/ 3.6$$

Siendo:

C = el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca drenada

A = la superficie de la cuenca, siempre que no existan aportaciones procedentes de otras cuencas o que no tenga pérdidas hacia el exterior a través de puntos distintos al punto de desagüe superficial.

I = la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

Kt= Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Siendo t el tiempo de concentración de la cuenca en horas.

Q = caudal en el punto de desagüe de la cuenca de superficie A para una precipitación de intensidad media igual a I.

Este método es adecuado para cuencas pequeñas, considerando como tales aquellas que tienen un tiempo de concentración menor de 6 horas.

Como se deduce de la formulación anterior, el método hidrometeorológico descrito está basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de una estimación de su escorrentía. Ello equivale a admitir que la única componente de esa precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que se escurre superficialmente.

En los apartados que siguen se describe la forma de obtener los valores que toman las variables anteriores para las cuencas que son necesarias drenar.

El estudio se realiza para un evento extremo de un periodo de retorno de 500 años con el objeto de evitar daños catastróficos a terceros.

La definición de la cuenca, se han realizado en sucesivas etapas:

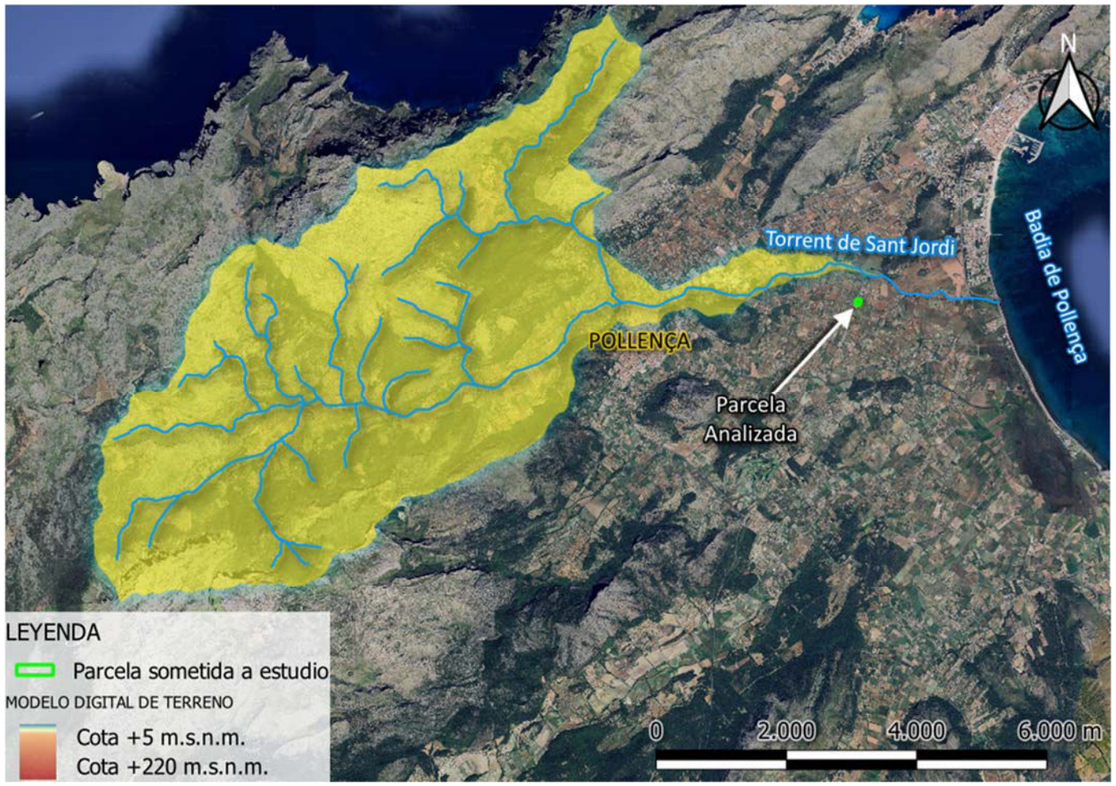
- Delimitación de la cuenca interceptada por las parcelas.
- Evaluación de las características físicas de la cuenca.
- Selección del método de cálculo.
- Selección del período de retorno.
- Obtención del coeficiente de escorrentía.
- Régimen de precipitaciones máximas. Leyes de intensidad-duración.
- Caudales de referencia de la cuenca.

Para cada una de estas etapas se describen, en los puntos siguientes, los criterios adoptados para su aplicación, las bases de partida, las herramientas utilizadas y las conclusiones.

## 11.4 Superficie de la Cuenca y Parámetros Físicos.

La parcela sometida a estudio, se ubica próxima al Torrent de Sant Jordi, cuya cuenca vertiente se expone en la siguiente ilustración:

*Ilustración 13. Cuenca de aportación con red hidrográfica principal y ámbito del sector (para mayor detalle véase Anexo II – Planos).*




Dicha cuenca vertiente tiene las siguientes características:

*Ilustración 14. Tabla: Características de la cuenca vertiente sometida a estudio.*

| Cuenca | Superficie (ha) | L (m) | Cota sup (m) | Cota inf (m) | Desnivel (m) | J (m/m) | Kt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Torrent de Sant Jordi | 3.910,88 | 13.998 | 1.102 | 12 | 1089,81 | 0,078 | 1,26 |

Los parámetros determinados y el método seguido para su obtención han sido los siguientes:

- Superficie, por planimetría sobre la cartografía.
- Cota máxima, por identificación sobre la cartografía.
- Cota mínima, por identificación sobre cartografía.
- Desnivel, por diferencia entre las cotas máxima y mínima.
- Longitud del cauce principal, por medición de curvas en programa de dibujo.
- Pendiente, por cociente entre el desnivel y la longitud.
- Tiempo de concentración.

## 11.5 Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración de la cuenca se ha obtenido siguiendo las recomendaciones de la Norma 5.2-I.C para cauces definidos, por aplicación de la fórmula propuesta de J.R. Témez y recomendada por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Dirección General de Carreteras, Orden del 14 de mayo de 1.990, en la obra titulada "Cálculos Hidrometeorológicos de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales".

Es decir, aplicando la ecuación:

$$T = 0{,}3 \times (L/J1/4)0{,}76$$

Donde

L = Longitud en km

J = Pendiente (m/m)

Utilizando los planos cartográficos se delimitó la cuenca sometida a estudio y se calculó su tiempo de concentración. Esta se expone en la siguiente tabla. No obstante, se recoge igualmente en el apartado **Anexo I**.

*Ilustración 15. Tabla: Tiempo de concentración para la cuenca analizada.*

| Cuenca | T (h) |
|---|---|
| Torrent de Sant Jordi | 3,62 |

## 11.6 Precipitaciones máximas para distintos períodos de retorno.

El objeto del estudio pluviométrico consiste en caracterizar las precipitaciones extremas que se producen en las cuencas que afectan a la zona analizada, con la finalidad de determinar las aportaciones o caudales de avenida esperables para un determinado período de retorno.

Se entiende como **período de retorno** de una precipitación al tiempo medio, en años, que transcurre entre distintos episodios de precipitaciones de valor superior al considerado.

La caracterización de la precipitación máxima consiste en la estimación de los parámetros necesarios para definir las lluvias de proyecto, es decir, la distribución espacial de las precipitaciones máximas diarias y las intensidades de lluvia.

Para ello, se analizan las propiedades regionales de este parámetro climático en una amplia zona que envuelve la cuenca vertiente a todo el tramo en estudio e incluye el recubrimiento necesario para tener en cuenta la pluviometría externa a la zona y disponer así de series largas que permitan corregir las asimetrías propias de las series con otras más consistentes con el conjunto.

Este proceso se traduce en la realización de análisis de frecuencia para relacionar la magnitud de cada fenómeno con su probabilidad de aparición o con el período de retorno. Es práctica habitual componer la serie de datos extremos seleccionando en cada año el valor máximo observado de la precipitación en un día. De esta forma, existe la certeza casi absoluta de que los valores máximos de cada año son independientes y no pertenecen al mismo episodio de lluvias (serie anual).

El resultado más práctico de la caracterización se refleja en unos mapas de isolíneas de precipitación máxima diaria para diferentes períodos de retorno, en los que se observa que las líneas de igual precipitación extrema (isomáximas) se asemejan a la altimetría mientras siguen otras tendencias debidas a las características de los flujos de humedad, efectos barrera, etc…

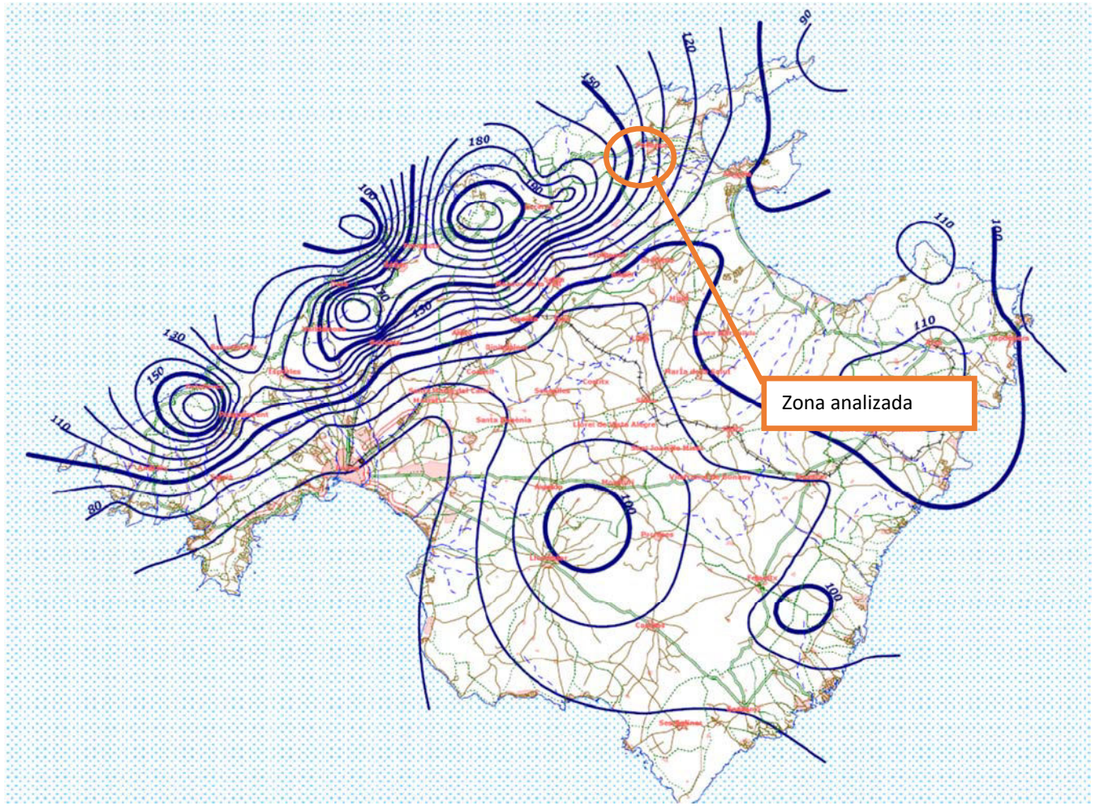
La forma óptima de abordar la caracterización pluviométrica de la zona de estudio es realizando un análisis regional de la pluviometría utilizando la información disponible de pluviógrafos y pluviómetros en un amplio entorno que permita detectar las tendencias de variación de la precipitación en el área cubierta por el estudio, descartar los datos no representativos y, como consecuencia, estimar con la máxima fiabilidad la precipitación en las cuencas hidrográficas para diversos períodos de retorno.

Para la obtención de los valores de precipitación en cada punto específico del territorio, se efectúa el ajuste de las series de precipitaciones máximas diarias a distribuciones extremales (Gumbel, SQRT, …) con el objeto de adaptar para cada serie temporal un modelo estadístico válido y así extrapolar las precipitaciones a los períodos de retorno que requiere el cálculo de los caudales de avenida.

Finalmente, las precipitaciones obtenidas en el ajuste estadístico se presentan en un gráfico para obtener los mapas de isoyetas de máximas precipitaciones diarias (isomáximas) que dan sentido espacial al conjunto de valores y que permiten leer directamente la precipitación de proyecto en cada punto del territorio para un determinado período de retorno en cada cuenca hidrográfica a analizar.

En este sentido, el Consell de Mallorca ha publicado unos **mapas de la isla, de isoyetas máximas diarias** para diferentes períodos de retorno realizados por la Dirección General de Recursos Hídricos de Baleares (DGRH). Estos se exponen en el apartado **Anexo I** para los periodos de retorno considerados.

*Ilustración 16. Mapa de isoyetas de precipitaciones máximas diarias para periodo de retorno T=10 años.*




Confrontando estos valores con los que se obtienen para la zona de estudio en la publicación “Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día” de la Dirección General de Carreteras, MOPU 1978, se observa que los estimados por la DGRH son mayores.

Por consiguiente, a falta de datos pluviográficos y por configurarse los resultados de la DGRH como más recientes, con mayor número de datos disponibles y más conservadores, se aplicarán estos últimos, siendo los correspondientes a la zona analizada los siguientes:

*Ilustración 17. Tabla: Valores de precipitación Pd (mm/día) obtenidos para cada periodo de retorno.*

| T (años) = | 10 | 100 | 500 |
|---|---|---|---|
| $P_d$ (mm/día) = | 140,00 | 215,00 | 270,00 |

El coeficiente reductor ARF, ahora denotado como KA, se puede usar para cuencas mayores de 100 Ha (1 Km2). Se puede llegar entonces a cuencas de 3.000 Km2. Método Modificado de Témez: Con el coeficiente ARF se establece una precipitación máxima media en la cuenca, obtenida del producto de este coeficiente por la precipitación máxima de toda la cuenca. El resultado es menor, pues sería excesivo tomar la máxima lluvia como lluvia media.

(*) Coeficiente reductor por Área. [KA**=1- Log(*Sup (km²)*/15**]

*Ilustración 18. Tabla: Superficies (Ha), coeficientes de reducción areal (KA) y valores de precipitación Pd (mm) corregidos con KA.*

| Cuenca | Superficie (Has) | $K_A$(*) | T: 10 años | | T: 100 años | | T: 500 años | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pd(mm) | Pd' (mm) | Pd(mm) | Pd' (mm) | Pd(mm) | Pd' (mm) |
| Torrent de Sant Jordi | 3.910,88 | 0,89 | 140,00 | 125,14 | 215,00 | 192,18 | 270,00 | 241,34 |

**Pd** (mm) * Precipitación máxima

**Pd'** (mm) * Precipitación máxima diaria corregida

### 11.7 Coeficiente de escorrentía y estimación del umbral de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía, que define la proporción que la componente superficial de la precipitación supone respecto a la total caída sobre una cuenca, dependerá de la razón entre la precipitación diaria Pd correspondiente a un período de retorno T y la precipitación Po o umbral de escorrentía a partir de la cual se inicia ésta. Para la determinación de dicho coeficiente C, la Norma 5.2.-I.C. da para su cálculo la expresión:

$$C = \frac{\left[\left(P_d / P_o\right) - 1\right] * \left[\left(P_d / P_o\right) + 23\right]}{\left[\left(Pd / Po\right) + 11\right]^2}$$

Dónde:

Pd = precipitación diaria correspondiente al período de retorno considerado en mm

Po = umbral de escorrentía a partir del cual se inicia la misma en mm

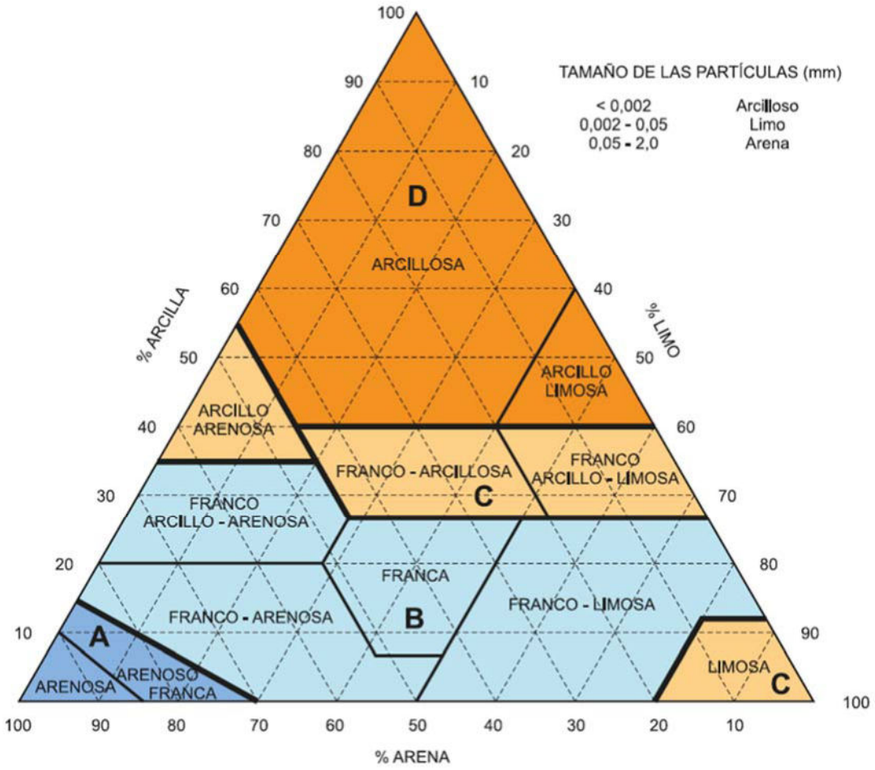
C = coeficiente de escorrentía

Los valores de Pd han sido calculados en el apartado anterior.

Para estimar el valor del umbral de escorrentía Po se ha hecho uso de la tabla 2.3. de la Norma 5.2-I.C. Los valores de las variables, tales como: uso de la tierra, pendiente del terreno, características hidrológicas y grupo de suelo necesarias para determinar Po, se han obtenido mediante la consulta de los Mapas de Cultivo y Aprovechamiento a escala 1:50.000 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En cuanto al **grupo de suelo elegido ha sido el B** para los materiales de textura, franco-arcillo-arenosa, franco-arenosa, o franco-limosa, según la terminología del U.S. Departament o Agricultura y adaptados a la situación real que actualmente se presenta en el sitio. Este grupo de suelos elegido corresponde a suelos con una infiltración moderada, que provocan un drenaje bueno a moderado.

*Ilustración 19. Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo suelo.*




El parámetro principal para calcular el umbral de escorrentía depende del porcentaje que ocupa cada cultivo con respecto al área total de cada cuenca.

El valor de Po de cálculo, se obtiene multiplicando el valor anterior por el coeficiente corrector del umbral de escorrentía:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

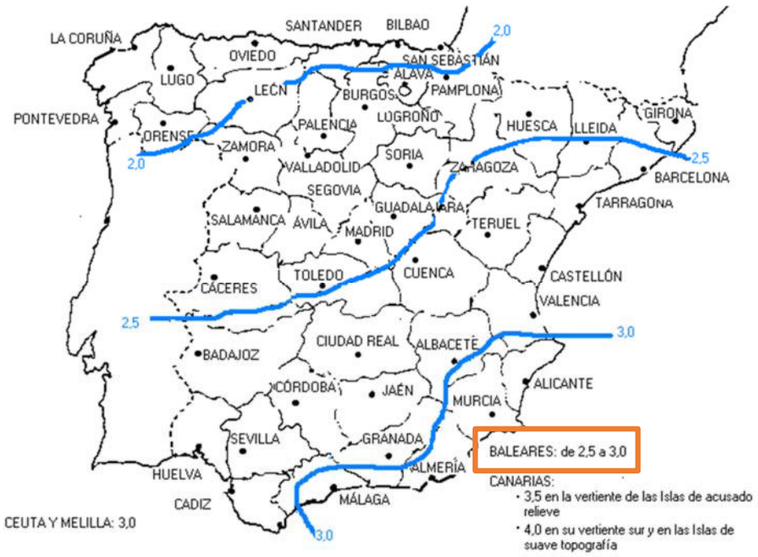
### 11.8 Corrección del umbral de escorrentía.

Siendo $P_o^i$ (mm) el valor inicial del umbral de escorrentía y B (adimensional) el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía B.

Este coeficiente refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos e incluye una mayoración para evitar sobrevaloraciones del caudal de referencia producidas por el propio método de cálculo.

*Ilustración 20. Mapa del coeficiente corrector de umbral de escorrentía.*

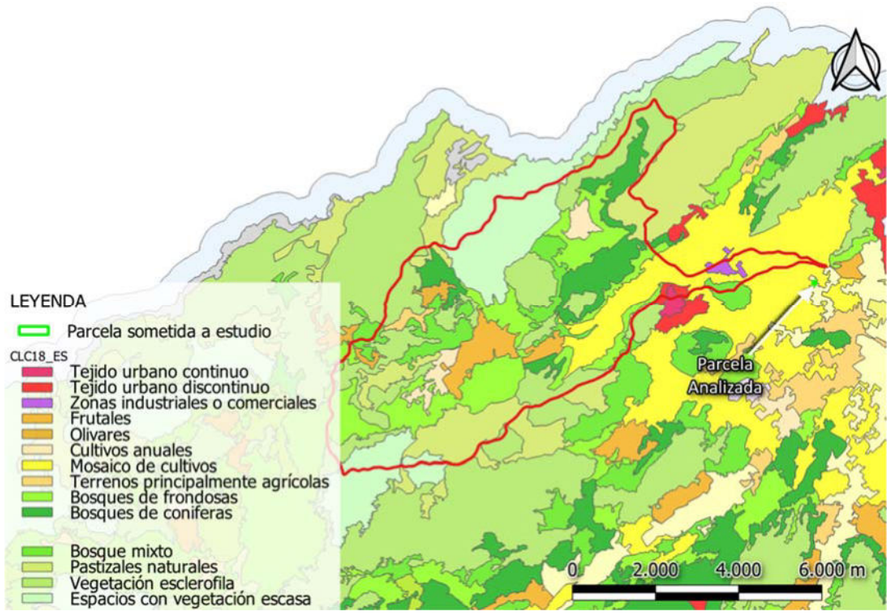



Para este estudio, se ha determinado un factor corrector de umbral de escorrentía B=3.

A partir de cada umbral de escorrentía, y para cada precipitación correspondiente a los períodos de retorno contemplados, se obtiene un coeficiente de escorrentía parcial en cada terreno de cada cuenca. El valor medio ponderado resultante de los terrenos considerados en las cuencas, es el coeficiente de escorrentía a adoptar para las misma.

A continuación, se muestra una ilustración procedente del proyecto Corine Land Cover (CLC) que desarrolla la creación de una base de datos sobre usos de suelo y los asocia a un umbral de escorrentía característico, según el tipo de uso:

*Ilustración 21. Mapa Corine Land Cover 2018 correspondiente a la cuenca vertiente sometida a estudio.*




Partiendo de las superficies correspondientes a cada uso se puede calcular el umbral de escorrentía de la cuenca.

Por otro lado, la base de datos CLC en ocasiones plantea para un mismo tipo de suelo varios umbrales, en función de la pendiente del terreno. En este sentido, cabe señalar que **la pendiente media de todas las subcuencas ha resultado mayor del 3%.** Este desnivel se puede hallar con las informaciones de cota máxima y mínimas (en el punto de control o desagüe) de la cuenca y la longitud máxima del cauce principal de esta.

Así pues, en las siguientes tablas se exponen los diferentes umbrales de escorrentía calculados:

*Ilustración 22. Tabla: Valores iniciales de Umbral de Escorrentía.*

| | | Umbral P'0 | Torrent de Sant Jordi | | P'0 |
|---|---|---|---|---|---|
| Código | Uso del suelo | GH B | Área (ha) | % | GH B |
| 11100 | Tejido urbano continuo | 1 | 5,79 | 0,15% | 0,00 |
| 11200 | Tejido urbano discontinuo | 14 | 14,37 | 0,37% | 0,05 |
| 12100 | Zonas Industriales y Comerciales | 4 | 19,75 | 0,51% | 0,02 |
| 22220 | Frutales en regadio >3% | 34 | 184,37 | 4,71% | 1,60 |
| 22300 | Olivares >3% | 28 | 43,87 | 1,12% | 0,31 |
| 241 | Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes >3% | 20 | 113,48 | 2,90% | 0,58 |
| 24211 | Mosaico de cultivos anuales >3% | 17 | 351,31 | 8,98% | 1,53 |
| 24310 | Terrenos principalmente agricolas >3% | 17 | 27,66 | 0,71% | 0,12 |
| 31100 | Bosques frondosos | 47 | 752,44 | 19,24% | 9,04 |
| 31200 | Bosques de coniferas | 47 | 379,79 | 9,71% | 4,56 |
| 31300 | Bosque mixto | 47 | 271,01 | 6,93% | 3,26 |
| 32100 | Pastizales Naturales >3% | 23 | 412,57 | 10,55% | 2,43 |
| 32300 | Vegetación esclerofila | 24 | 841,71 | 21,52% | 5,17 |
| 33300 | Espacios con vegetación escasa >3% | 14 | 492,76 | 12,60% | 1,76 |
| **TOTALES** | | | **3910,88** | **100,00%** | **30,44** |

Por tanto, el anterior umbral de escorrentía se ha corregido con el factor B=3, resultando los siguientes coeficientes de escorrentía utilizados para hallar los caudales de cálculo:

*Ilustración 23. Tabla: Valores de Coeficiente de Escorrentía (T=10 años).*

| Cuenca | T=10 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pd'(mm) | P'o | factor β | P'o (corregido) | C |
| Torrent de Sant Jordi | 125,14 | 30,44 | 3,00 | 91,31 | 0,04 |

*Ilustración 24. Tabla: Valores de Coeficiente de Escorrentía (T=100 años).*

| Cuenca | T=100 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pd'(mm) | P'o | factor β | P'o (corregido) | C |
| Torrent de Sant Jordi | 192,18 | 30,44 | 3,00 | 91,31 | 0,13 |

*Ilustración 25. Tabla: Valores de Coeficiente de Escorrentía (T=500 años).*

| Cuenca | T=500 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pd'(mm) | P'o | factor β | P'o (corregido) | C |
| Torrent de Sant Jordi | 241,34 | 30,44 | 3,00 | 91,31 | 0,19 |

### 11.9 Intensidad de precipitación.

La intensidad de precipitación *I (T, t)* correspondiente a un período de retorno *T*, y a una duración del aguacero *t*, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

En la misma se tiene que:

*I (T, t)* (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno *T* y a una duración del aguacero *t*.

*Id* (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno *T.*

*Fint* (adimensional) Factor de intensidad (ver siguiente gráfico).

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero *t*

- El período de retorno *T*, si se dispone de curvas intensidad - duración- frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = máx\ (F_a, F_b)$$

donde:

*Fint* (adimensional) Factor de intensidad

*Fa* (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad *(I1/Id)*

*Fb* (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

**a) Obtención de *Fa***

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3{,}5287 - 2{,}5287\, t^{0{,}1}}$$

donde:

*Fa* (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad *(I1/Id).* Se representa en la siguiente figura

*I1/Id* (adimensional) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa siguiente.

*t* (horas) Duración del aguacero.

Para la obtención del factor Fa, se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración *(t=tc).*

*Ilustración 26. Factor Fa.*

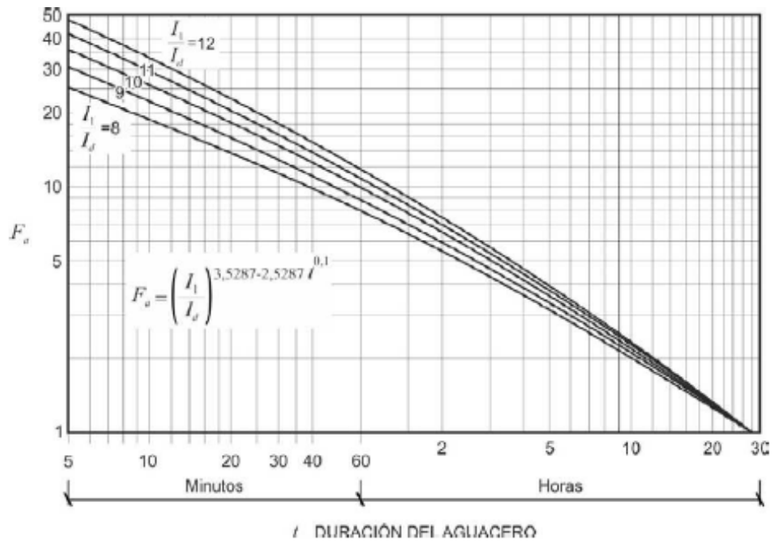
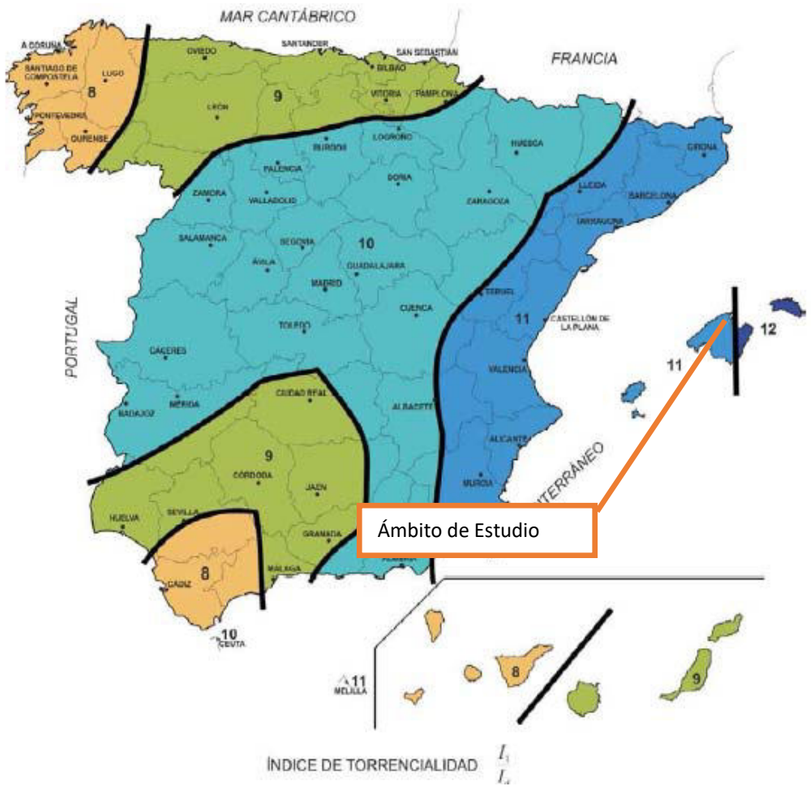



*Ilustración 27. Mapa de Índice de torrencialidad*



**b) Obtención de Fb**

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T,t_c)}{I_{IDF}(T,24)}$$

donde:

*Fb* (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

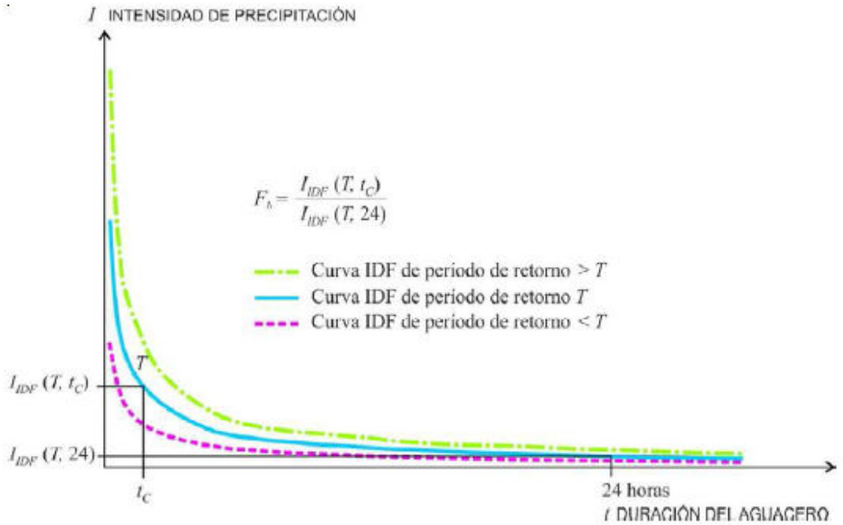
$I_{IDF}$ *(T,tc)* (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno *T* y al tiempo de concentración *tc*, obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo

$I_{IDF}$ *(T,24)* (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno *T* y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas (t=24h), obtenido a través de curvas IDF

*kb* (adimensional) Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria.

En defecto de un cálculo específico se puede tomar *kb* = 1.13.

*Ilustración 28. Obtención del Factor Fb.*




En este sentido, al no dar con ningún pluviógrafo cercano, se asemeja Fint a Fa.

Así las intensidades de precipitación han resultado:

*Ilustración 29. Tabla: Valores de Intensidad de Precipitación (mm/h).*

| I (mm/h) | | | |
|---|---|---|---|
| Cuenca | T=10 años | T=100 años | T=500 años |
| Torrent de Sant Jordi | 24,95 | 38,31 | 48,11 |

### 11.10 Caudales según método 5.2 I.C.

Partiendo de todos los parámetros anteriores, se estiman los caudales de cálculo para períodos de retorno seleccionados de **10, 100, y 500** años, referidos a la cuenca estudiada, analizando los efectos que generan en el entorno estudiado.

*Ilustración 30. Tabla: Caudal de cálculo (T=10 años).*

| Cuenca | T= 10 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | I (mm/h) | A (Ha) | Coef. K | Q (m3/s) |
| Torrent de Sant Jordi | 0,04 | 24,95 | 3.910,88 | 1,26 | 12,48 |

*Ilustración 31. Tabla: Caudal de cálculo (T=10 años).*

| Cuenca | T= 100 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | I (mm/h) | A (Ha) | Coef. K | Q (m3/s) |
| Torrent de Sant Jordi | 0,13 | 38,31 | 3.910,88 | 1,26 | 69,45 |

*Ilustración 32. Tabla: Caudal de cálculo (T=10 años).*

| Cuenca | T= 500 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | I (mm/h) | A (Ha) | Coef. K | Q (m3/s) |
| Torrent de Sant Jordi | 0,19 | 48,11 | 3.910,88 | 1,26 | 127,74 |

**Estos caudales de cálculo, así como el resto de parámetros hidrológicos, tiempo de concentración, Intensidades medias de precipitación, y Coeficientes de escorrentía, quedan expuestos en el ANEXO I: RESUMEN HIDROLÓGICO.**

## 12. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE PRINCIPAL

En el presente apartado se describen los cálculos realizados para la determinación de las cotas alcanzadas por las láminas de inundación correspondientes a los siguientes periodos de retorno:

- 10 años, para definir el Dominio Público Hidráulico, Zona de Servidumbre y Zona de Policía.
- 100 años para valorar la gravedad de la inundación (en función del riesgo para las vidas humanas).
- 500 años.

Además, se procede a estudiar la afección de dichas láminas alrededor del ámbito de estudio, mediante el establecimiento de puntos de control, con el objetivo de comprobar las sobreelevaciones producidas.

Para ello se ha realizado un modelo hidráulico con el programa informático HEC-RAS, partiendo de los datos disponibles cartográficos e hidrológicos, y asumiendo valores de otros parámetros hidráulicos para garantizar la fiabilidad del cumplimiento de los objetivos hidráulicos establecidos, como se expone a continuación.

### 12.1 Fundamentos del Modelo HEC-RAS.

La modelización hidráulica tiene como finalidad obtener los valores de calados y velocidades en cualquier punto de la zona a estudiar, para la avenida de interés.

El flujo de un fluido isótropo viene gobernado por las ecuaciones de NavierStokes, que se obtienen a partir de la aplicación a dicho fluido de las ecuaciones de conservación de la masa y de conservación de la cantidad de movimiento. La integración vertical de las ecuaciones de Navier-Stokes para un fluido sometido a la presión atmosférica y bajo las hipótesis de distribución hidrostática de presiones y pendiente de fondo reducida da lugar a las ecuaciones de Saint-Venant o ecuaciones del flujo en lámina libre. Estas ecuaciones tienen carácter bidimensional y la forma más común de escribirlas es en su forma no conservativa, dando lugar al sistema de ecuaciones formado por la ecuación de continuidad:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (hu)}{\partial x} + \frac{\partial (hv)}{\partial y} = 0$$

Y las ecuaciones de cantidad de movimiento:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+g\frac{\partial h}{\partial x}=-g\frac{\partial z}{\partial x}-\frac{\tau_{0x}+\tau_{sx}}{\rho h}+fv+\frac{1}{\rho h}\frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy})+\frac{1}{\rho h}\frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+g\frac{\partial h}{\partial y}=-g\frac{\partial z}{\partial x}-\frac{\tau_{0y}+\tau_{sy}}{\rho h}+fu+\frac{1}{\rho h}\frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy})+\frac{1}{\rho h}\frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy})$$

Donde:

- h es el calado o altura alcanzada por la lámina de agua

- u y v son las componentes de la velocidad

- t es el tiempo

- x e y son las componentes espaciales en dos dimensiones

- g es la aceleración de la gravedad

- z es la cota del lecho

- $\tau 0y$ y $\tau 0s$ son las tensiones tangenciales en el fondo y en la superficie

- $\rho$ es la densidad del fluido

- $ff$ es la aceleración de Coriolis

- $TT$ es la turbulencia

En las ecuaciones de la cantidad de movimiento, el término de la variación de la velocidad (u,v) con el tiempo es la aceleración local, mientras que la variación del campo de velocidades en el espacio es la aceleración convectiva. Bajo la hipótesis de distribución hidrostática de presiones y pequeña pendiente del terreno, el término debido a las fuerzas gravitatorias es el correspondiente a:

$$g\frac{\partial}{\partial x,y}(h+z)$$

Y se puede descomponer en la suma del gradiente del calado y de la pendiente del lecho ($SS0$). El término de la tensión tangencial en el fondo viene dado por:

$$\frac{\tau_0}{\rho h}=gS_f$$

Siendo Sf ~ uv la pendiente motriz, que se expresa según una ecuación de rugosidad. En general, y en ausencia de un modelo de turbulencia, lo habitual es que la pendiente motriz suele absorber las tensiones del fondo y las debidas a las de la turbulencia. El término $\tau s/\ \rho h$ se debe a las tensiones tangenciales en la superficie debidas al viento. El término f (u,v) es la aceleración de Coriolis, dada por el coeficiente f=2wsen(ʎ), donde w es la velocidad angular de la tierra, y ʎ la latitud. No se ha considerado en la presente modelización, pues su contribución es despreciable en un modelo fluvial como el del Estudio.

Por último, los dos últimos sumandos de las ecuaciones de cantidad de movimiento se deben a la turbulencia, y suelen expresarse en función del coeficiente de viscosidad turbulenta (o de remolino) y de la aceleración convectiva. En general, la modelización de la turbulencia en un esquema bidimensional supone el ajuste de parámetros adicionales que requieren calibración, por lo que habitualmente suele incluirse este efecto en el debido a la rugosidad. En la presente modelización no se ha incluido, por no ser usual su inclusión en modelos fluviales de esta índole.

Considerando despreciables los términos de fricción en la superficie y de Coriolis, así como la turbulencia, las ecuaciones de cantidad de movimiento se pueden escribir según las siguientes ecuaciones, que es la manera más sencilla de modelizar el flujo en lámina libre en dos dimensiones, y en la que se basa el programa de cálculo que se va a utilizar, HEC RAS.

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+g\frac{\partial h}{\partial x}=g(S_{0x}-S_{fx})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+g\frac{\partial h}{\partial y}=g(S_{0y}-S_{fy})$$

Donde:

- S0 es la pendiente del lecho

- Sf es la pendiente motriz

El modelo bidimensional resuelve las ecuaciones de Saint-Venant en los nodos de una malla de cálculo generada a partir de la topografía. El modelo es capaz de resolver las situaciones de cambio de régimen hidráulico.

Los datos que precisa el programa para calcular los niveles de agua en el cauce son los siguientes:

**a) Tipo de régimen**

En el cauce natural del tramo fluvial estudiado se ha supuesto régimen lento. El régimen rápido solo se da en cauces artificiales y rarísimas veces, según algunos autores, y nunca (según muchos) en cauces naturales. Lo que se produce es una sucesión continua y alternativa de calados críticos, remansos, resaltos, etc. con tales turbulencias que impiden la formación de un régimen rápido estableciéndose por el contrario un régimen crítico inestable.

Esto viene comentado con el texto “Computer-Assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics” de Danigel H. Hoggan, en un artículo de Douglas J. Trieste titulado “Evaluation of Supercritical/Subcritical Flow in High-Gradient Channel” en el que además hace referencia a estudios de Dobbie y Wolf (1953) y de Jarret (1984 y 1987), en el texto “Guide to Brigde Hydraulics” de C.R. Neil, etc. y está comprobado experimentalmente en laboratorio y en diversos ríos y cauces artificiales.

Al suponer un régimen lento en los tramos de estudio el modelo matemático del programa acota inferiormente los calados de las secciones transversales empleadas con su correspondiente calado crítico, empleando éste cuando analíticamente se requiere un calado inferior (régimen rápido), con objeto de representar las turbulencias y pérdidas de energía que en la naturaleza del río realmente se producirían.

**b) Caudal de cálculo**

Se establecen los caudales de cálculo del apartado anterior.

**c) Definición geométrica**

La topografía disponible del cauce viene dada mediante un Modelo Digital del Terreno generado a partir de los LIDAR disponibles y levantamiento topográfico.

**d) Parámetros hidráulicos**

El parámetro hidráulico básico empleado es el coeficiente de rugosidad de Manning. Este coeficiente da una idea de la dificultad que encuentra el agua para desplazarse por una zona en función de su naturaleza.

**e) Condiciones de contorno**

Al considerarse un régimen lento, el cálculo se inicia en la sección más aguas debajo de los tramos, en sentido contrario a la corriente. Por otro lado, se exponen las condiciones de contorno en apartados posteriores.

## 12.2 Simulación hidrodinámica del cauce.

12.2.1 Cartografía.

La cartografía empleada en la simulación bidimensional, procede del Centro de Descargas de Información Geográfica, siendo utilizado un Modelo Digital de Terreno de 2x2m, el cual, se ha generado a partir de una nube de puntos LIDAR, con una densidad de 0.5 puntos /m2 o mayor en algunos casos. En su proyección UTM se ha tenido en cuenta el Datum ETRS 1989 y HUSO 31.

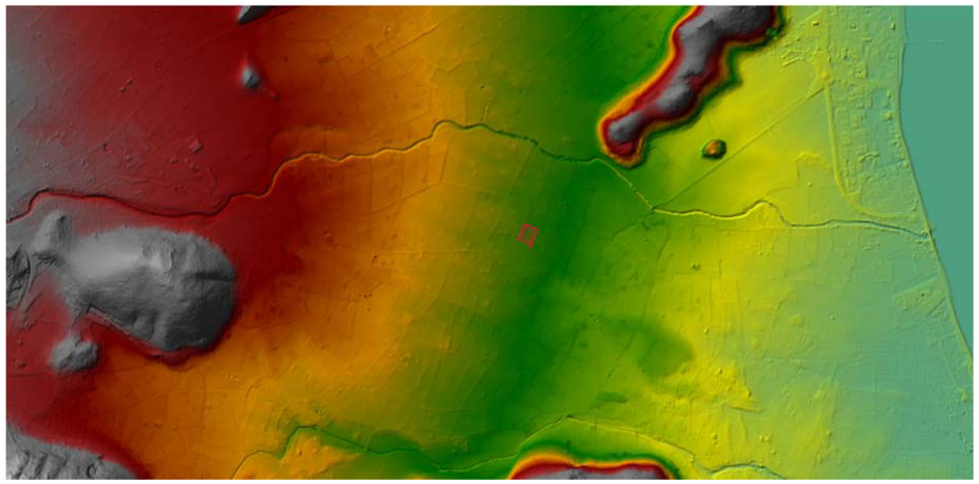
Una vez generado el Modelo Digital del Terreno, ha sido depurado e importado a HEC-RAS como ráster tipo *.asc con las siguientes características:

*Ilustración 33. Información de archivo de modelización de terreno utilizado.*

| Filename | Minimum | Maximum | Mean | Standard Deviation | Cell Size | Rounding | Info | Folder |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Terrain.vrt | -1.2890625 | 331.0390625 | 27.89166850... | 34.48009019... | | | i | |
| Terrain.MDT SIMULACION.tif | -1.2890625 | 331.0390625 | 27.91676027... | 34.45657077... | 1 | 1/128 | i | |

En la siguiente ilustración se puede apreciar el Modelo Digital de Terreno generado mediante software GIS, e introducido en el modelo de simulación:

*Ilustración 34. MDT utilizado para el estudio, procesado mediante software GIS.*



12.2.2 Parámetros del Modelo

En los modelos bidimensionales, el cálculo de las variables hidráulicas se realiza en los elementos de una malla de cálculo que se debe confeccionar a partir de un Modelo Digital del Terreno (MDT). Cuanto mayor sea la definición de dicha malla, menor será el error cometido en el cálculo de los niveles y velocidades.

El inconveniente que se plantea en la modelización bidimensional es que la relación entre el aumento de resolución y el aumento del tiempo de cálculo es mucho mayor que en el caso de la modelización unidimensional. A mayor detalle de la malla, mayor número de elementos y, por tanto, mayor tiempo de cálculo.

A parte, hay que tener en cuenta que, para que un modelo bidimensional tenga buenas características de convergencia, **el nº de Courant debe ser menor o igual a 1**.

En este sentido se ha procedido a calcular el paso de tiempo necesario para asegurar la estabilidad de la simulación y obtener unos resultados sensatos. Este cálculo se ha realizado a partir de la formulación de Courant y respetando que el valor de la variable sea igual a 1 o menor.

$$C = v\frac{\Delta t}{L}$$

Donde:
C número de Courant próximo a 1.
V velocidad del flujo m/s
L Lado de las celdas = 5 m.
Δt tiempo de paso o calculo.

Para este último factor, se ha configurado la simulación, con un tiempo de paso computacional variable, ajustado al número de Courant. De esta forma, se consigue que el **modelo sea estable en todo momento**.

En cuanto al **mallado**, se ha estructurado con un tamaño de celda de 5x5 m de lado, disponiendo de un total de 241.826 celdas. Además, se han incorporado en la geometría unas líneas de rotura que representan esos elementos que condicionan el comportamiento del flujo, de manera que las celdas queden alineadas a ellas.

*Ilustración 35. Malla generada en el ámbito sometido a estudio.*

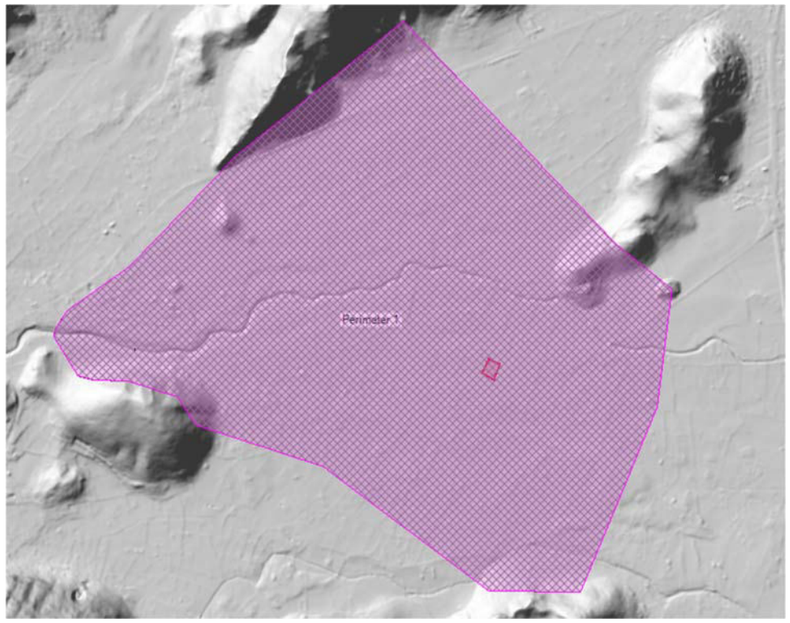



*Ilustración 36. Inclusión de BreakLine generada mediante software GIS en el modelo.*



### 12.2.3 Asignación Coeficientes de Rugosidad

Para estimar el número de Manning se ha partido del plano temático del CLC, a fin de determinar el uso de los suelos por los que discurren las diferentes avenidas calculadas. A partir de aquí, la Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (CEDEX) nos aporta valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a cada uso de suelo. Tal y como se muestra a continuación:

*Ilustración 37. Asignación de n de Manning obtenida de la Guía Metodológica para el Desarrollo del SNCZI (CEDEX).*

**Tabla 1.** Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000.

| Clasificación de usos del suelo del SIOSE | | | | n | Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Artificial compuesto | Urbano mixto | Casco | | 0,1 | Tejido urbano continuo | | Tejido urbano | |
| Cobertura artificial | Edificación | | | | | | | |
| | Otras construcciones | | | | | | | |
| Artificial compuesto | Urbano mixto | Ensanche | | 0,1 | Estructura urbana abierta | Tejido urbano discontinuo (urbanizaciones) | Tejido urbano | |
| | | Discontinuo | | 0,09 | Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas | | | |
| | Industrial | Polígono industrial ordenado | | 0,1 | Zonas industriales | Zonas industriales y comerciales (granjas agrícolas) | Zonas industriales, comerciales y de transporte | Zonas artificiales |
| | | Polígono industrial sin ordenar | | | | | | |
| | | Industria aislada | | | | | | |
| | Primario | Piscifactoría | | | | | | |
| | Infraestructuras | Energía | Eólica | | | | | |
| | | | Solar | | | | | |
| | | | Nuclear | | | | | |
| | | | Eléctrica | | | | | |
| | | | Térmica | | | | | |
| | | | Hidroeléctrica | | | | | |
| | | | Gaseoducto/ oleoducto | | | | | |
| | | Telecomunicaciones | | | | | | |
| | | Suministro de agua | Depuradoras y potabilizadoras | | | | | |
| | | | Desalinizadoras | | | | | |
| | Terciario | Comercial y oficinas | | 0,1 | Grandes superficies de equipamientos y servicios | | | |
| | | Complejo hotelero | | | | | | |
| | | Parque recreativo | | | | | | |
| | Equipamiento/ dotacional | Administrativo institucional | | | | | | |
| | | Sanitario | | | | | | |
| | | Cementerio | | | | | | |
| | | Educación | | | | | | |
| | | Penitenciario | | | | | | |
| | | Religioso | | | | | | |
| | | Cultural | | | | | | |
| | Infraestructuras | Residuos | Plantas de tratamiento | | | | | |
| Cobertura artificial | Vial, aparcamiento o zona peatonal sin vegetación | | | | Autopistas, autovías y terrenos asociados | Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados | | |
| Artificial compuesto | Infraestructuras | Transporte | Red viaria | | | | | |
| | | | Red ferroviaria | | Complejos ferroviarios | | | |
| | | | Portuario | | Zonas portuarias | | | |
| | | | Aeroportuario | | Aeropuertos | | | |

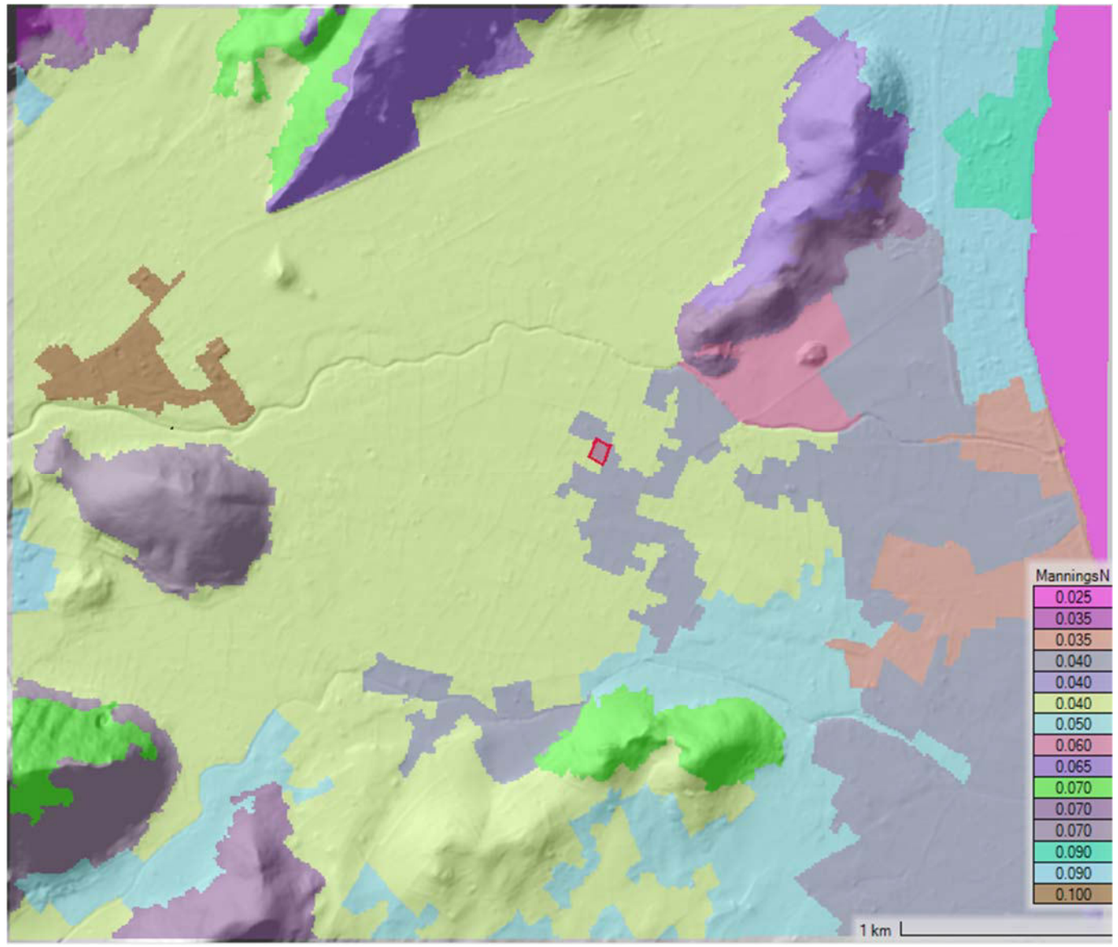
| Clasificación de usos del suelo del SIOSE | | | | n | Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cobertura artificial | Zonas de extracción o vertido | | | 0,04 | Zonas de extracción minera | Zonas de extracción minera, vertidos y de construcción | Zonas artificiales | |
| Artificial compuesto | Primario | Minero extractivo | | | | | | |
| | Infraestructuras | Residuos | Vertederos y escombreras | | Escombreras y vertederos | | | |
| Cobertura artificial | Suelo no edificado | | | | Zonas en construcción | | | |
| Cobertura artificial | Zona verde artificial y arbolado urbano | | | 0,09 | Zonas verdes urbanas | Zonas verdes artificiales, no agrícolas | | |
| Artificial compuesto | Primario | Forestal | | | | | | |
| | Terciario | Camping | | | | | | |
| | Equipamiento/ dotacional | Parque urbano | | | | | | |
| | | Deportivo | | | Resto de instalaciones deportivas y recreativas | Instalaciones deportivas y recreativas | | |
| | | Campo de golf | | 0,035 | Campos de golf | | | |
| Cultivos | Cultivos herbáceos | Cultivos herbáceos distintos de arroz | | 0,04 | Tierras de labor en secano (tierras abandonadas/barbechos) | Tierras de labor | Zonas agrícolas | |
| | | | | | Cultivos herbáceos en regadío | Terrenos regados permanentemente | | |
| | | Arroz | | | Otras zonas de irrigación | | | |
| | | | | | Arrozales | | | |
| | Cultivos leñosos | Viñedo | | 0,05 | Viñedos en secano | Viñedos en secano | | |
| | | | | | Viñedos en regadío | | | |
| | | Frutales | Frutales cítricos | 0,06 | Frutales en secano | Frutales y plantaciones de bayas (plantaciones de lúpulo) | Cultivos permanentes | |
| | | | | | Cítricos | Frutales en regadío | | |
| | | | Frutales no cítricos | | Frutales tropicales | | | |
| | | Otros cultivos leñosos | | | Otros frutales en regadío | | | |
| | | Olivar | | | Olivares en secano | Olivares | | |
| | | | | | Olivares en regadío | | | |
| | Prados | | | 0,035 | Prados y praderas (pastos en tierras abandonadas, prados arbolados) | | Praderas | |
| Asentamiento agrícola residencial | | | | 0,035-0,05 | 0,04 | Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano | Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes | Zonas agrícolas heterogéneas |
| | | | | | | Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío | | |

| Clasificación de usos del suelo del SIOSE | | | n | | Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Asentamiento agrícola residencial | | | 0,035-0,05 | 0,035 | Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano | Mosaico de cultivos en secano | Mosaico de cultivos (mosaico de cultivos con casas dispersas) | Zonas agrícolas heterogéneas | Zonas agrícolas |
| Artificial compuesto | Primario | Agrícola/ ganadero | | 0,04 | Mosaico de cultivos permanentes en secano | | | | |
| | | | | | Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano | | | | |
| | | | | 0,035 | Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío | Mosaico de cultivos en regadío | | | |
| | | | | 0,04 | Mosaico de cultivos permanentes en regadío | | | | |
| | | | | | Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío | | | | |
| | | | | | Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío | | | | |
| Huertas familiar | | | | 0,05 | Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural | | Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural | | |
| | | | | | Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural | | | | |
| | | | | | Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural | | | | |
| Dehesa | | | 0,06 | | Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado | | Sistemas agro-forestales | | |
| | | | | | Cultivos agrícolas con arbolado adehesado | | | | |
| Arbolado forestal | Frondosas | Frondosas caducifolias | 0,07 | | Bosque mixto | | | Bosques | Bosques y áreas seminaturales |
| | | | | | Perennifolias | | Bosques de frondosas | | |
| | | | | | Caducifolias y marcescentes | | | | |
| | | Frondosas perennifolias | | | Otras frondosas de plantación | | | | |
| | | | | | Mezclas de frondosas | | | | |
| | | | | | Laurisilva macaronésica | | | | |
| | | | | | Bosques de ribera | | | | |
| | Coníferas | | | | Bosques de coníferas de hojas aciculares | | Bosques de coníferas | | |
| | | | | | Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo | | | | |
| Pastizal | | | 0,035 | | Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos | Pastizales supraforestales | Pastizales naturales (Prados alpinos) | Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea | |
| | | | | | Pastizales supraforestales mediterráneos | | | | |
| | | | | | Otros pastizales templado oceánicos | Otros pastizales | | | |
| | | | | | Otros pastizales mediterráneos | | | | |

| Clasificación de usos del suelo del SIOSE | | | n | | Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matorral | | | 0,055-0,07 | 0,06 | Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila | | Landas y matorrales mesófilos | Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea | Bosques y áreas seminaturales |
| | | | | | Fayal-brezal macaronésico | | | | |
| | | | | 0,065 | Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso | Matorrales esclerófilos mediterráneos | Vegetación esclerófila | | |
| | | | | 0,055 | Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos | | | | |
| | | | | 0,06 | Matorrales xerófilos macaronésicos | | | | |
| | | | | 0,07 | Matorral boscoso de frondosas | | Matorral boscoso de transición (claras de bosques/zonas empantanadas fijas o en transición) | | |
| | | | | | Matorral boscoso de coníferas | | | | |
| | | | | | Matorral boscoso de bosque mixto | | | | |
| Terrenos sin vegetación | Playas, dunas y arenales | | 0,025 | | Playas y dunas | | Playas, dunas y arenales | Espacios abiertos con escasa o sin vegetación | |
| | Ramblas | | 0,035 | | Ramblas con poca o sin vegetación | | | | |
| | Roquedo | Acantilados marinos | 0,025 | | Rocas desnudas con fuerte pendiente (acantilados, etc.) | | Roquedo | | |
| | | Afloramientos rocosos y roquedos | 0,025 | 0,025-0,035 | Afloramientos rocosos y canchales | | | | |
| | | Canchales | 0,035 | | | | | | |
| | | Coladas lávicas cuaternarias | 0,03 | | Coladas lávicas cuaternarias | | | | |
| | Suelo desnudo | | | | Xeroestepa subdesértica | | Espacios con vegetación escasa | | |
| | | | | | Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión | | | | |
| | | | | | Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa | | | | |
| | Zonas quemadas | | 0,04 | | Zonas quemadas | | | | |
| | Glaciares y nieves permanentes | | 0,025 | | Glaciares y nieves permanentes | | | | |
| Coberturas húmedas | Humedales continentales | Zonas pantanosas | 0,04 | | Humedales y zonas pantanosas (zonas pantanosas sin árboles y de transición, en ocasiones con una turbera de más de 30 cm de espesor) | | Zonas húmedas continentales | Zonas húmedas | |
| | | Turberas | | | Turberas y prados turbosos (explotaciones turberas) | | | | |
| | Humedales marinos | Marismas | | | Marismas | | Zonas húmedas litorales | | |
| | | | | | Zonas llanas intermareales | | | | |
| | | Salinas marinas | | | Salinas | | | | |
| | Humedales continentales | Salinas continentales | | | | | | | |

Así, se ha trabajado un archivo ráster con estos valores y se ha aplicado a la malla de simulación hidráulica, tal y como se puede observar en la siguiente ilustración:

*Ilustración 38. Indroducción de rugosidades en malla de simulación (HecRas 6.5).*




12.2.4 Condiciones de contorno

Las condiciones hidráulicas son las que caracterizarán la incorporación en el modelo de los caudales y cómo se efectúa la salida de los flujos.

La incorporación de caudales corresponde a los hidrogramas que se ha establecido en el estudio hidrológico, definidos como condición de entrada aguas arriba de la cuenca vertiente considerada, tal y como se muestra a continuación.

*Ilustración 39. Condiciones de contorno introducidas en el modelo.*

| Storage/2D Flow Areas | | Boundary Condition |
|---|---|---|
| 1 | Perimeter 1 BCLine: Arriba | Flow Hydrograph |
| 2 | Perimeter 1 BCLine: Abajo | Normal Depth |

AGUAS ARRIBA

Como condición de aguas arriba se han introducido hidrogramas permanentes para los periodos de retorno **T10, T100** y **T500** años. La duración del caudal punta de estos se ha prolongado hasta **6 horas**, sobrepasando el tiempo de concentración del tramo analizado, para estar del lado de la seguridad. Por otro lado, dichos hidrogramas han sido añadidos en el módulo de simulación de régimen variable (unsteady Flow simulation), tal y como se puede apreciar en las siguientes imágenes:

*Ilustración 40. Hidrograma introducido correspondiente a T=10 años.*

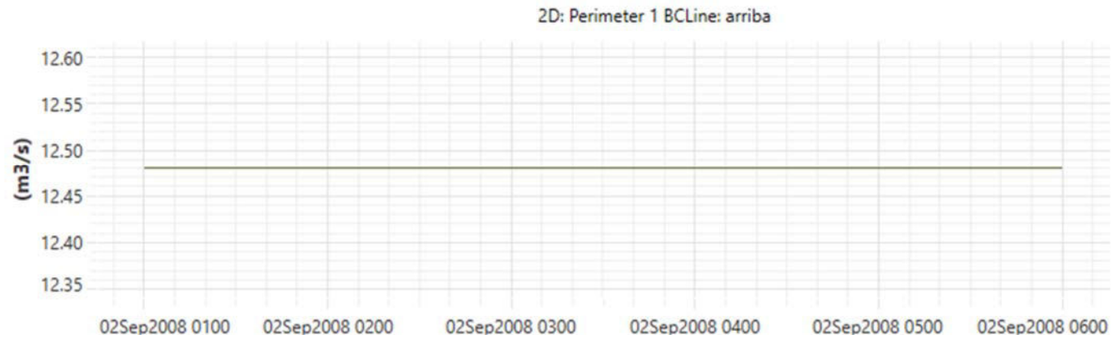



*Ilustración 41. Hidrograma introducido correspondiente a T=100 años.*

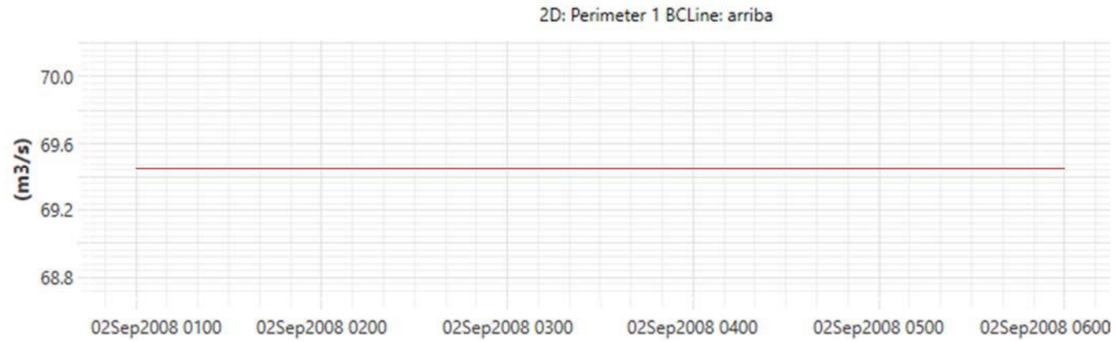
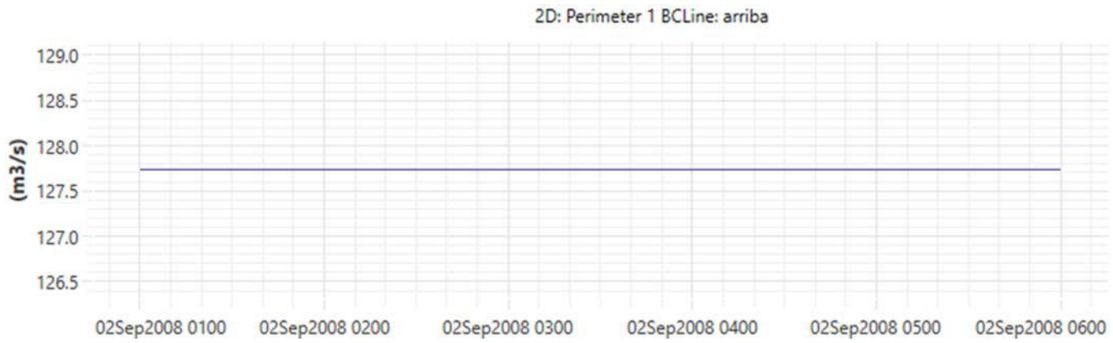



*Ilustración 42. Hidrograma introducido correspondiente a T=500 años.*




AGUAS ABAJO

Para la condición de salida se ha aplicado un régimen subcrítico en calado normal asignando la pendiente del tramo de salida, que resulta en 2,00%.

A continuación, se pueden observar las anteriores condiciones ubicadas en el ámbito de actuación junto con la malla de simulación.

*Ilustración 43. Ubicación de condiciones de contorno en el mallado de simulación.*




12.2.5 Condiciones iniciales

Respecto a las condiciones iniciales, y teniendo en cuenta que nos encontramos en una zona de clima árido o semiárido, la llegada de las crecidas puede ser muy repentina, por lo que suponemos un cauce inicialmente seco.

12.2.6 Condiciones internas

Han sido localizadas varias obras de paso, las cuales se han modelizado hidráulicamente en el modelo de simulación. Concretamente, estas estructuras se refieren a badenes inundables, con varios cajones bajo la rasante de los mismos.

*Ilustración 44. Vista en planta de ODTs sometidas a estudio.*




Estas ODTs se han cotejado en visita a campo, y se han tomado sus medidas, tal y como puede observarse en las siguientes imágenes.

*Ilustración 45. Fotos ODT existente nº0 – Previa, tomadas in situ.*



*Ilustración 46. Planta y alzado de ODT existente nº0 – Previa.*

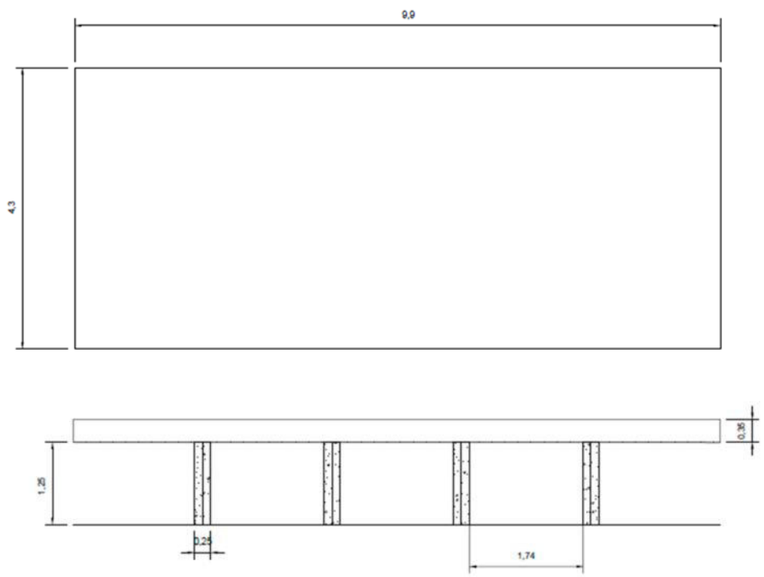


*Ilustración 47. Fotos ODT existente nº1 tomadas in situ.*



*Ilustración 48. Planta y alzado de ODT existente nº1.*

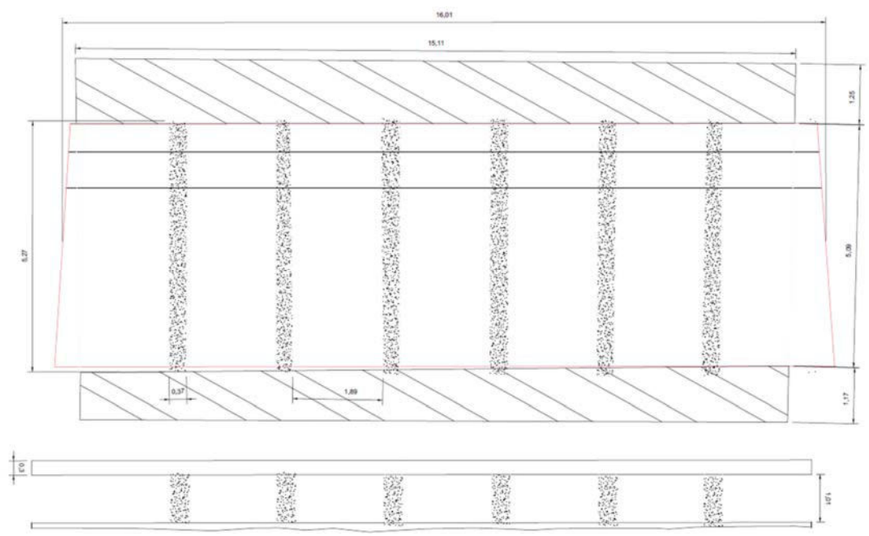



*Ilustración 49. Fotos ODT existente nº2 tomadas in situ.*



*Ilustración 50. Planta y alzado de ODT existente nº2.*

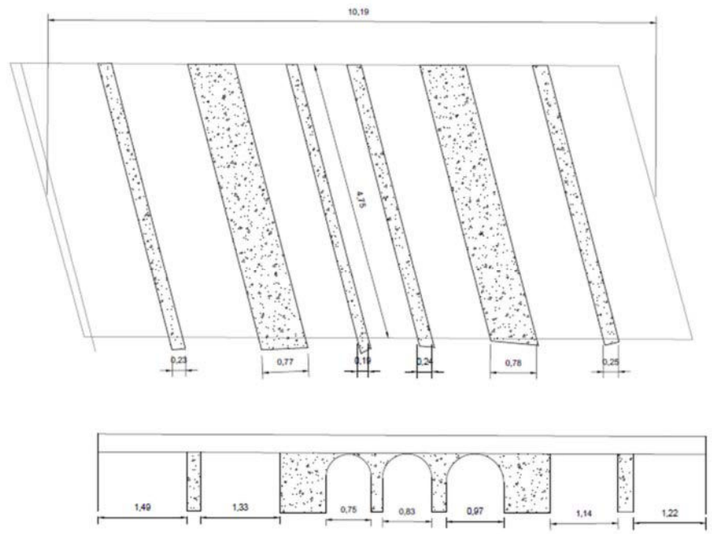
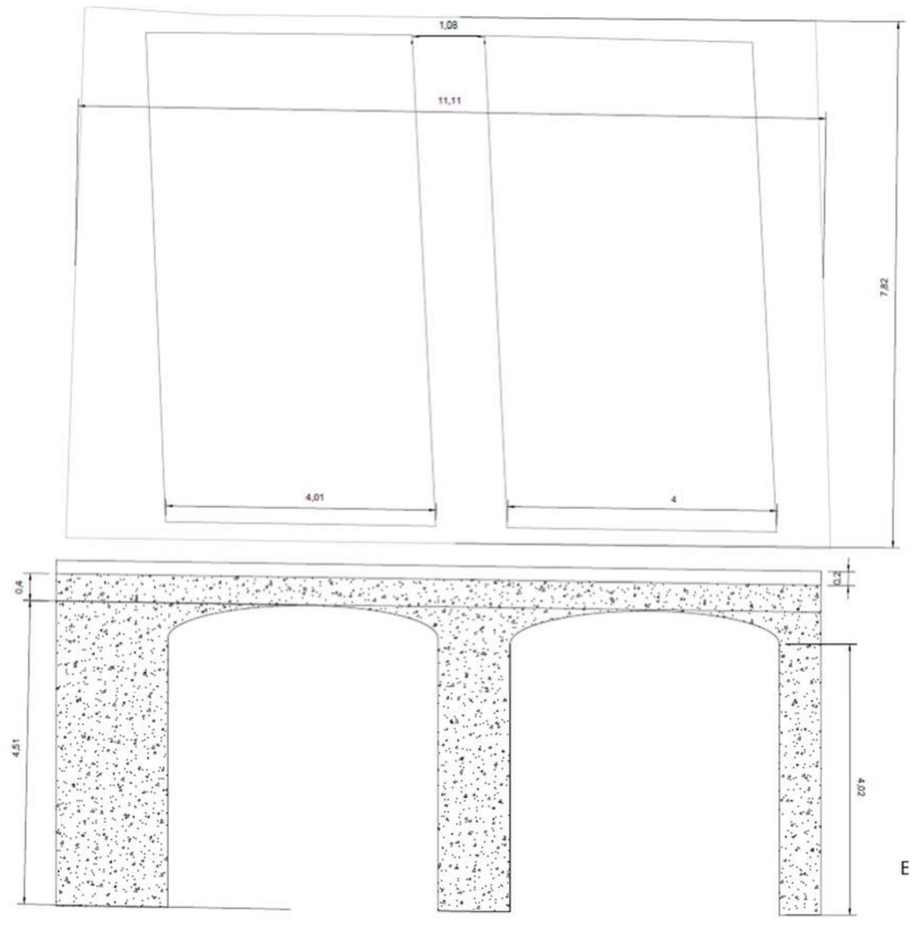


*Ilustración 51. Fotos ODT existente nº3 tomadas in situ.*



*Ilustración 52. Planta y alzado de ODT existente nº2.*




Por su parte, en el presente estudio se han modelizado estas estructuras debidamente, como se puede apreciar en las siguientes ilustraciones:

*Ilustración 53. Edición de ODT nº0 – Previa, sometida a estudio (HEC-RAS 6.5)*

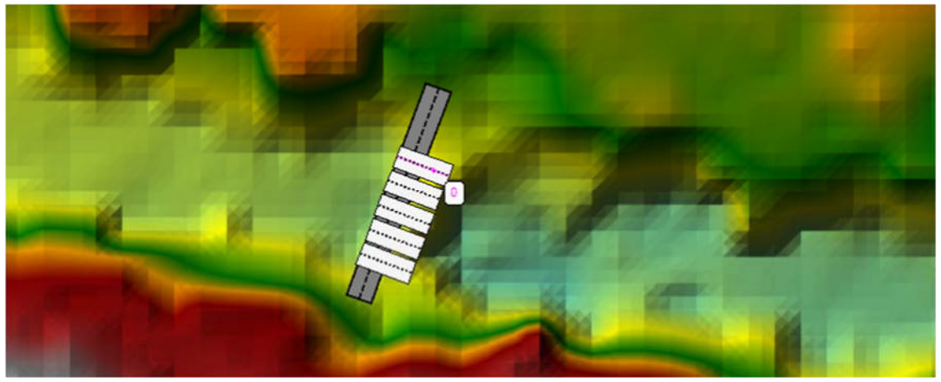


*Ilustración 54. Edición de ODT nº1, sometida a estudio (HEC-RAS 6.5)*




*Ilustración 55. Edición de ODT nº2, sometida a estudio (HEC-RAS 6.5)*

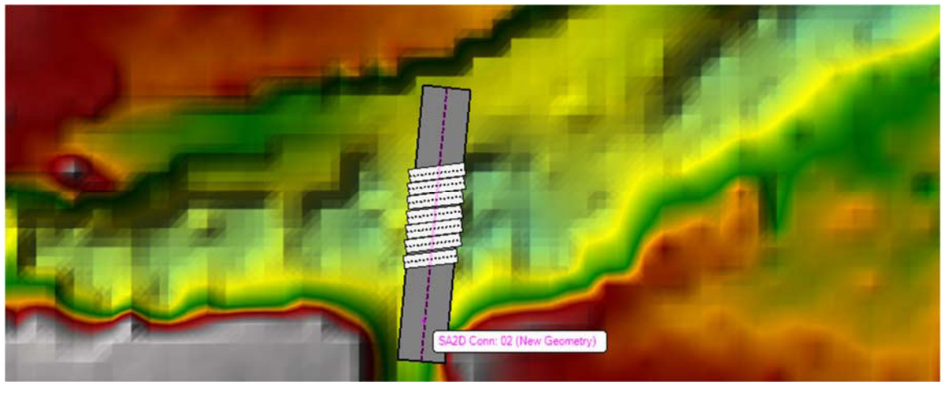
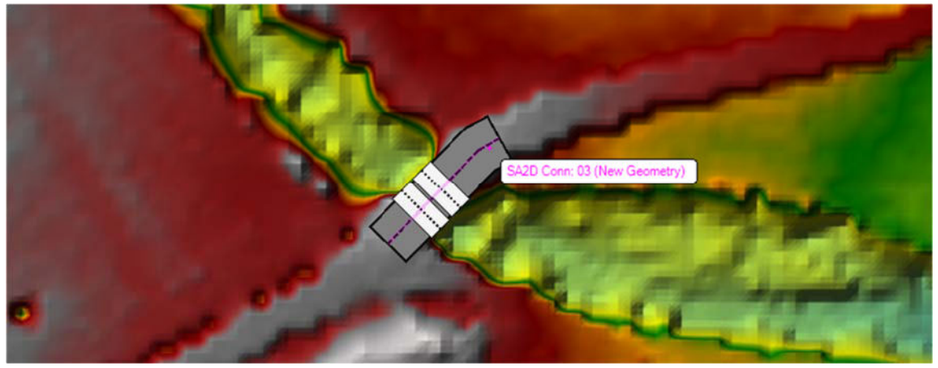
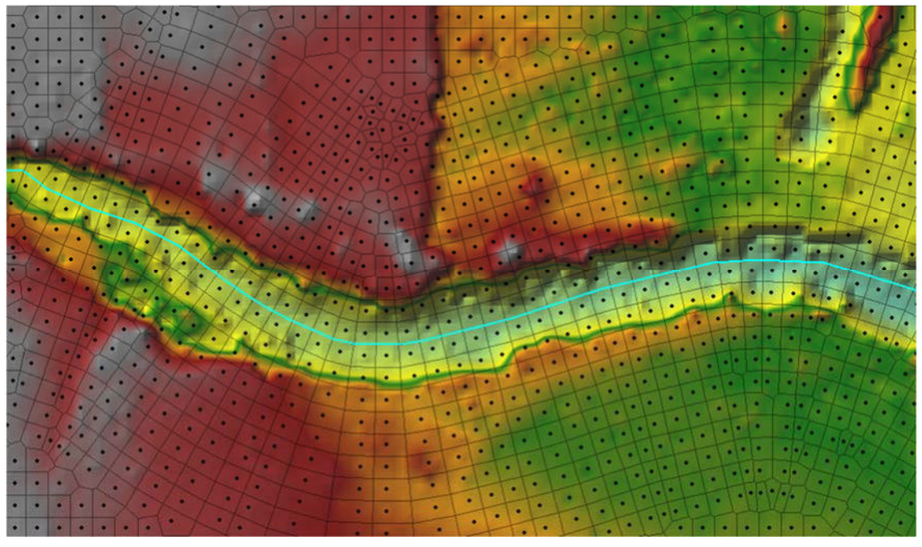


*Ilustración 56. Edición de ODT nº2, sometida a estudio (HEC-RAS 6.5)*




Por otro lado, se han incluido los tramos de la Red Hidrográfica obtenidos del IGN y de fuentes de la Administración General del Estado (Dirección General del Agua, Instituto Hidrográfico de la Marina, etc.) como líneas de rotura, con el objetivo que se produzca un mayor ajuste de las celdas de la malla de simulación en el entorno de las mismas, obteniendo resultados más óptimos.

*Ilustración 19. Red Hidrográfica del ámbito de estudio, utilizada como líneas de rotura.*



### 12.3 Resultados del modelo hidráulico de la red de drenaje principal en el ámbito de actuación

Completadas las simulaciones, HEC-RAS permite realizar la visualización de los resultados de distintas variables y en distintos formatos. De todos ellos, en el presente estudio tiene un especial interés la determinación de las superficies de inundación.

Dichos resultados de inundabilidad, correspondientes a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, se exponen a continuación, aunque quedan detallados más ampliamente en el **Anexo II – Planos**, para su interpretación, debido a la gran extensión del ámbito sometido a estudio.

*Ilustración 19. Lámina de inundación para T=10 años en el entorno de la parcela analizada.*




*Ilustración 19. Lámina de inundación para T=100 años en el entorno de la parcela analizada.*

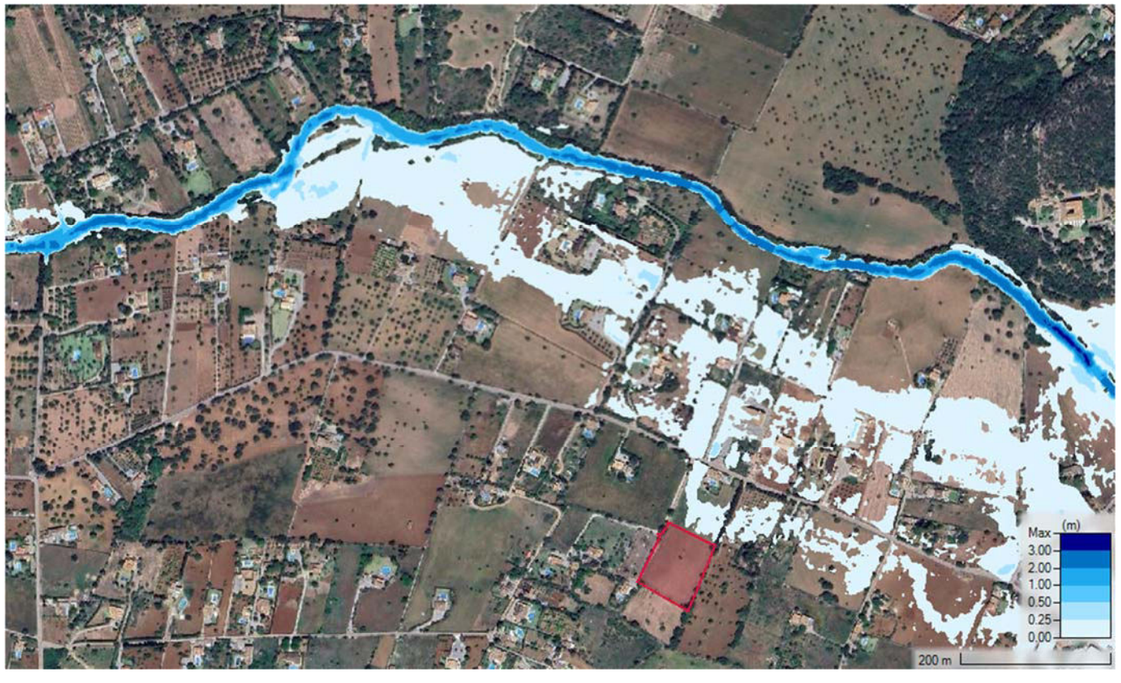
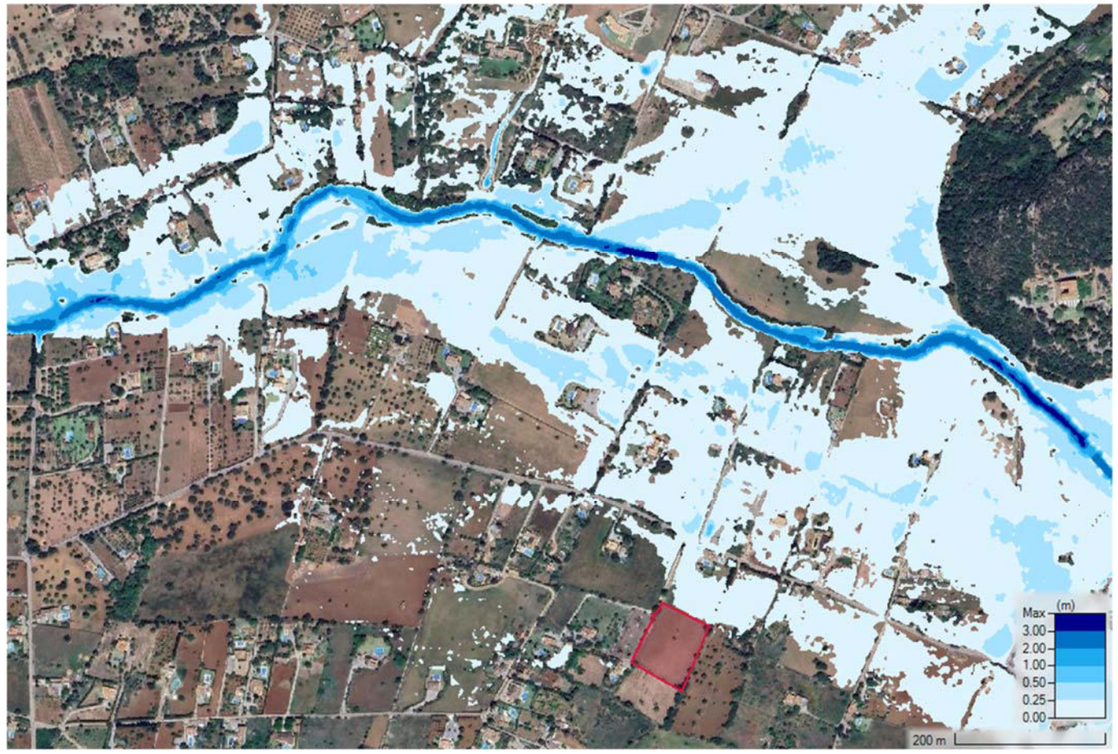


*Ilustración 19. Lámina de inundación para T=500 años en el entorno de la parcela analizada.*




## 12.1 Diagnosis de resultados

**Resultado principal:**

Como se puede apreciar en los resultados mostrados en el anterior epígrafe, el modelado hidrológico-hidráulico realizado indica ausencia de inundación sobre la parcela objeto de estudio; la lámina de inundación queda circunscrita al terreno colindante, alcanzando como máximo el perímetro de la parcela.

**Posibles causas de la discrepancia con la cartografía del visor:**

Como se comentaba al inicio de este estudio, existen discrepancias con la información indicada por las fuentes de la administración del Govern. Las diferencias entre la cartografía de referencia y los resultados del modelado del presente documento pueden deberse, entre otros factores, a:

- distinta resolución y representación del MDT;
- diferencias en condiciones de contorno y calibración del modelo;
- hipótesis de caudal utilizadas;
- inclusión o no de elementos de infraestructura;
- consideración de escenarios climáticos distintos (o de variabilidad en series históricas).

**Valoración y recomendaciones técnicas:**

1. Tratar la cartografía del Visor de l'Aigua como referencia preventiva e indicativa, útil para planificación y tramitación, pero no sustitutiva del análisis local detallado.
2. Basar la decisión técnica en el presente estudio local, que incorpora modelado detallado y justificación de supuestos específicos para la parcela.
3. Recomendar medidas de autoprotección y prevención proporcionales al riesgo residual (si la Administración lo considera necesario): por ejemplo, defensas ligeras, drenajes puntuales, accesos de emergencia y plan de contingencia.

**Nota administrativa.**

La determinación final sobre la consideración vinculante de la cartografía del Visor corresponde a las autoridades competentes (Govern de les Illes Balears / Consell de Mallorca / Ajuntament). Este informe aporta la **fundamentación técnica** necesaria para su valoración y para la tramitación de las autorizaciones o condicionantes que dichas autoridades puedan exigir.

## 12.2 Zona de Flujo Preferente

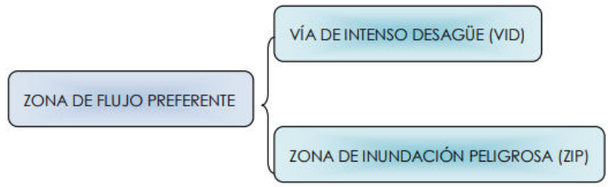
La **Zona de Flujo Preferente (ZFP)**, a la cual hace alusión el Real Decreto 9/2008 de 11 de enero, se define como el resultado de superponer dos zonas o superficies hidráulicas:

• La **Vía de Intenso Desagüe (VID)**, o zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas

• La **Zona de Inundación Peligrosa (ZIP)**, donde se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes.

Y todo ello referido a las condiciones hidráulicas estimadas para el período de retorno de 100 años.

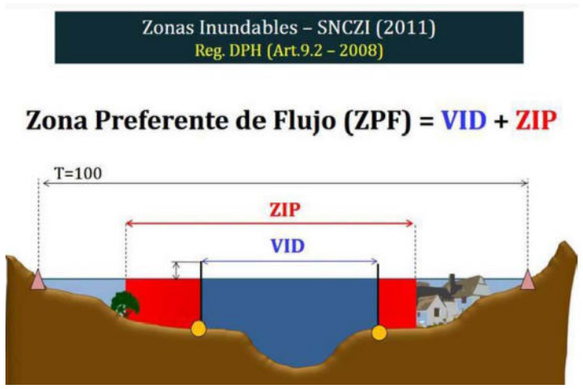
*Ilustración 57. Diagrama de composición de la Zona de Flujo Preferente.*




Y, para definir concretamente la zona de flujo preferente hay que introducir los conceptos:

- **Zona de Inundación Peligrosa**: De acuerdo con los criterios establecidos en el Real Decreto, la Zona de Inundación Peligrosa o Zona de Graves Daños, viene dado cuando se cumple alguno de los siguientes criterios:
  - Que el calado sea superior a 1 m
  - Que la velocidad sea superior a 1 m/s
  - Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m2/s.
- **Vía de Intenso Desagüe**: Se entiende por Vía de Intenso Desagüe (VID) la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de período de retorno sin producir una sobreelevación mayor de 0,3, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida, considerando toda la llanura de inundación existente.

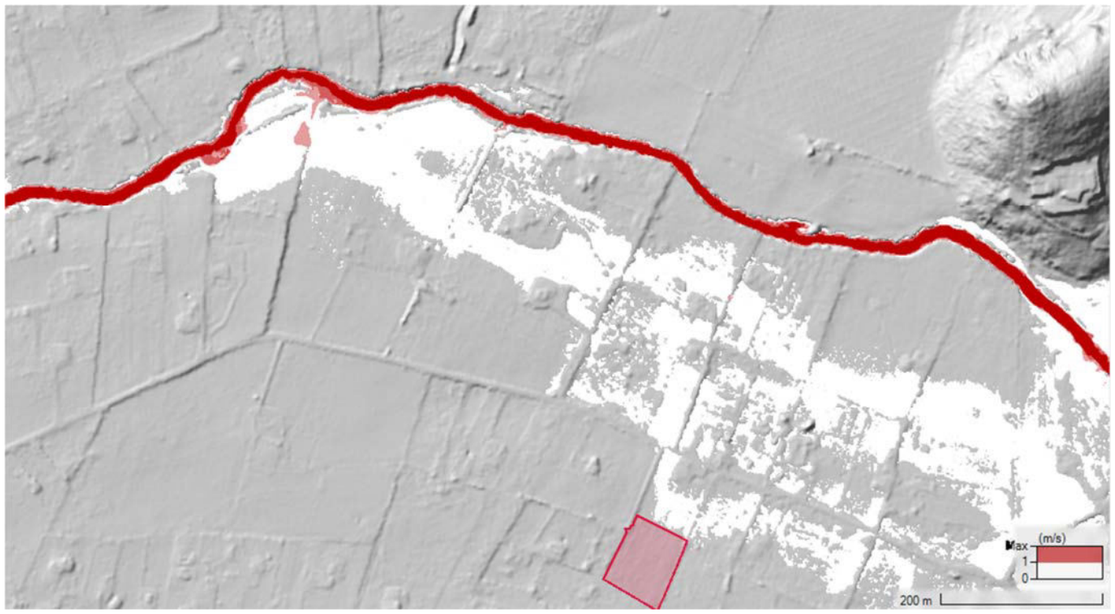
*Ilustración 58. Zona de Flujo Preferente.*




Los resultados de la **Zona de Flujo Preferente (ZFP)** que se muestran en el **Anexo II – Planos** se han delineado igualándose a la lámina de inundación de la Zona de Inundación Peligrosa (ZIP), por los siguientes motivos:

1. De las condiciones de **Zona de Inundación Peligrosa (ZIP)**, las únicas significativas han resultado ser la de Velocidad>1m/s y calado*velocidad>0,50m²/s, resultando la condición de calado>1m contenida en las dos anteriores.

*Ilustración 59. Zona de Inundación Peligrosa (en rojo) sobre lámina de inundación T100.*




2. La envolvente de la ZIP queda confinada, en la mayoría del tramo analizado, entre los límites de la ribera del cauce sometido a estudio.

3. Tras analizar la ZIP, se ha comprobado la **Vía de Intenso Desagüe (VID).** Para su obtención, se han realizado varias iteraciones con encroachments o "encauzamientos" mediante el modelado de polígonos de contorno en cada margen del cauce, que sobre elevan la citada lámina de avenida del T100. A medida que se ha ido iterando, se ha ido comprobando la diferencia de ráster generados y el T100 original, mediante calculadora ráster, de forma que no se produzca la citada sobreelevación de 30cm.

El resultado ha sido que la VID queda ceñida en su totalidad dentro de la envolvente que conforma la ZIP. Por tanto, tal y como se muestra en el plano, se ha considerado como ZFP la lámina arrojada por la ZIP. En cualquier caso, las instalaciones proyectadas quedan fuera de cualquiera de los anteriores.

*Ilustración 60. Encauzamiento mediante modelado de polígonos en HecRas.*

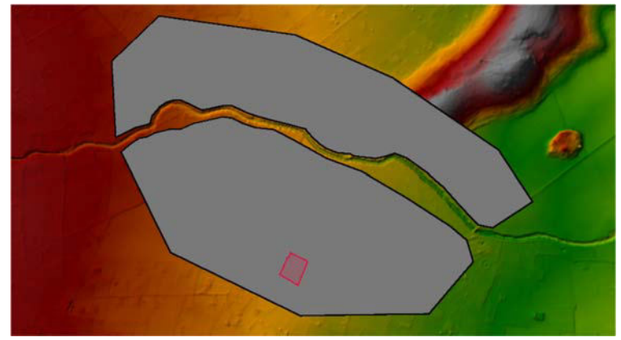


*Ilustración 61. Resultado VID mediante Calculadora Raster, en HecRas.*

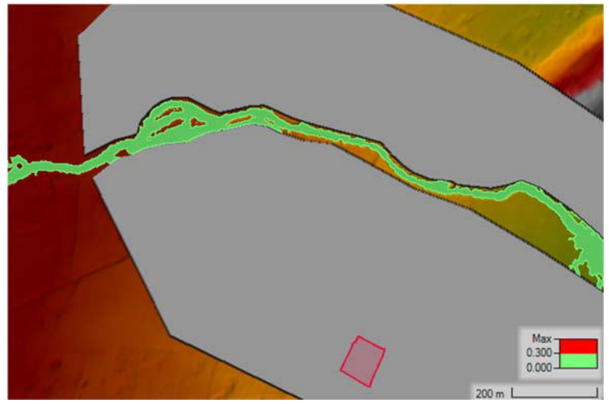



*Ilustración 62. Zona de Flujo Preferente calculado con HEC-RAS.*



## 13. CONSIDERACIONES FINALES

El análisis hidrológico e hidráulico realizado mediante modelización bidimensional con HEC-RAS, apoyado en un Modelo Digital del Terreno de alta resolución generado a partir de datos LIDAR, permite afirmar con un elevado nivel de fiabilidad que la parcela objeto de estudio no resulta afectada por las avenidas correspondientes a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Las láminas de inundación obtenidas en todas las simulaciones quedan confinadas en el entorno inmediato del cauce y, en su máxima extensión, alcanzan únicamente el perímetro externo de la parcela, sin llegar a invadir su interior. La estabilidad numérica del modelo, garantizada mediante control del número de Courant y mediante el uso de un mallado de 5×5 m adecuadamente adaptado mediante líneas de rotura, refuerza la solidez de estos resultados.

En relación con la Zona de Flujo Preferente (ZFP), la evaluación conjunta de la Zona de Inundación Peligrosa (ZIP) y de la Vía de Intenso Desagüe (VID) muestra que la envolvente de las condiciones que definen la peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años se mantiene íntegramente canalizada dentro del cauce y de su ribera inmediata. Tras las iteraciones realizadas para la delimitación de la VID —comprobando que no se produjesen sobreelevaciones superiores a 30 cm— se comprobó que ambas superficies quedan confinadas entre los límites naturales del cauce, por lo que la ZFP se corresponde con la lámina resultante de la ZIP. En cualquier caso, esta zona queda completamente fuera de la parcela y de las instalaciones proyectadas.

Si bien se ha puesto de manifiesto la existencia de discrepancias entre los resultados del presente estudio y la cartografía de inundabilidad disponible en el Visor de l'Aigua, tales diferencias se consideran coherentes y explicables. Pueden deberse a variaciones en la resolución del MDT utilizado por las fuentes administrativas, a diferencias en las condiciones de contorno y calibración, al distinto tratamiento de infraestructuras hidráulicas o a la aplicación de series hidrológicas o hipótesis de caudal no equivalentes. En este contexto, la cartografía oficial debe entenderse como una herramienta preventiva y de referencia general, pero no como sustitutiva del análisis local detallado que aquí se aporta, especialmente para la valoración de parcelas concretas.

A la luz de todo ello, se concluye que la parcela es compatible con los usos e instalaciones proyectadas, no presentando afecciones directas por inundación en los escenarios analizados. No obstante, como en cualquier entorno próximo a un curso fluvial, se recomienda mantener criterios de diseño prudentes y medidas de autoprotección proporcionadas al riesgo residual, tales como un adecuado drenaje superficial, control de accesos en episodios lluviosos intensos y mantenimiento periódico de las obras de drenaje existentes. Asimismo, se sugiere conservar toda la documentación técnica y los archivos del modelo para su posible revisión futura o para atender a los requerimientos que puedan plantear las administraciones competentes.

Por su parte, conviene subrayar que la determinación vinculante acerca de la consideración de la cartografía oficial y de las posibles condiciones o autorizaciones aplicables corresponde exclusivamente a los organismos competentes (Govern de les Illes Balears, Consell de Mallorca o Ajuntament). El presente estudio aporta, no obstante, la fundamentación técnica necesaria para su valoración y constituye un soporte sólido para la tramitación administrativa del proyecto.

Por último, con los resultados del presente estudio se ha hallado el límite de interés administrativo, como es la delimitación del Dominio Público Hidráulico (propuesto, y conservador, para T=10 años) que queda detallado en el apartado **Anexo II – Planos**.

Así pues, considerando que el presente Estudio Hidrológico e Hidráulico reúne todos los requisitos establecidos por la normativa vigente, se somete a la superioridad, proponiendo su aprobación.

En Vélez-Málaga, diciembre de 2025,



Antonio Dorado Calvo

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

# 15. ANEXO I: RESUMEN HIDROLÓGICO

## 15.1 Tiempo de concentración.

*Ilustración 63. Tabla: Valores de tiempo de concentración por cuenca.*

| Cuenca | Superficie (ha) | L (m) | Cota sup (m) | Cota inf (m) | Desnivel (m) | J (m/m) | Kt | T (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Torrent de Sant Jordi | 3,910.88 | 13,998 | 1,102 | 12 | 1089.81 | 0.078 | 1.26 | 3.62 |

## 15.2 Intensidades medias de precipitación

*Ilustración 64. Tabla: Intensidad media de precipitación por cuenca para periodo de retorno T10.*

| Cuenca | T=10 años | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I1/Id | T(h) | Fint | Pd' (mm/día) | Id (mm/h) | I (mm/h) |
| Torrent de Sant Jordi | 11.00 | 3.62 | 4.78 | 125.14 | 5.21 | 24.95 |

*Ilustración 65. Tabla: Intensidad media de precipitación por cuenca para periodo de retorno T100.*

| Cuenca | T=100 años | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I1/Id | T(h) | Fint | Pd' (mm/día) | Id (mm/h) | I (mm/h) |
| Torrent de Sant Jordi | 11.00 | 3.62 | 4.78 | 192.18 | 8.01 | 38.31 |

*Ilustración 66. Tabla: Intensidad media de precipitación por cuenca para periodo de retorno T500.*

| Cuenca | T=500 años | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I1/Id | T(h) | Fint | Pd' (mm/día) | Id (mm/h) | I (mm/h) |
| Torrent de Sant Jordi | 11.00 | 3.62 | 4.78 | 241.34 | 10.06 | 48.11 |

## 15.3 Coeficiente de escorrentía

*Ilustración 67. Tabla: Coeficiente de escorrentía por cuenca para periodo de retorno T10.*

| Cuenca | T=10 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pd'(mm) | P'o | factor β | P'o (corregido) | C |
| Torrent de Sant Jordi | 125.14 | 30.44 | 3.00 | 91.31 | 0.04 |

*Ilustración 68. Tabla: Coeficiente de escorrentía por cuenca para periodo de retorno T100.*

| Cuenca | T=100 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pd'(mm) | P'o | factor β | P'o (corregido) | C |
| Torrent de Sant Jordi | 192.18 | 30.44 | 3.00 | 91.31 | 0.13 |

*Ilustración 69. Tabla: Coeficiente de escorrentía por cuenca para periodo de retorno T500.*

| Cuenca | T=500 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pd'(mm) | P'o | factor β | P'o (corregido) | C |
| Torrent de Sant Jordi | 241.34 | 30.44 | 3.00 | 91.31 | 0.19 |

## 15.4 Caudales.

*Ilustración 70. Tabla: Caudales máximos por cuenca para periodo de retorno T10.*

| Cuenca | T= 10 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | I (mm/h) | A (Ha) | Coef. K | Q (m3/s) |
| Torrent de Sant Jordi | 0.04 | 24.95 | 3,910.88 | 1.26 | 12.48 |

*Ilustración 71. Tabla: Caudales máximos por cuenca para periodo de retorno T100.*

| Cuenca | T= 100 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | I (mm/h) | A (Ha) | Coef. K | Q (m3/s) |
| Torrent de Sant Jordi | 0.13 | 38.31 | 3,910.88 | 1.26 | 69.45 |

*Ilustración 72. Tabla: Caudales máximos por cuenca para periodo de retorno T500.*

| Cuenca | T= 500 años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | I (mm/h) | A (Ha) | Coef. K | Q (m3/s) |
| Torrent de Sant Jordi | 0.19 | 48.11 | 3,910.88 | 1.26 | 127.74 |

# 16. ANEXO II: PLANOS

**ÍNDICE DE PLANOS**

01 – SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS.

02 – CUENCAS VERTIENTES.

03 – USOS DE SUELO.

04 – LÁMINAS DE INUNDACIÓN.

05 – VELOCIDADES.

06 – ZONA DE FLUJO PREFERENTE.

# SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS










| LEYENDA | |
|---|---|
| **SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS** | |
| 1. SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS | |
| 2. CUENCAS VERTIENTES | |
| 3. USOS DE SUELO | |
| 4. LÍMITES DE INUNDACIÓN | |
| 5. VELOCIDADES | |
| 6. ZONA DE FLUJO PREFERENTE | |
| **HIDROGRAFÍA** | |
| | CAUCES PRINCIPALES (RED HIDROGRÁFICA) |
| | SENTIDO DEL CAUDAL |
| **ÁMBITO** | |
| | PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO |

**NOTA**

- **Tramo de red hidrográfica (cauce principal) obtenido de datos procedentes del IGN y de fuentes de la Administración General del Estado (Dirección General del Agua DGA; Instituto Hidrográfico de la Marina IHM, etc.).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

ODS energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/20.000
0m 200 400 600
UNE A-3
ORIGINALES GRAFICAS

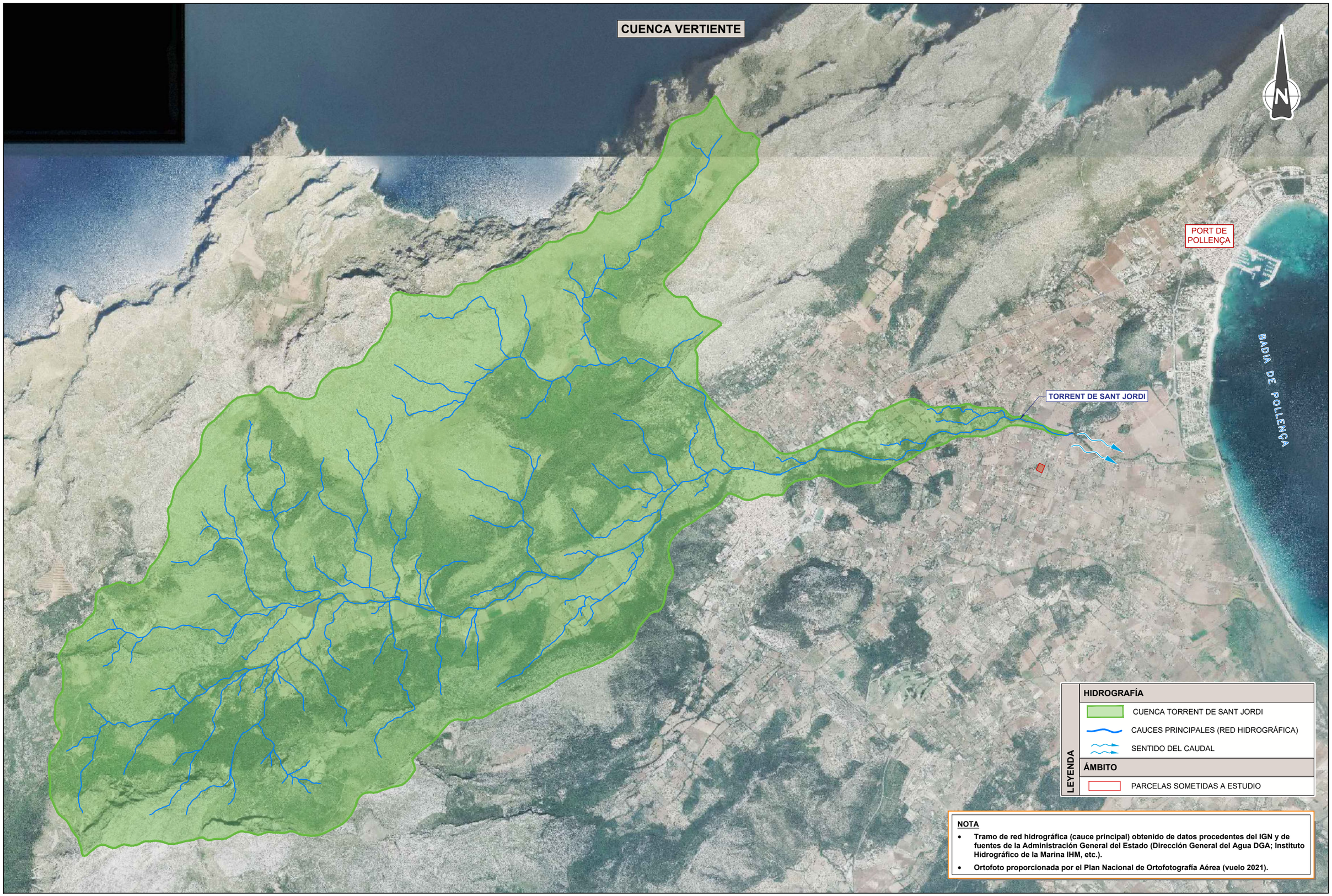
TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO: **SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS**

PLANO Nº: 1

HOJA 1 DE 1

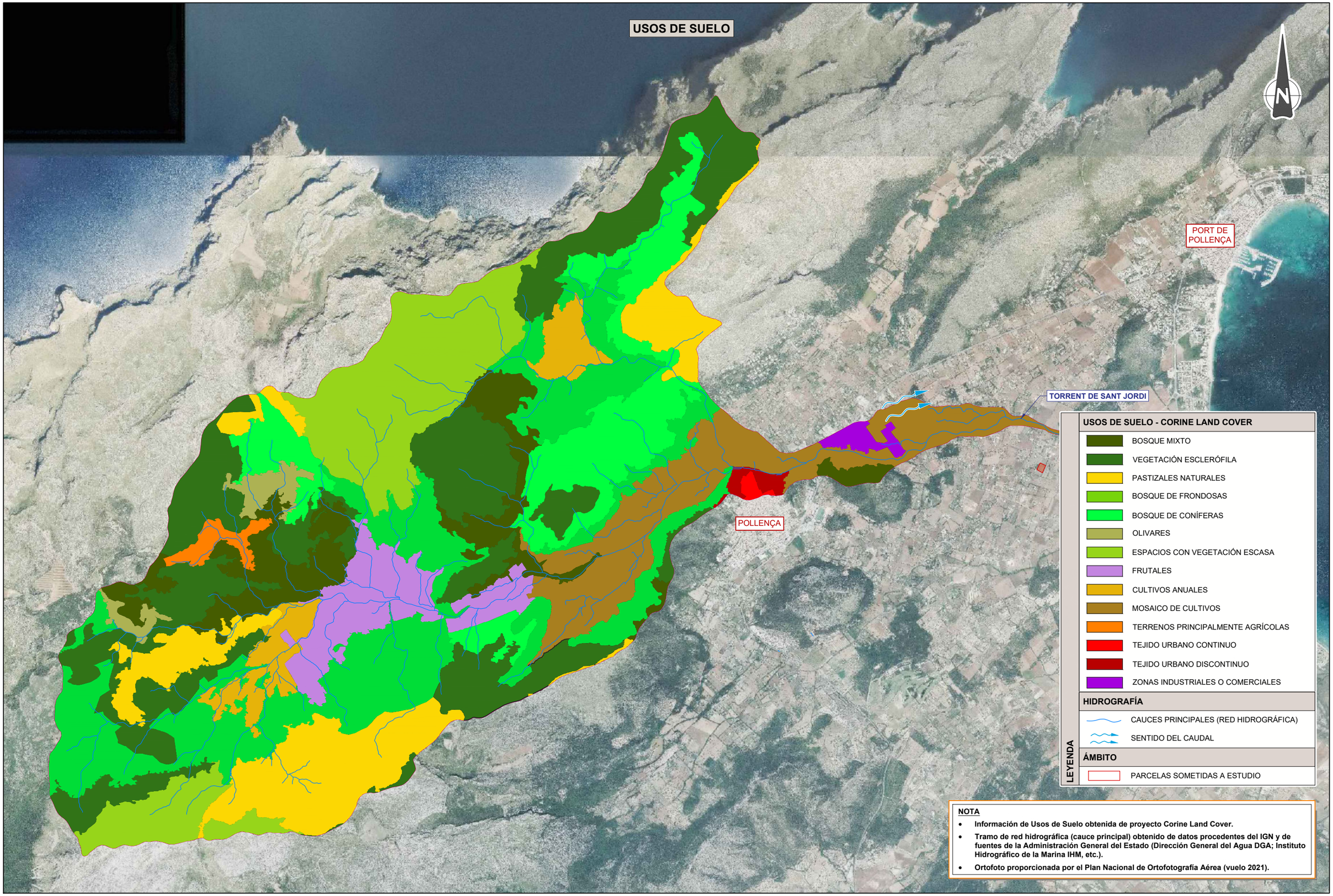



**NOTA**

- **Tramo de red hidrográfica (cauce principal) obtenido de datos procedentes del IGN y de fuentes de la Administración General del Estado (Dirección General del Agua DGA; Instituto Hidrográfico de la Marina IHM, etc.).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ODS energy development | INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3 | AUTOR DEL ESTUDIO: ANTONIO DORADO CALVO I.C.C.P. - Colegiado 31.721 | ESCALA: 1/40.000 (0m 400 800 1.200) UNE A-3 ORIGINALES GRAFICAS | TÍTULO: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA) | FECHA: DICIEMBRE 2025 | TITULO DEL PLANO: **CUENCA VERTIENTE** | PLANO Nº: 2 HOJA 1 DE 2 |

# USOS DE SUELO




**USOS DE SUELO - CORINE LAND COVER**

- BOSQUE MIXTO
- VEGETACIÓN ESCLERÓFILA
- PASTIZALES NATURALES
- BOSQUE DE FRONDOSAS
- BOSQUE DE CONÍFERAS
- OLIVARES
- ESPACIOS CON VEGETACIÓN ESCASA
- FRUTALES
- CULTIVOS ANUALES
- MOSAICO DE CULTIVOS
- TERRENOS PRINCIPALMENTE AGRÍCOLAS
- TEJIDO URBANO CONTINUO
- TEJIDO URBANO DISCONTINUO
- ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES

**HIDROGRAFÍA**

- CAUCES PRINCIPALES (RED HIDROGRÁFICA)
- SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

- PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

LEYENDA

**NOTA**

- **Información de Usos de Suelo obtenida de proyecto Corine Land Cover.**
- **Tramo de red hidrográfica (cauce principal) obtenido de datos procedentes del IGN y de fuentes de la Administración General del Estado (Dirección General del Agua DGA; Instituto Hidrográfico de la Marina IHM, etc.).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

ODS energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/40.000
0m 400 800 1.200
UNE A-3
ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI,
A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3,
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO: **USOS DE SUELO**

PLANO Nº: 3

HOJA 1 DE 1

# LÁMINA DE INUNDACIÓN PARA T=10 AÑOS

TORRENT DE SANT JORDI

N

**LEYENDA**

**CALADOS**

3.0 m
2.5 m
2.0 m
1.5 m
1.0 m
0.5 m
0.0 m

**LEYENDA**

**INUNDABILIDAD**

Lámina de inundación

Lámina obtenida a partir de los resultados de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno considerado.

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).
- Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).

energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3
ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI,
A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3,
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

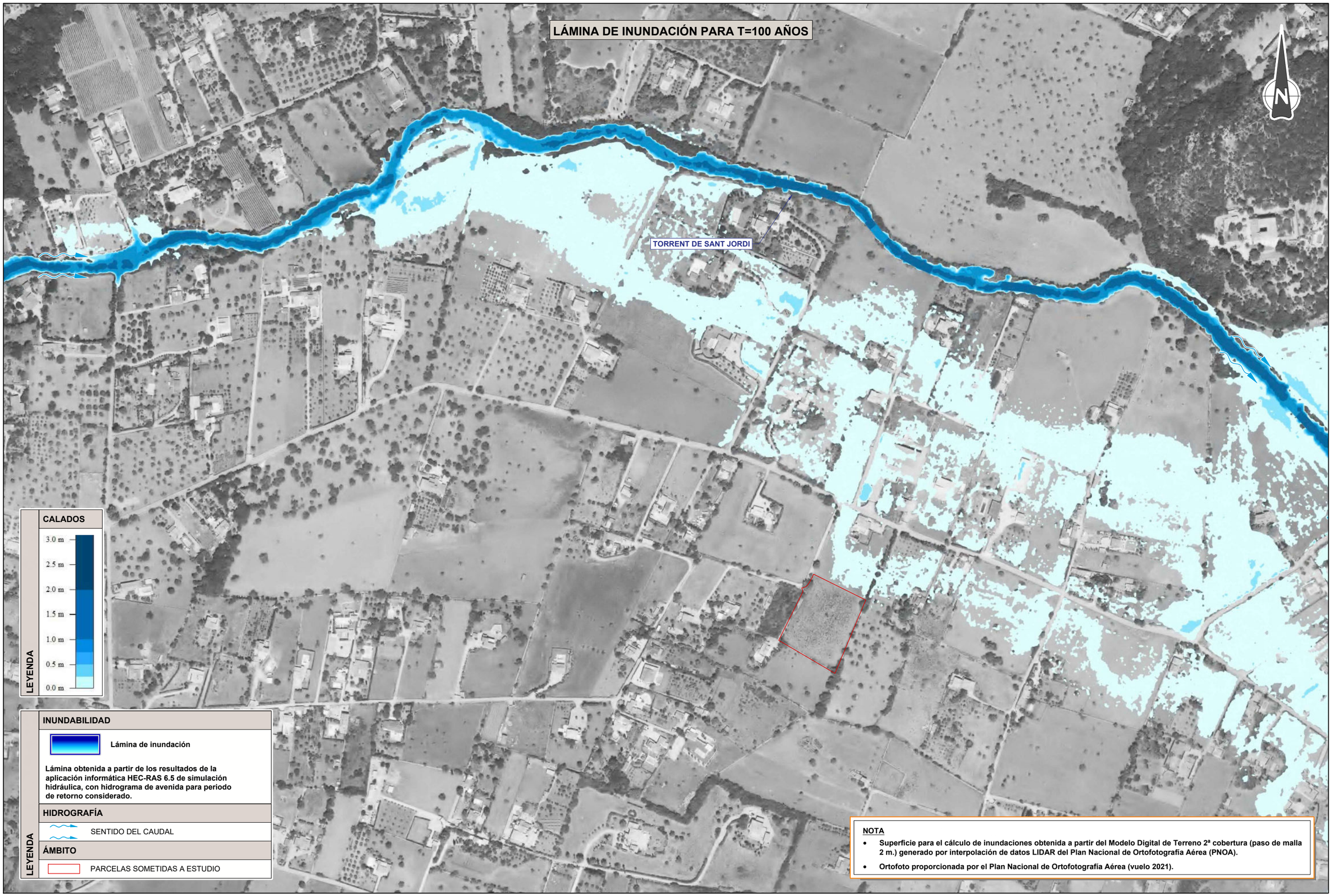
FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO:
**LÁMINA DE INUNDACIÓN PARA T=10 AÑOS**

PLANO Nº: 4.1

HOJA 1 DE 1

# LÁMINA DE INUNDACIÓN PARA T=100 AÑOS




**LEYENDA**

**CALADOS**

3.0 m
2.5 m
2.0 m
1.5 m
1.0 m
0.5 m
0.0 m

**LEYENDA**

**INUNDABILIDAD**

Lámina de inundación

Lámina obtenida a partir de los resultados de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno considerado.

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).
- Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).

ODS energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3 ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO: **LÁMINA DE INUNDACIÓN PARA T=100 AÑOS**

PLANO Nº: 4.2

HOJA 1 DE 1

# LÁMINA DE INUNDACIÓN PARA T=500 AÑOS

TORRENT DE SANT JORDI

N

**LEYENDA**

**CALADOS**

3.0 m
2.5 m
2.0 m
1.5 m
1.0 m
0.5 m
0.0 m

**LEYENDA**

**INUNDABILIDAD**

Lámina de inundación

Lámina obtenida a partir de los resultados de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno considerado.

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).
- Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).

ODS energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3 ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO: **LÁMINA DE INUNDACIÓN PARA T=500 AÑOS**

PLANO Nº: 4.3

HOJA 1 DE 1

# VELOCIDADES PARA T=10 AÑOS

TORRENT DE SANT JORDI

N

**LEYENDA**

**VELOCIDADES**

8.0 m
7.0 m
6.0 m
5.0 m
4.0 m
3.0 m
2.0 m
1.0 m
0.0 m

**LEYENDA**

**VELOCIDADES**

Velocidades

**Lámina obtenida a partir de los resultados de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno considerado.**

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- **Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

ODS energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3
ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI,
A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3,
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO:
**VELOCIDADES PARA T=10 AÑOS**

PLANO Nº: 5.1

HOJA 1 DE 1

# VELOCIDADES PARA T=100 AÑOS

TORRENT DE SANT JORDI

N

**LEYENDA**

**VELOCIDADES**

8.0 m
7.0 m
6.0 m
5.0 m
4.0 m
3.0 m
2.0 m
1.0 m
0.0 m

**LEYENDA**

**VELOCIDADES**

Velocidades

**Lámina obtenida a partir de los resultados de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno considerado.**

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- **Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

ODS energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3
ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI,
A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3,
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO:
**VELOCIDADES PARA T=100 AÑOS**

PLANO Nº: 5.2

HOJA 1 DE 1

# VELOCIDADES PARA T=500 AÑOS

TORRENT DE SANT JORDI

N

**LEYENDA**

**VELOCIDADES**

8.0 m
7.0 m
6.0 m
5.0 m
4.0 m
3.0 m
2.0 m
1.0 m
0.0 m

**LEYENDA**

**VELOCIDADES**

Velocidades

**Lámina obtenida a partir de los resultados de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno considerado.**

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- **Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3 ORIGINALES
GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA :
DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO:
**VELOCIDADES PARA T=500 AÑOS**

PLANO Nº:
5.3

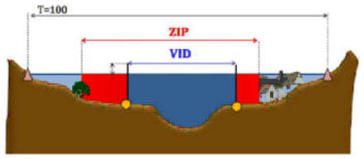
HOJA 1 DE 1

ZONA DE FLUJO PREFERENTE

TORRENT DE SANT JORDI

N

**Zona Preferente de Flujo (ZPF) = VID + ZIP**




**Nota Aclaratoria**

**Los resultados de la Zona de Flujo Preferente (ZFP) que se muestran en el presente plano se han delineado igualándose a la lámina de inundación de la Zona de Inundación Peligrosa (ZIP), por los siguientes motivos:**

**1. De las condiciones de Zona de Inundación Peligrosa (ZIP), las únicas significativas han resultado ser la de Velocidad>1m/s y calado*veloc.>0,50m²/s, resultando la condición de calado>1m contenida en las dos anteriores.**

**2. La envolvente de la ZIP queda confinada, en la mayoría del tramo analizado, entre los límites de la ribera del cauce sometido a estudio.**

**3. Tras analizar la ZIP, se ha comprobado la Vía de Intenso Desagüe (VID). Para su obtención, se han realizado varias iteraciones con encroachments o "encauzamientos" mediante el modelado de polígonos de contorno en cada margen del cauce, que sobre elevan la lámina de avenida del T100. A medida que se ha ido iterando, se ha ido comprobando la diferencia de ráster generados y el T100 original, mediante calculadora ráster, de forma que no se produzca la citada sobreelevación de 30cm. El resultado ha sido que la VID queda ceñida en su totalidad dentro de la envolvente que conforma la ZIP.**

**Por tanto, tal y como se muestra en el plano, se ha considerado como ZFP la lámina arrojada por la ZIP. En cualquier caso, las instalaciones proyectadas quedan fuera de cualquiera de los anteriores.**

**LEYENDA**

**ZONA DE FLUJO PREFERENTE**

**Zona de Flujo Preferente**

**Contorno delineado a partir de los resultados obtenidos de la aplicación informática HEC-RAS 6.5 de simulación hidráulica, con hidrograma de avenida para periodo de retorno de 100 años.**

**HIDROGRAFÍA**

SENTIDO DEL CAUDAL

**ÁMBITO**

PARCELAS SOMETIDAS A ESTUDIO

**NOTA**

- **Superficie para el cálculo de inundaciones obtenida a partir del Modelo Digital de Terreno 2ª cobertura (paso de malla 2 m.) generado por interpolación de datos LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).**
- **Ortofoto proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (vuelo 2021).**

energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3 ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO:
**ZONA DE FLUJO PREFERENTE**

PLANO Nº: 6

HOJA 1 DE 1




energy development

INGENIERÍA & ARQUITECTURA D 3

AUTOR DEL ESTUDIO :
ANTONIO DORADO CALVO
I.C.C.P. - Colegiado 31.721

ESCALA : 1/4.000
0m 40 80 120
UNE A-3 ORIGINALES GRAFICAS

TÍTULO :
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL TORRENT DE SANT JORDI, A SU PASO POR LA PARCELA 312, POLÍGONO 3, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE POLLENÇA (MALLORCA)

FECHA : DICIEMBRE 2025

TITULO DEL PLANO:
**LÍMITES ADMINISTRATIVOS**

PLANO Nº: 7

HOJA 1 DE 1

# III. PLIEGO DE CONDICIONES

## 1. OBJETO DEL PLIEGO

### 1.1. ALCANCE

## 2. CONDICIONES GENERALES

### 2.1. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA
2.1.1. PROPIEDAD
2.1.2. DIRECCIÓN FACULTATIVA DE LA OBRA
2.1.3. CONTRATISTA
### 2.2. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO
### 2.3. SEGURIDAD Y SALUD
### 2.4. PRESENCIA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA
### 2.5. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE
### 2.6. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO
### 2.7. RECLAMACIONES CONTA ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA
### 2.8. FALTAS DE PERSONAL
### 2.9. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS
### 2.10. CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS
2.10.1. CAMINOS Y ACCESOS
2.10.2. REPLANTEO
2.10.3. COMIENZO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS
2.10.4. ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS
2.10.5. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS
2.10.6. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR
2.10.7. PRÓRROGA POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR
2.10.8. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA
2.10.9. TRABAJOS DEFECTUOSOS
2.10.10. VICIOS OCULTOS
2.10.11. PROCEDENCIA DE EQUIPOS Y MATERIALES
2.10.12. MATERIALES NO UTILIZABLES
2.10.13. LIMPIEZA DE LAS OBRAS
2.10.14. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA
### 2.11. GARANTÍAS, PLAZOS Y FIANZAS
2.11.1. CONSERVACIÓN DEL PROYECTO DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA
2.11.2. RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PROYECTO
2.11.3. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA
### 2.12. RESOLUCIÓN DEL CONTRATO

## 3. CONDICIONES ECONÓMICAS

### 3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS
### 3.2. PRECIO DE CONTRATA
### 3.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS
### 3.4. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS
### 3.5. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS
### 3.6. ACOPIO DE MATERIALES
### 3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES
### 3.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES
### 3.9. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

**3.10. PAGOS**
**3.11. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO**
**3.12. DEMORA DE LOS PAGOS**
**3.13. MEJORAS Y AUMENTO DE OBRAS**
**3.14. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS ACEPTABLES**
**3.15. SEGURO DEL PROYECTO**
**3.16. CONSERVACIÓN DE LA OBRA**
**3.17. BIENES DE LA PROPIEDAD USADOS POR EL CONTRATISTA**
**3.18. CONTRADICCIONES ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA**

**4. CONDICIONES TÉCNICAS**

**4.1. GENERADOR BESS**
4.1.1. MÓDULOS DE BATERÍAS
4.1.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN O ESTACIONES DE POTENCIA
4.1.3. CENTRO DE CONTROL
**4.2. OBRA CIVIL**
4.2.1. MATERIALES BÁSICOS
4.2.1.1. Zahorras Artificiales
4.2.1.2. Hormigón
4.2.1.3. Armaduras de Acero
4.2.2. EQUIPOS Y MAQUINARIA
4.2.2.1. Compactador
4.2.2.2. Camión Cisterna
4.2.2.3. Motoniveladora
4.2.2.4. Retroexcavadora
4.2.2.5. Pala Cargadora
4.2.2.6. Camión
4.2.2.7. Cuba de Transporte de Hormigón
4.2.2.8. Bombas de Achique
4.2.2.9. Inclinómetros
4.2.3. IMPLANTACIÓN EN OBRA
4.2.4. VERIFICACIÓN Y REPLANTEO
4.2.5. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO
4.2.6. EXCAVACIÓN
4.2.7. TERRAPLÉN Y RELLENOS AUXILIARES
4.2.8. VIALES
4.2.9. DRENAJE SUPERFICIAL
4.2.9.1. Cuneta Triangular
4.2.9.2. Caños y Pasos Salvacunetas
4.2.9.3. Badén de Hormigón
4.2.10. CERRAMIENTO PERIMETRAL
4.2.11. EXCAVACIÓN EN ZANJAS
4.2.12. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA
4.2.13. BANDEJAS
4.2.14. TUBOS
4.2.15. CINTA DE SEÑALIZACIÓN DE CABLES ENTERRADOS
4.2.16. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO
4.2.16.1. Generalidades
4.2.16.2. Hormigones
4.2.16.3. Armaduras de Acero
4.2.16.4. Excavaciones

4.2.16.5. Excavación y Relleno de Zanjas
4.2.16.6. Explanada
4.2.16.7. Secciones de Firme
4.2.16.8. Drenajes
4.2.17. PUNTOS DE INSPECCIÓN
4.2.18. CONTROL MEDIOAMBIENTAL
4.2.19. NORMATIVA
**4.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**
4.3.1. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN
4.3.1.1. Conductores
4.3.2. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN
4.3.2.1. Aparamenta de Media Tensión
4.3.2.2. Conductores Eléctricos de MT
4.3.2.3. Accesorios
4.3.3. RED DE TIERRAS

# 1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir las condiciones mínimas que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en las siguientes instalaciones:

- Proyecto "BESS Bocchoris" de 11,00 MW / 20 MWh y 10 MW de capacidad de acceso otorgada en el punto de conexión, localizada en el término municipal de Pollença, provincia de Islas Baleares (en adelante la "Planta" o el "Proyecto").

Se definen por tanto las especificaciones y criterios mínimos, las disposiciones de tipo administrativo y legal, las normas y las condiciones técnicas con relación a los materiales y a la ejecución de las obras y al procedimiento de medición y abono para las diferentes obras incluidas en el Proyecto, pretendiendo servir de guía para asegurar la calidad del Proyecto en términos de rendimiento, producción e integración.

## 1.1. Alcance

Se entenderá que el contenido del presente Pliego rige para todo lo comprendido y expresado en los sucesivos capítulos, siempre y cuando no se opongan a lo establecido en la legislación vigente.

Las unidades de obra que no hayan sido incluidas y señaladas expresamente en este Pliego se ejecutarán conforme a lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buenas prácticas en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale la Dirección Facultativa de la obra.

# 2. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego obliga a la Propiedad, a la Dirección Facultativa de las obras y al Contratista.

## 2.1. Representantes de la Propiedad y del Contratista

### *2.1.1. Propiedad*

Se entiende por La Propiedad a cualquier persona, física o jurídica, representante de ésta, autorizada legalmente.

### *2.1.2. Dirección Facultativa de la Obra*

Se entiende por Dirección Facultativa, por una parte, al Ingeniero que lleve oficialmente la dirección de las obras o la persona o personas autorizadas formalmente por éste para representarle en algún aspecto relacionado con dicha dirección y, por otra parte, al Ingeniero Técnico de la Obra propuesto y aceptado por la Propiedad.

A la Dirección Facultativa le corresponde lo siguiente:

- Redactar los complementos o rectificaciones del Proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.

- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo inicial de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, siempre que no solape competencias con el Coordinador de Seguridad y Salud, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de calidad, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el Proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.
- Las funciones de la dirección de obras serán llevadas a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

### *2.1.3. Contratista*

Se entiende por Contratista a la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Jefe de Obra y Delegado del Contratista a la persona, designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad y la Dirección Facultativa, con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las actividades contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.

- Colaborar con la Dirección Facultativa en la resolución de los diferentes problemas que se planteen durante la ejecución.

Al Contratista le corresponde lo siguiente:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con la Dirección Facultativa el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Facilitar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

## 2.2. Verificación de los Documentos del Proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada del Proyecto le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

## 2.3. Seguridad y Salud

El Contratista, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anexo a la Memoria.

## 2.4. Presencia del Contratista en la Obra

El Contratista tiene la obligación a comunicar a La Propiedad la persona designada como representante en la obra, que tendrá carácter de Jefe de Obra, con dedicación plena y con total facultad para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan al Contratista.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará a la Dirección Facultativa para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de Obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## 2.5. Trabajos no Estipulados Expresamente

Es obligación del Contratista el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

## 2.6. Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de la Documentación del Proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando obligado a devolver los originales y sus copias, y suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuna hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Contratista, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Contratista podrá requerir de la Dirección Facultativa, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## 2.7. Reclamaciones conta Órdenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones provenientes de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida a la Dirección Facultativa, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

## 2.8. Faltas de Personal

Si la Dirección Facultativa, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la correcta ejecución de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista principal de la obra.

## 2.9. Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá exigir la repetición de todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías

## 2.10. Condiciones Generales de la Ejecución de los Trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### *2.10.1. Caminos y Accesos*

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de la misma, pudiendo la Dirección Facultativa exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Contratista tendrá la obligación de colocar en lugar visible a la entrada de la obra un cartel de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra tales como el título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

### *2.10.2. Replanteo*

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos son considerados a cargo del Contratista e deberán ir incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación de la Dirección Facultativa, y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

### *2.10.3. Comienzo de la Obra y Ritmo de Ejecución de los Trabajos*

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

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

### *2.10.4. Orden de Ejecución de los Trabajos*

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

### *2.10.5. Facilidades para Otros Contratistas*

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a las demás subcontratas que intervengan en la obra, sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratas por la utilización de medios auxiliares, suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, el Contratista y las Subcontratas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### *2.10.6. Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor*

Cuando sea preciso, por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra, mientras se define o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

### *2.10.7. Prórroga por Causas de Fuerza Mayor*

Si por causa de fuerza mayor el Contratista no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución de los trabajos y el retraso que ésta tendrá en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que solicita.

### *2.10.8. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra*

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

### *2.10.9. Trabajos Defectuosos*

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales y Condiciones Técnica de este Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del Proyecto es responsable de la ejecución de los trabajos que contratados y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o equipos instalados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los equipos instalados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### *2.10.10. Vicios Ocultos*

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

### *2.10.11. Procedencia de Equipos y Materiales*

El Contratista tiene libertad a la hora de proveerse de los materiales y equipos en los puntos que le parezcan convenientes, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Particulares preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los materiales y equipos que vaya a utilizar en la ejecución de los trabajos, incluyendo información sobre la marca, calidad, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### *2.10.12. Materiales No Utilizables*

El Contratista transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Estos materiales no utilizables se retirarán de la obra o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se

hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa.

### *2.10.13. Limpieza de las Obras*

Es obligación del Contratista mantener las obras y sus alrededores limpios, tanto de escombros como de materiales sobrantes, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

### *2.10.14. Documentación Final de Obra*

La Dirección Facultativa facilitará a la Propiedad la documentación final del Proyecto, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente. Esto incluirá, como mínimo, los manuales de instalación, manuales de operación y mantenimiento, proyecto AS-BUILT incluyendo planos y cálculos y cualquier otra documentación relacionada con el Proyecto.

## 2.11. Garantías, Plazos y Fianzas

Durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

Las garantías y fianzas de todo tipo que se consideren necesarias por abonos de acopios, daños causados por demoras, etc., serán las que se estipulen en contrato. Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el Contrato, del importe de cada certificación se deducirá un cinco (5%) por ciento que será retenido por La Propiedad en concepto de garantía, hasta la Recepción Definitiva de la obra.

El Contratista garantiza a La Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

### *2.11.1. Conservación del Proyecto durante el Plazo de Garantía*

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista será el conservador del Proyecto durante el plazo de garantía, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva.

### *2.11.2. Recepción Definitiva del Proyecto*

La Recepción Definitiva se verificará después de transcurrido el Plazo de Garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la Recepción Provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios ocultos de la construcción.

### *2.11.3. Prórroga del Plazo de Garantía*

Si al proceder al reconocimiento para la Recepción Definitiva del Proyecto no se encontrase éste en las condiciones debidas se aplazará dicha Recepción Definitiva, y la Dirección Facultativa marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias.

De no efectuar el Contratista lo requerido por la Dirección Facultativa para considerar que el Proyecto se encuentra en las condiciones debidas para la Recepción Definitiva, podrá resolverse el Contrato con pérdida de los avales.

## 2.12. Resolución del Contrato

En el caso de resolución contractual, el Contratista tendrá la obligación de retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaría, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otro contratista.

# 3. CONDICIONES ECONÓMICAS

## 3.1. Composición de los Precios Unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Costes Directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaría e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Costes Indirectos:

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

Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un máximo del 8 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

## 3.2. Precio de Contrata

En el caso de que los trabajos a realizar se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 8 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

## 3.3. Precios Contradictorios

Salvo que las condiciones contractuales entre el Contratista y la Propiedad que establezcan lo contrario, se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las partidas previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios y, ante la falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del Contrato.

## 3.4. Reclamación de Aumento de Precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

## 3.5. Revisión de los Precios Contratados

Una vez que el Contratista y la Propiedad cierren el contrato económico de la ejecución de las obras no se procederá a revisión de precios.

## 3.6. Acopio de Materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o equipos para la ejecución de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de exclusiva propiedad de éste. De su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## 3.7. Responsabilidad del Contratista en el Bajo Rendimiento de los Trabajadores

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Propiedad para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutadas, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, La Propiedad queda facultada para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

## 3.8. Relaciones Valoradas y Certificaciones

En cada una de las fechas que se fijen en el Contrato o en los Pliegos de Condiciones Particulares que rijan en la obra, el Contratista formará una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego General de Condiciones Económicas, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, la Dirección Facultativa los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, la Dirección Facultativa aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante la Propiedad contra la resolución de la Dirección Facultativa en la forma establecidas en las condiciones legales acordadas.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de Obra la certificación de las obras ejecutadas.

Las certificaciones se remitirán a la Propiedad dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

## 3.9. Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada

Salvo lo preceptuado en el Pliego de Condiciones Particulares de índole económica, y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, La Dirección Facultativa indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

## 3.10. Pagos

Los pagos se efectuarán por la Propiedad en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por la Dirección Facultativa en virtud de las cuales se verifiquen los mismos.

## 3.11. Indemnización por Retraso No Justificado en el Plazo de Ejecución del Proyecto

La indemnización por retraso en la ejecución del Proyecto se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el plan de obra (cronograma).

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o avales.

## 3.12. Demora de los Pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del Contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el Contrato.

## 3.13. Mejoras y Aumento de Obras

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que la Dirección Facultativa haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo en caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que la Dirección Facultativa ordene, también por escrito, la ampliación de las unidades contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

En el supuesto contrario, cuando la Dirección Facultativa introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas, se seguirá el mismo criterio y procedimiento expuesto en el párrafo anterior.

## 3.14. Unidades de Obra Defectuosas Aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar una obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo en caso de que estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

## 3.15. Seguro del Proyecto

El Contratista estará obligado a asegurar el Proyecto durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la Recepción Definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre de la Propiedad, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, La Propiedad podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo

suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por la Dirección Facultativa.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de Proyecto que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del Proyecto afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## 3.16. Conservación de la Obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el Plazo de Garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva, la Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar el Contratista el Proyecto, tanto por la buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que la Dirección Facultativa establezca.

Después de la recepción provisional del Proyecto y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería, limpieza y resto de trabajos que fuese preciso ejecutar.

En cualquier caso, el Contratista tiene la obligación de revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

## 3.17. Bienes de la Propiedad Usados por el Contratista

Cuando durante la ejecución de las obras el Contratista, siempre con la necesaria y previa autorización de la Propiedad, ocupe edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes a la misma, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato en perfecto estado de conservación y reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el Contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará la Propiedad a costa del Contratista y con cargo a la fianza.

## 3.18. Contradicciones entre el Presente Pliego de Condiciones y las Cláusulas del Contrato entre la Propiedad y el Contratista

En caso de contradicciones entre el presente Pliego de Condiciones y las cláusulas del Contrato entre el Contratista y La Propiedad prevalecerán los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado el Contratista y La Propiedad en su Contrato.

Cuando tal circunstancia se produjera, la Dirección Facultativa podrá solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal, que deberá estar firmado por las partes que lo acuerdan.

# 4. CONDICIONES TÉCNICAS

## 4.1. Generador BESS

### *4.1.1. Módulos de Baterías*

Para el Proyecto se han seleccionado baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4) del fabricante HiTHIUM, que irán alojadas en armarios de dimensiones especiales tipo container.

La compacidad es la característica más relevante que permite realizar el montaje del centro en fábrica por lo que ofrece: calidad en origen, reducción del tiempo de instalación, soluciones llave en mano y posibilidad de posteriores traslados.

Debido a su concepción de armario monobloque, la instalación de estos módulos de baterías sólo precisa haber realizado previamente una excavación en el terreno y la posterior cimentación.

**Ejecución**

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del container, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la recomendación UNESA 1303-A, el prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base donde irá alojados será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el container deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Todos los elementos metálicos del container que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Módulos de Baterías: suministro y montaje de los diferentes elementos que componen los módulos de baterías y la interconexión entre los mismos, así como su transporte y descarga.

### *4.1.2. Centros de Transformación o Estaciones de Potencia*

Para el Proyecto se han seleccionado Centros de Transformación para el incremento de la tensión de baja (BT) a media tensión (MT).

La compacidad es la característica más relevante que permite realizar el montaje del centro en fábrica por lo que ofrece: calidad en origen, reducción del tiempo de instalación, soluciones llave en mano y posibilidad de posteriores traslados.

Debido a su concepción de centro monobloque, la instalación de estos prefabricados sólo precisa haber realizado previamente una excavación en el terreno y la posterior cimentación.

**Ejecución**

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos de la Estación de Potencia, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la recomendación UNESA 1303-A, el prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base de la Estación de Potencia será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el bloque de potencia deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Todos los elementos metálicos de la Estación de Potencia que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Estación de Potencia: suministro y montaje de prefabricado compacto, equipado con transformador de baja a media tensión, transformador de servicios auxiliares, celdas de protección asociadas y la interconexión entre todos los elementos. Incluye su transporte y descarga.

### *4.1.3. Centro de Control*

El Centro de Control estará compuesto por un edificio en el cual se integran los siguientes equipos de media tensión:

- Cabinas de MT
- Servicios Auxiliares
- Equipo de Comunicación
- Alumbrado.
- Tomas de corriente.
- Extintores
- Sensores antincendios.

Todos los materiales de construcción y características idénticas susceptibles de sustitución deberán ser intercambiables. La envolvente debe ser metálica, magnética y deberá presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles situadas en su interior. La parte superior de la envolvente prefabricada quedará libre de todo obstáculo para su posible apertura para la inserción y retirada de la aparamenta.

Las entradas y salidas de cables irán selladas adecuadamente mediante sistemas que garanticen la estanqueidad.

Los conductores y equipos de los centros de seccionamiento cumplen los requisitos de mediciones de campos magnéticos dispuestos en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo.

**Ejecución:**

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del Centro de Seccionamiento, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su

La base del Centro de Seccionamiento será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.
Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la

manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el Centro de Seccionamiento deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Todos los elementos metálicos del Centro de Seccionamiento están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

**Medición y Abono:**

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Centro de Seccionamiento: suministro y montaje de los diferentes elementos que componen el Centro de Seccionamiento y la interconexión entre los mismos, así como su transporte y descarga.

## 4.2. Obra Civil

En este apartado se realiza una descripción de las diferentes partes que integran el alcance del suministro y los trabajos de movimiento de tierras y obra civil de la Planta BESS, figurando las descripciones y las mediciones detalladas de todas las partidas que lo componen.

### *4.2.1. Materiales Básicos*

#### *4.2.1.1.Zahorras Artificiales*

Material granular formado por áridos machacados total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo, utilizada como capa de firme, apoyo y relleno.

Los materiales que compongan la zahorra deberán cumplir todo lo estipulado en el apartado 501.2 del artículo 510 del PG3.

**Ejecución de las Obras**

La ejecución de las obras se ajustará al apartado 501.3 del artículo 501 del PG3.

La zahorra que se tiene previsto colocar es la denominada ZA (25) que deberá cumplir el siguiente huso granulométrico:

| TAMICES UNE | 25 | 20 | 10 | 5 | 2 | 400 mm | 80 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CERNIDO ACUMULADO (%) | 100 | 75-100 | 50-80 | 35-60 | 20-40 | 8-22 | 0-10 |

Para realizar el control de calidad de las zahorras artificiales y su puesta en obra deberán realizarse los siguientes ensayos:

- Ensayos granulométricos.
- Comprobación geométrica del espesor de las tongadas.
- Comprobación de módulo de reacción del material compactado. Placa de Carga (NLT 357).
- La zahorra artificial se medirá y abonará por m3 realmente ejecutados.
- No serán de abono las creces laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

#### *4.2.1.2.Hormigón*

Los hormigones cumplirán las c el artículo 610 del PG-3.

Composición del hormigón:

- Cemento: Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en el Vigente Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

- Además, cumplirá la Reglamentación en vigor y Normas UNE que se reseñan en Anexo al citado R.D.776/1.997.

- Cada entrega de cemento en obra vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumplen las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

- Agua a emplear en morteros y hormigones: En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

- Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR. Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas.

- Aditivos a emplear en morteros y hormigones: Productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del 5% del peso del cemento, antes del

amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido. La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002. Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3. La unidad terminada cumplirá los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002. El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

- Adiciones a emplear en hormigones: Materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales. Solo se utilizarán como adiciones al hormigón, en el momento de su fabricación, el humo de sílice y las cenizas volantes, estando éstas últimas prohibidas en el hormigón pretensado. El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.

- Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberán cumplir las especificaciones de acuerdo con la UNE EN 450-1:2006+A1:2008. El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa. Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I. No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables. Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460:1994 EX.

- Características: Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39 de la Instrucción EHE.

- Dosificación del hormigón: El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE, a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas. En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

**Medición y Abono**

La medición de los hormigones en general tendrá lugar por m3, m2 o m según resulte más conveniente a la definición de la unidad. Se calculará exactamente por procedimientos geométricos, junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la construcción.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra sobreexcavaciones correspondientes o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente.

Se abonará según cálculos por procedimientos geométricos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la Dirección de Obra.

Se encuentra incluido en el precio cualquier aditivo necesario para la elaboración del mismo.

#### *4.2.1.3.Armaduras de Acero*

Conjunto de barras que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido. En todos los casos se emplearán barras B500S.

Lo materiales se ajustarán a lo prescrito en el Artículo 600 del PG-3 para un límite elástico de 5.000 Kp/cm2, así como a las modificaciones del mismo en su nueva redacción de la O.M. de 21 de enero de 1988, y en la Instrucción EHE.

**Ejecución**

La forma y dimensiones de las armaduras se calculará por procedimientos geométricos. Si se realizase alguna modificación en los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, someter a la aprobación del Director de Obra los correspondientes esquemas de despiece.

La Dirección de obra examinará la armadura y dará su aprobación por escrito, antes de que se produzca el hormigonado.

Los tipos de acero empleados en la obra son, con arreglo a la nomenclatura de la EHE: B 500 S en barras corrugadas.

Cuando las mediciones realizadas superen los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Las armaduras deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la Instrucción EHE.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

**Medición y Abono**

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán según cálculos geométricos.

El precio incluye el suministro del acero hasta la obra, el ferrallado y la colocación.

El abono de las mermas, despuntes y empalmes no definidos se considerará incluido en el del kg de armadura.

### *4.2.2. Equipos y Maquinaria*

Los equipos y maquinaria deberán estar ubicados en zonas donde menos alteren y molesten las condiciones medio ambientales.

Los equipos y maquinaria deberán estar en perfectas condiciones, debiendo tener perdidas o producir vertidos de aceites o grasas.

En los casos en los que los condicionantes medio ambientales impuestos por la Administración Ambiental competente lo requiera, los equipos y maquinaria deberán llevar silenciadores.

La maquinaria de desbroce estará dotada de extintores al objeto de sofocar de forma inmediata cualquier conato de incendio que pudiera provocarse al saltar una chispa durante el desbroce.

#### *4.2.2.1. Compactador*

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

#### *4.2.2.2. Camión Cisterna*

La cisterna del camión tendrá una capacidad mínima de 10.000 l de agua, y llevará acoplado un sistema para el reparto homogéneo del agua en superficie para los procesos de compactación.

#### *4.2.2.3.Motoniveladora*

Tendrá una potencia mínima de 100 CV, y una pala con ancho mínimo de 2,5 m y un alto mínimo de 0,6 m.

#### *4.2.2.4.Retroexcavadora*

La retroexcavadora llevará cazos de limpieza y de cuchillas, de diferentes dimensiones según las necesidades del Proyecto. Tendrá una potencia mínima de 100 CV.

#### *4.2.2.5.Pala Cargadora*

La pala cargadora deberá disponer de una pala de excavación de tierras y de una pala para material ligero. La anchura mínima de las palas será de 2,5 m.

#### *4.2.2.6.Camión*

Se usará un camión basculante 4x4, con una capacidad mínima de carga de 14 tm.

#### *4.2.2.7.Cuba de Transporte de Hormigón*

La cuba de transporte del hormigón deberá ser móvil, permitiendo los movimientos de rotación para amasar el hormigón.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

Los camiones deberán disponer de los materiales para realizar la prueba de consistencia del hormigón mediante el cono de Abrams.

Deberán de disponer de los adecuados sistemas para el control de distribución del hormigón.

#### *4.2.2.8.Bombas de Achique*

Deberá haber un número no inferior a 3 dentro del recinto de las obras, de las cuales una se dejará como bomba de reserva. Las bombas deberán poder sumergirse en agua.

#### *4.2.2.9.Inclinómetros*

Los inclinómetros (uno para pendiente y otro para peralte) que permiten la medición automática de los valores de pendientes, bombeos y peraltes, deben disponer de una resolución de 0,05º.

### *4.2.3. Implantación en Obra*

Este apartado comprende la totalidad de los trabajos preparatorios, obras auxiliares y accesos necesarios para la ejecución de los trabajos objeto del Contrato, incluyendo el mantenimiento de dichas instalaciones y accesos hasta la recepción de la obra. Incluye también las previsiones que han de tomarse para la preservación y restauración del medio ambiente local, durante y hasta la recepción de los trabajos.

**Ejecución**

Obras Preparatorias:

El Contratista ejecutará los siguientes trabajos preparatorios, de acuerdo con el programa de trabajo:

- Suministro y transporte al lugar del equipo principal de construcción y de todas las herramientas y utensilios requeridos.

- El Contratista instalará, a su cargo, las casetas de obra necesarias para su personal, incluidos aseos necesarios, duchas, talleres, almacenes y demás instalaciones para la construcción.
- Acondicionamiento de áreas de almacenamiento de materiales, áreas de estacionamiento y áreas de disposición de desperdicios.
- Equipamiento de las instalaciones provisionales con sus correspondientes servicios de agua potable, instalaciones sanitarias, depuración de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones y demás.
- Retirada de equipos del lugar de trabajo una vez terminada la totalidad de la obra.
- Demolición de las obras preparatorias y no permanentes que indique la Dirección de las Obras, retirada de los materiales resultantes y restauración del paisaje natural.
- El Contratista deberá someter a la Dirección de Obra, para su aprobación, los posibles sitios de ubicación de las instalaciones provisionales con sus correspondientes planos detallados, programa de instalación, etc. Asimismo, deberá presentar los esquemas de funcionamiento de las plantas con indicación de sus eficiencias y capacidades.
- El Contratista deberá suministra a la Dirección de Obra cualquier plano o información adicional que ésta considere necesarios con relación a las instalaciones y obras provisionales.
- El Contratista deberá garantizar la calidad del agua potable, para lo cual procederá mensualmente o cuando la Dirección de Obra lo juzgue conveniente, a efectuar el análisis bacteriológico y químico del agua potable. En caso de no ser satisfactorio el resultado del análisis procederá a revisar las instalaciones y el tratamiento dado al agua y a realizar nuevos análisis, hasta la obtención de una calidad de agua adecuada.
- El Contratista será responsable del suministro de energía, así como de la instalación y mantenimiento del sistema de comunicaciones.
- Las instalaciones provisionales de obra serán mantenidas en perfecto estado de limpieza a lo largo de la duración de las obras. Si el contratista no cumpliera finalmente en este punto, la Propiedad puede decidir realizarlo por sus medios, propios o ajenos, deduciendo las cantidades incurridas de la siguiente certificación y facturación del contratista.
- Los desechos provenientes de las instalaciones anteriormente descritas deberán ser dispuestos en las áreas de vertedero aprobadas por la Dirección de Obra.

Carreteras y Accesos:

- El Contratista deberá construir y mantener aquellas vías de acceso e interiores necesarias para la realización de las obras cuyo trazado y características de sección deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

- La construcción de estas obras no afectará al normal nivel de servicio de las carreteras y caminos de la zona. Así mismo el Contratista será responsable de la reparación de los daños que como consecuencia de las obras se produzcan en aquellas.

Equipos:

- El Contratista realizará el suministro, transporte e instalación en las áreas aprobadas, de todo el equipo, herramientas y utensilios requeridos para la ejecución de los trabajos estipulados en el contrato. Al finalizar la obra retirará a su cargo el equipo utilizado.

Derecho de paso:

- El Contratista proveerá de paso continuo y seguro a las personas y vehículos que utilicen los caminos y vías de comunicación afectados por las obras.

- Se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes, empleando señales adecuadas y a satisfacción de la Dirección de Obra y de acuerdo con el plan diseñado por el Coordinador de Seguridad y Salud de las Obras.

Reparación de daños:

- Durante el período de construcción el Contratista podrá utilizar las áreas de trabajo aprobadas, carreteras y áreas de estacionamiento existentes y las que él construya, con la condición de que repare, tanto durante el desarrollo de la obra, como al finalizar ésta, los daños que se ocasionen en dichas carreteras, obras anexas y en propiedades privadas, de tal manera que queden a satisfacción de la Dirección de Obra.

Demolición de obras temporales:

- El Contratista al finalizar la obra, deberá demoler las obras temporales que la Dirección de Obra crea innecesarias y retirar todos los materiales resultantes a los lugares de deshecho o al lugar que indique ésta.

**Medición y Abono**

Los trabajos incluidos en este apartado no serán, en general, de abono, excepto cuando así lo estipulen otros apartados del Pliego o el Presupuesto. Estos gastos necesarios se consideran incluidos en los precios de las distintas unidades de obra, dentro del porcentaje de costes indirectos y adicionales.

### *4.2.4. Verificación y Replanteo*

Este trabajo de replanteo consiste en el conjunto de operaciones que es preciso efectuar para trasladar al terreno los datos expresados en los Planos que definen la obra, y se realizará según se especifica en el presente Pliego.

**Ejecución**

El replanteo se hará en una o varias veces y siempre de acuerdo con los datos del Proyecto y según instrucciones dadas por la Propiedad. El replanteo deberá hacerse una vez limpia la zona de actuación.

El Contratista está obligado, además, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este replanteo, con inclusión de los clavos y estacas. También correrá de su cuenta el personal necesario para las mismas. El Constructor vigilará, conservará y responderá de las estacas o señales, haciéndose directamente responsable de cualquier desaparición o modificación de estos elementos, una vez aprobado el replanteo por la Propiedad.

Se determinará por cuenta del Contratista los perfiles del terreno que sean necesarios para obtener exactamente la cantidad de tierras a desmontar o a rellenar, marcándose las alineaciones y rasantes en los puntos necesarios para que, con auxilio de los Planos de detalle, pueda el Constructor realizar los trabajos con arreglo a los mismos.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Trabajos relativos a la topografía en obra: replanteo del movimiento de tierras, replanteo de edificaciones, replanteo de estructura soporte, viales, canalizaciones, etc.

### *4.2.5. Despeje y Desbroce del Terreno*

Incluye operaciones de deforestación (eliminación de plantas, tocones de árboles y arbustos con sus raíces, cepas, broza, escombros, basuras, etc.), retirada de la capa superficial de las tierras y carga, transporte y descarga en vertedero o lugar de empleo de los materiales sobrantes.

Los vertederos tendrán que ser autorizados expresamente por la Dirección Facultativa, así como por los organismos medioambientales competentes que se vean afectados por el mismo.

**Ejecución**

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas. Para el transporte a vertedero, del material que no se incorpore como tierra vegetal, se usará camión con caja basculante.

El Contratista dispondrá las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos

resulten dañados por el Contratista, este los reemplazará con la aprobación de la Dirección Facultativa, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, se manejarán de forma adecuada y se almacenarán a disposición de la Administración cuidadosamente separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados.

La retirada de la capa de tierra vegetal en terrenos a ocupar por las obras constituye una medida fundamental en el establecimiento posterior de la vegetación, ya que dicha capa tiene incorporados nutrientes y semillas y es apta para soportar el crecimiento de las especies.

La extracción de la capa superficial de tierra vegetal de los suelos durante los movimientos de tierra se realizará en los lugares previstos, debiendo extraerse un espesor de unos 20 cm en función de la profundidad de esta capa.

Se manipulará la tierra cuando posea un contenido de humedad inferior al 75%, evitando siempre los días de lluvia a fin de prevenir su compactación.

Se separará la capa horizonte A o capa vegetal y horizontes subsuperficiales para que no se diluyan las cualidades de las más fértiles al mezclarse con otras con peores cualidades.

Se evitará el paso de maquinaria sobre los terrenos en que se proyecta la retirada de suelo a fin de evitar su deterioro debido a una compactación excesiva y pérdida de su estructura.

El suelo retirado será almacenado en lugar adecuado del entorno de las obras, tal como las márgenes de las superficies dedicadas a instalaciones auxiliares o en otros terrenos adecuados para su correcta conservación.

Deberán ser lo más llanos posible por razones de estabilidad y para evitar la desaparición de nutrientes, que pueden ser arrastrados por las aguas de escorrentía, y estar suficientemente drenado para no generar un ambiente reductor.

Antes de iniciar la operación de creación de los acopios, se comunicará y recabará la aprobación de la Dirección de Obra acerca de su localización y forma de realización.

Los acopios se realizarán en caballones longitudinales, de sección trapezoidal, unos 30 cm de espesor y no más de 1,5 m de altura. Se eliminarán las concavidades en la parte superior para evitar la entrada de agua de lluvia. No se compactará y se mantendrán libres de objetos extraños.

**Control y Criterios de Aceptación y Rechazo**

- Control de Ejecución: Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección visual.

- Control Geométrico: Una vez ejecutada la unidad de obra de despeje y desbroce se realizará la medición de la superficie resultante con el fin de no duplicar en ningún punto el volumen de desbroce como excavación de la explanación.

Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

**Medición y Abono**

La unidad de despeje y desbroce, incluyendo las demoliciones necesarias, se medirá en m² medidos en proyección horizontal.

El precio incluye la limpieza y el destoconado del terreno, incluso la protección de los árboles y arbustos que deban ser protegidos, así como de los que tengan que ser trasplantados a juicio de la Dirección Facultativa, la carga, transporte a vertedero y descarga en el mismo de todos los materiales procedentes de las demoliciones y desbroce del terreno y la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material en los vertederos autorizados. Si existen vertederos propios o acuerdos con canteras con un canon de vertido nulo, en el precio está incluido el canon de vertido si fuese necesario. Se incluyen así todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Será por cuenta del Contratista la ejecución de las pistas de acceso a los tajos, el mantenimiento de los mismos, la humectación y, una vez finalizados los trabajos la remoción de los terrenos y la completa restitución de la superficie afectada a su estado inicial.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Retirada de capa de tierra vegetal realizada con medios mecánicos, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello, incluso parte proporcional de ayuda manual y medios auxiliares (criterios constructivos según NTE-ADE-1).

### *4.2.6. Excavación*

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de las tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

Se denominan «préstamos previstos» aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan “préstamos autorizados” aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

Son de aplicación todas las recomendaciones y exigencias recogidas en el artículo 320 del PG3.

**Ejecución de las Obras**

Una vez terminadas las operaciones de excavación de la tierra vegetal, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de Obra. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de Obra el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

Se cumplirá, en todo caso, con lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Drenaje:

- Durante las diversas etapas de construcción, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

Tierra vegetal:

- La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de Obra, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de Obra o indique el Proyecto.

- La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del artículo 320 del PG- 3 y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de Obra.

Empleo de los productos de excavación:

- Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto. No se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de Obra.

- Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de Obra.

- Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de Obra a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de Obra.

Préstamos y caballones:

- Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de Obra, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

- No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

- Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación. El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

- Los préstamos deberán excavarse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de Obra ordene al respecto.

- Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde cualquier punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

- El material vertido en caballones no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

- Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de Obra podrá requerir del Contratista que retire esos

materiales y los substituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y del colocado de este relleno se tomarán perfiles transversales.

Taludes:

- La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

- Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

- Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

- La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

- En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de Obra. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados.

Tolerancias de ejecución en las excavaciones:

- En las explanadas excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias de cota de hasta +10 cm y -15 cm para las excavaciones realizadas en roca y en ±5 cm para las realizadas en tierra, teniendo que quedar la superficie perfectamente saneada.

- Estas tolerancias son de ejecución, sin que las variaciones sobre el perfil teórico sean objeto de abono independiente.

- Se deberá cumplir el PG-3 y se exigirán las tolerancias del PG-3.

**Medición y Abono**

En el caso de desmonte, la excavación se medirá y abonará por $m^3$ medidos sobre los perfiles teóricos de la explanación señalados en el proyecto.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballones, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. Así mismo también se incluye el perfilado de taludes, salvo que esté expresamente incluido en otra unidad y sólo para las mediciones presupuestadas.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en los Planos del Proyecto, o las ordenes escritas del Director de Obra, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de Obra podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones, realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportuno, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellos se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Excavación para cimentación de centros de transformación, con forma cajeada, incluso perfilado del mismo, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello.

### *4.2.7. Terraplén y Rellenos Auxiliares*

Salvo prescripción será de aplicación lo estipulado en el artículo 330 del P.P.T.G. PG3.

No se permitirá la ejecución de cimentaciones en terraplenes que no estén considerados como relleno estructural.

Esta actividad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el presente Pliego.

**Materiales**

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre, mediante los ensayos correspondientes.

La Propiedad no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en el lugar de las obras los materiales adecuados en cantidad suficiente para las mismas, en el momento de su ejecución.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares propuestos por el Contratista, y que hayan sido previamente aprobados por la Propiedad.

La Propiedad dispondrá de 15 días de plazo para aceptar o rehusar los materiales y/o lugares de extracción. Este plazo, se contará a partir del momento en que el Contratista haya realizado y enviado muestras y ensayos donde se demuestre que los materiales cumplen como mínimo lo establecido en el Pliego PG3.

El Contratista estará obligado a eliminar, a su costa, los materiales que aparezcan durante los trabajos de explotación de las canteras, graveras o depósitos, previamente autorizados por la Propiedad, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso.

Los materiales a emplear en terraplenes y en la formación de rellenos estructurales serán suelos o materiales locales, que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que autorice previamente la Propiedad.

Las condiciones que deben cumplir los suelos serán las especificadas en el Art. 330 del PG3.

El material marginal o inadecuado, no podrá utilizarse en ninguna parte de la obra.

**Ejecución**

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén:

- Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.
- Una vez alcanzada la cota de terreno sobre la que finalmente se apoyará el terraplén o el relleno estructural, se llevará a cabo una escarificación con la profundidad que estipule el Proyecto o la Propiedad, no debiendo ser la profundidad afectada inferior a 15 cm ni superior a 30 cm en ningún caso.
- Posteriormente se compactarán los materiales escarificados, con arreglo a lo especificado en este apartado, alcanzándose una densidad igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.

- La escarificación, y su correspondiente compactación, no serán objeto de abono independiente, considerándose incluidas en la unidad de la ejecución de la capa de obra inmediatamente superior.

Extensión de las tongadas:

- Se emplearán los materiales que se definen en este Pliego, que serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final. El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario por parte de la Propiedad o del Proyecto, será de 30 cm. En todo caso, el espesor de las tongadas será de 3/2 del tamaño máximo del material a utilizar. El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello.
- Los fragmentos de roca o de bolos, tendrán un tamaño máximo de 30 cm y quedarán totalmente rodeados de material fino, tomándose todas las precauciones necesarias para impedir que existan huecos que puedan ser rellenados a lo largo de la vida de los terraplenes, por el producto de descomposición de la roca.
- No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple con las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por parte de la Propiedad.
- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al 4%, para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.
- En rellenos de más de 5 m de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía.
- Se procederá asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por la Propiedad, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.

- La dirección de las pendientes y las zonas de desagüe deberán ser sometidas a la aprobación de la Propiedad.
- Deberá conseguirse que todo el perfil del terraplén o relleno estructural quede debidamente compactado, para lo cual se podrá dar un sobreancho a la tongada que se vierte del orden de un 1 m que permita posteriormente el acercamiento del compactador al borde, y después de la compactación, recortar el talud.
- En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

Humectación o desecación:

- En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará la operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras o préstamos), bien en los acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas y controles adecuados para garantizar la uniformidad de la humectación.
- Todas las operaciones precisas para conseguir la humedad adecuada están comprendidas en la unidad de obra correspondiente.

Compactación:

- Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.
- Las densidades mínimas de los terraplenes y rellenos estructurales estarán en función de su ubicación.
- Para terraplenes será del 95% del Proctor Modificado en el núcleo y del 100% en coronación, salvo indicación expresa en los Planos.
- Los equipos de compactación deberán ser aprobados previamente por la Propiedad, la cual fijará las condiciones de utilización del equipo, con indicación específica del número mínimo de compactadores autorizados que debe utilizarse continuamente durante la ejecución de terraplenes, en función de los metros cúbicos de material extendido por hora.
- En las zonas en las que, por su poca extensión, pendiente, proximidad de obras de fábrica, etc., no pueda utilizarse el equipo autorizado, se efectuará la compactación por medio de pisones manuales, neumáticos o vibratorios, hasta alcanzar el grado de compactación requerido.

- El Contratista será responsable de la conservación de la estabilidad de los terraplenes hasta su recepción definitiva y deberá sustituir cualquier parte de la obra que se haya descompactado, desplazado o deteriorado por negligencia o falta de cuidado imputables a él y también cuando los daños sean debidos a causas naturales previsibles, como precipitaciones atmosféricas o a otras causas que sean evitables y no se puedan atribuir a movimientos del subsuelo.

Los terraplenes se terminarán con terreno adecuado en las siguientes condiciones:

- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo tolerable S/G PG3, se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado procedente de préstamo o del sobrante de la propia obra. El extendido y compactado se realizará en dos tongadas.
- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo adecuado o seleccionado S/G PG3 y tenga el espesor mínimo que indica el PG3 para constituir una plataforma tipo E1, en principio no sería necesario el aporte de tierras de préstamo. Sin embargo, para la colocación de la red de tierras se ejecutará una excavación en zanja de 60 cm de espesor, y posteriormente se realizará el relleno de esos 60 cm con terreno adecuado, extendido y compactado en dos tongadas.
- De cualquier infracción a lo dispuesto en los anteriores párrafos será único responsable el Contratista, con obligación de retirar las tierras indebidamente utilizadas o depositadas si la Propiedad lo estime necesario.

**Medición y Abono**

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se medirá y abonará por $m^3$ deducidos a partir de las secciones o anchos teóricos en planta más los excesos inevitables, autorizados por el Director de Obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Subbase de calzada con suelo seleccionado, extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.

### *4.2.8. Viales*

La red principal de viales internos dará acceso a los diferentes Centros de Transformación que conforman la Planta BESS, así como a los Contenedores de Baterías y al Centro de Control.

Estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,10 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,20 m de espesor compactada al 95% PM.

Se define en Planos las características del trazado y todos los parámetros que le afectan.

Las calidades y características de los materiales a emplear en ejecución de los accesos vienen definidos en el apartado 4.2.1 (Materiales Básicos) del presente Pliego.

**Ejecución**

Los terraplenes y las excavaciones se harán de acuerdo a lo especificado en los apartados correspondientes: apartados 4.2.6 y 4.2.7.

Se procederá al extendido de las tongadas con los espesores necesarios, de cara a conseguir el espesor final indicado, con las tolerancias que le sean aceptables según el PG3 vigente y no presentando desviaciones sobre las cotas definitivas mayores de 3 cm, para lo cual se nivelará, previamente a la extensión, cada 10 m, comprobándose posteriormente las cotas obtenidas, en los mismos puntos. Todos estos trabajos se realizarán durante la fase de Movimiento de Tierras.

Posteriormente, durante la fase de Obra Civil, se ejecutarán el resto de los paquetes que forman el firme, de forma que se extenderá una capa de zahorra artificial, de 5 cm de espesor, compactada.

Una vez conseguida la humectación conveniente, deducida de los pertinentes ensayos, se procederá a la compactación.

**Medición**

Tanto el desmonte como el terraplén necesario para la ejecución del vial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirán por $m^3$ totalmente acabado.

La capa de zahorra artificial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirá por $m^2$ totalmente acabada.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Base de zahorra artificial en viales: extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.
- Acondicionamiento de vial de acceso al finalizar la obra. Reparando de posibles daños tras el paso de transportes pesados.

### *4.2.9. Drenaje Superficial*

De acuerdo a lo que disponga el Estudio Hidrológico del emplazamiento, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

El sistema de drenaje estará compuesto por una red de cunetas longitudinales en los viales de la Instalación BESS donde se considere necesario, que captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota. Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno

#### *4.2.9.1.Cuneta Triangular*

Se refiere esta unidad a las cunetas sin revestir incluidas en la sección transversal de desmontes y que, por tanto, se han medido en la unidad de excavación.

**Ejecución**

Las cunetas se perfilarán de acuerdo con las dimensiones indicadas. En caso de aprovechar una cuneta existente se procederá a su limpieza y un reperfilado de los materiales para conseguir las dimensiones y pendientes reflejadas.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio de La Propiedad, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el artículo 330, del PG-3, de más de 10 cm convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones. Se cuidará la terminación de las superficies.

**Medición y Abono**

La cuneta sin revestir ejecutada en obra se medirá por m totalmente acabado.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se considera incluido en la unidad, en todos los casos, la retirada de los productos sobrantes de la ejecución y su transporte a lugar de vertedero.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Formación de cuneta de tierra, taludes y transporte de productos sobrantes a vertedero.

#### *4.2.9.2.Caños y Pasos Salvacunetas*

Se entiende como caños, los pasos transversales bajo la calzada para el drenaje transversal. Se llevan a cabo mediante tubos de hormigón armado o vibro-prensado reforzados con hormigón en masa.

Se entiende por pasos salvacunetas, los restablecimientos de los accesos a fincas y caminos, permitiendo a la vez la circulación de las aguas por las cunetas y la facilitación para su evacuación.

Estas actividades de obra incluyen las siguientes operaciones:

- Nivelación y replanteo.

- La demolición de firmes, pavimentos y en el caso de pasos salvacunetas la demolición de los existentes.
- La excavación de la zanja.
- La cama de hormigón en asiento de la conducción.
- El refuerzo con hormigón.
- El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
- Las pruebas sobre la funcionalidad de la conducción.
- El relleno con zahorra artificial, compactación y perfilado de la superficie resultante.
- Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

**Materiales**

Los tubos para los pasos salvacunetas serán de hormigón en masa, fabricados mecánicamente por vibro-prensado, de CLASE 3 según la Norma ASTM C-14-M. La resistencia característica a la compresión del hormigón no será inferior a 27.5 N/mm2 a los veintiocho días, en probeta cilíndrica. La longitud de los tubos será de 2 m.

Los tubos para los caños serán de hormigón armado de diámetro nominal 800 mm, de CLASE III según la norma ASTM C-76-M (valor mínimo de la carga de rotura por aplastamiento: 5200 Kp/cm2). Se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón. Deberá disponer de armaduras longitudinales continuas y espiras o cercos circulares soldados. El recubrimiento de las armaduras por el hormigón será de al menos 2 cm. No se permitirán longitudes de los tubos inferiores a 2 m.

El hormigón de asiento y refuerzo de los tubos será del tipo HM-20 y sus características se regularán por lo especificado en el artículo referente a hormigones de este Pliego. El relleno posterior se realizará con zahorra artificial con las características indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego.

**Ejecución**

La colocación de los tubos se realizará contrapendiente. Antes del encastre definitivo y del sellado de juntas se comprobará la correcta colocación y alineación.

Se realizará una zanja perpendicularmente a la carretera principal de acceso de dimensiones adecuadas para colocar la obra de drenaje transversal.

La ejecución de las excavaciones se adaptará a lo indicado en el artículo correspondiente a excavaciones del presente pliego.

Para la formación de la base de caños y pasos salvacunetas se preparará el terreno natural del lecho de la zanja. Posteriormente se ejecutará una cama de hormigón a todo lo ancho de la zanja para el correcto asiento de los tubos con sus juntas. Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, con una pendiente aproximada del 0,5%, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presenten desperfectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inmovilidad de los tubos durante la operación de relleno. Una vez instalada la tubería se procederá a ejecutar el refuerzo de hormigón con el espesor indicado. Se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado tendrá un cono de Abrams comprendido entre 6 y 8 cm. El vertido en la zona de clave y hastiales se hará hasta conformar la especificación y se realizará con hormigón de consistencia comprendida entre 4 y 6 cm, pudiéndose picar con barra.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con zahorra artificial por encima del refuerzo si fuera necesario, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante. Se seguirá con el relleno hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Proctor Normal según la norma NLT 107/76.

Dado que por encima de los caños deben transitar los vehículos pesados de los transportes especiales, se pondrá especial cuidado en asegurar que el recubrimiento de hormigón en masa es el indicado, independientemente del espesor de firme de hormigón en masa mencionado más arriba.

El Contratista deberá asegurarse que el extremo de desagüe no está por debajo del nivel del terreno. Si eso ocurriera, el Contratista deberá reducir la pendiente del tubo, con la autorización previa de la Propiedad.

**Medición**

La medición de los caños y pasos salvacunetas se realizará por m totalmente acabado, incluyendo todas las operaciones señaladas en el primer apartado de este artículo, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Tubería de hormigón poroso, asentada sobre cama de hormigón, con ayuda de maquinaria auxiliar (grúa autocamión o pala retroexcavadora), incluso medios auxiliares y comprobación de niveles, sin incluir excavación ni relleno de grava filtrante (Criterios de diseño y montaje según CTE/DB-HS-5).

#### *4.2.9.3.Badén de Hormigón*

En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados

hormigonados (HA-20), protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

Los badenes son depresiones en el perfil del vial que permiten el paso de vehículos. Una desventaja del badén es que por lo general implica una reducción en la velocidad de los vehículos que pasan por dicha estructura. La mayor ventaja es que permite el paso de material de arrastre que trae el curso del agua, particularmente si este es de gran tamaño. El badén debe tener una longitud aproximadamente igual al ancho del cauce, de manera que la topografía natural se altere mínimamente.

Así mismo el perfil de la vía debe mantener una transición suave y se deben instalar señales que prevengan al conductor de la existencia de un badén para evitar el transito durante lluvias muy intensas y cuando la vía se encuentre seca, los vehículos no salten debido al cambio brusco de pendiente en los extremos del badén.

Es importante proteger el cauce aguas debajo de los mismos debido a que se puede producir erosión regresiva que termina destruyendo el camino.

**Medición y Abono**

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Baden de hormigón armado, incluyendo: excavación, hormigón de limpieza, armado con acero, redondos, fratasado manualmente, incluso curado. totalmente terminado.

### *4.2.10. Cerramiento Perimetral*

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la Planta consiste en la instalación de una valla de cerramiento con malla de simple torsión para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales.

**Materiales**

Se instalará un cerramiento cinegético de malla metálica anudada galvanizada tipo 200-17-30 de forma que el cerramiento perimetral sea único para proteger la integridad de la planta frente a accesos no autorizados. El cerramiento tendrá una altura de 2 m y el ancho de los huecos será de 0,30 m

Los postes serán tubulares de acero galvanizado, anclados al suelo con hormigón y distanciados 3 m. La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidables.

**Carpintería Metálica**

La carpintería de aluminio estará formada por perfiles extrusionados, de eje rectilíneo, sin alabeos ni rebabas, de espesor mínimo 1,5 mm.

Las hojas de puertas están formadas por perfiles descritos y tapado del hueco formado por chapa de aluminio de espesor mínimo 1,5 mm, no presentando alabeos, grietas ni deformaciones, y sus ejes serán rectilíneos.

Los junquillos serán de aleación de aluminio de 1 mm de espesor mínimo. Se colocarán a presión en el propio perfil y en toda su longitud.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

**Ejecución**

Comprenderán los siguientes trabajos:

- Excavación para cimientos de postes. Los hoyos se centrarán a lo largo de la línea de la valla.
- En todos los extremos se colocará poste principal de extremo, arriostrado. En los ángulos menores de 145°, se colocarán postes principales de ángulo, arriostrados. Además, en todos los cambios de alineaciones, tanto verticales como horizontales (mayores de 145°), se colocará poste principal de centro. Además, cada 2 m, como máximo se colocará un poste intermedio. Cada 42 m, como máximo, se colocará un poste principal de centro.
- En todos los postes principales, tanto de centro como de ángulo, los extremos de los alambres horizontales quedarán rígidamente fijados al poste, de forma que impida absolutamente la extracción del alambre. En los postes intermedios los alambres no tienen extremo, sino que se fijan al poste mediante atado con grapas galvanizadas o inoxidables que se fijan rígidamente a las pletinas de acero soldadas al poste.
- La malla deberá tener la misma tensión en todos los postes y no presentar zonas abombadas ni deterioradas por un montaje defectuoso.

**Medición y Abono**

Se medirán por metros (m) realmente ejecutados, siempre según la definición de Planos o las indicaciones de la Dirección Facultativa.

El precio incluye la excavación necesaria para el emplazamiento de los cerramientos, su cimentación, el suministro, colocación y empleo de todos los materiales, tanto para la cimentación como para los postes, mallas y la puerta de acceso, así como accesorios de atado, tensado, anclaje y arriostramiento, incluso en aquellos postes que, por razones de cambio de alineación o de interrupción de la valla, fuera necesario arriostrar de modo especial. Igualmente incluye los tratamientos anticorrosivos, y pintado, así como cualquier trabajo, maquinaria o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de estas unidades de obra.

El precio también incluye extendido "in situ" de los materiales procedentes de la excavación necesaria en cimiento de postes del cerramiento.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Cerramiento de valla perimetral para proteger la integridad de la Planta frente a accesos no autorizados. Incluida cimentación de postes.
- Puerta metálica automática, dotada de teleportero que permita su operación desde la consola de control del sistema de seguridad.

### *4.2.11. Excavación en Zanjas*

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los Planos, salvo modificaciones que determine la Propiedad de modo justificado.

**Ejecución de las Obras**

El Contratista notificará al Director de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de Obra.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de Obra.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Durante el tiempo que permanezcan abiertos, el Contratista establecerá señales de peligro, especialmente por la noche.

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de Obra efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva

las razones que apoyen su propuesta. El Director de Obra podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de Obra, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de Obra, y se elevará como mínimo 5 cm por encima de la línea del terreno o de la franja protectora.

**Control**

Se inicia con el control del desbroce del terreno y los trabajos de replanteo de la zanja. A continuación, se irá controlando durante la excavación, la calidad de los productos obtenidos y el acopio, o su retiro para transporte a vertedero o para préstamo según sea el caso.

Cuando se llega al fondo de la zanja, debe comprobarse la cota de fondo y los taludes; se controla la ejecución de la cama de asiento si fuese necesaria.

En último término, se controla el relleno de la zanja y la compactación de este. Se aplicará el análisis granulométrico (UNE 103102) y Proctor modificado (UNE 103501).

**Medición y Abono**

El precio de la excavación de la zanja está incluido en el precio de canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

### *4.2.12. Canalización Eléctrica*

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, en bandeja o soporte de bandeja, según se indique en la Memoria y los Planos.

### *4.2.13. Bandejas*

**Materiales**

Para conductores aislados en bandeja sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460- 5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de 2 m. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

**Ejecución**

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a la estructura, techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán

perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales. No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro e instalación de bandeja portacables metálica.

### *4.2.14. Tubos*

El tubo a emplear en las canalizaciones subterráneas será de tipo corrugado, curvable y estará fabricado con polietileno u otro material que en su composición no contenga prácticamente ninguno de los elementos siguientes: metales pesados, halógenos e hidrocarburos volátiles.

La superficie interior deberá resultar lisa al tacto, si bien se admitirán ligeras ondulaciones propias del proceso de extrusión.

La superficie exterior corrugada será uniforme y no presentará deformaciones acusadas, estando coloreada en el proceso de extrusión y no pintado por imprimación.

No se admitirán superficies con burbujas, rayas longitudinales profundas, quemaduras ni poros.

Las características mecánicas que deben cumplir los tubos son las siguientes:

- Radio de curvatura: en cada caso será especificado por el fabricante.
- Resistencia de compresión: superior a 450 N, para una deflexión del 5%.
- Resistencia al impacto según la siguiente tabla:

| Dimensión Exterior del tubo (mm) | Masa del Martillo (kg) +1/0% | Altura de Caída (mm) +0/1% |
|---|---|---|
| De 61 a 90 | 5 | 400 |
| De 91 a 140 | | 570 |
| Mayor de 140 | | 800 |

En cuanto a las temperaturas de diseño de los tubos, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Temperatura de utilización en régimen permanente: - 5ºC a 90ºC
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: ³ 126ºC
- Los tubos serán suministrados en rollos y deberán marcarse a intervalos regulares, no superiores a 3 m, con las siguientes marcas:
- El nombre del fabricante o marca de fábrica.
- Indicación del material (PE, etc.).
- Tipo de tubo N (uso normal).
- Año de fabricación.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

**Ejecución de las Obras**

En las operaciones de carga y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer, se evitará dejarlos rodar sobre piedras y, en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.

Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, aunque sólo sea por preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Se realizará el corte de los tubos en un plano ortogonal a las generatrices del tubo.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 50 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujeta. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

**Medición y Abono**

El precio de los tubos está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas.

Se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

Se considera la instalación de tubos en todos los pasos hormigonados, acceso a Centros de Transformación, cruces de caminos y carreteras, etc.

### *4.2.15. Cinta de Señalización de Cables Enterrados*

La cinta para señalización subterránea de cable enterrado será de polietileno y se ajustará a la Recomendación Unesa RU 0205B: Señalización subterránea de cables enterrados y a la norma UNE 48103.

La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, con las siguientes indicaciones que serán proporcionales al ancho de la cinta:

- Color Amarillo Naranja Vivo
- Anchura 15 ± 0,5 cm
- Espesor 0,1 ± 0,01 cm
- Lado Triángulo 10,5 ± 0,3 cm

**Ejecución de las Obras**

Se instalarán cintas de señalización en todas las canalizaciones subterráneas, según número y disposición que se indique, dependiendo del tipo de zanja.

**Ensayos y Pruebas**

Las cintas a instalar deberán cumplir con lo establecido en la RU-0205B.

**Medición y Abono**

El precio de las cintas está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

### *4.2.16. Criterios de Aceptación y Rechazo*

#### *4.2.16.1. Generalidades*

De manera general será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la Instrucción EHE, Pliego de Condiciones Generales PG-3 y normas UNE que sean de aplicación.

De manera general, será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la presente especificación y aquellas otras especificaciones que sean de aplicación en el Proyecto.

La Dirección Facultativa será la que tenga la potestad de adoptar un criterio de aceptación o rechazo en aquellos casos no especificados o que sean caso de duda.

#### *4.2.16.2. Hormigones*

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

#### *4.2.16.3. Armaduras de Acero*

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

#### *4.2.16.4. Excavaciones*

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Profundidad de excavación inferior a la especificada.
- Dimensiones geométricas inferior a la especificada.
- Alineación de la excavación incorrecta.
- Pendientes de la excavación diferente a lo especificado.
- Presencia de grandes raíces y excesiva cantidad de materia orgánica.

#### *4.2.16.5. Excavación y Relleno de Zanjas*

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Zanjas que no se hayan hecho conforme al trazado replanteado.
- Zanjas de dimensiones no conforme a lo especificado.
- Rellenos con presencia de agua en las zanjas.
- Rellenos por debajo de la cota de relleno especificada.
- Ausencia y espesor de rellenos de hormigón cuando sea prescrito.
- Hormigones de relleno que no sean HM-20
- Ensayo menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

#### *4.2.16.6. Explanada*

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado:

- Suelos que no cumplen los requisitos de los suelos a emplear según lo prescrito en la presente especificación.
- El espesor de cada tipo de suelo no variará más de 15 mm de lo especificado.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Contenido de materia orgánica mayor del 5%.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.
- Humedad tras compactación fuera de rango entre -2% y +1% del ensayo Proctor de referencia.

#### *4.2.16.7. Secciones de Firme*

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.
- Materiales de zahorra que no cumplan los requisitos de material especificados.
- No se aceptará espesores de firme inferiores a lo especificado en Proyecto.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Pendiente transversal inferior al 2% y mayor de lo especificado.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

#### *4.2.16.8. Drenajes*

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.
- Partidas que no cumplan los ensayos de resistencia.
- Tubos de dimensiones exteriores e interiores no especificadas.
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en los tubos.
- Pendientes que no cumplen con lo especificado.
- Colocación de tubos sin solera de hormigón.
- Dimensiones, anchura y profundidad que no cumplan con lo especificado.
- Ausencia de revestimiento de hormigón cuando se prescriba.
- Espesores revestimiento de hormigón inferiores a los prescritos.
- Cotas incorrectas a las especificadas.
- Zonas donde se acumule agua.

### *4.2.17. Puntos de Inspección*

El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial del desbroce
- Control geométrico del desbroce.
- Control geométrico de la Excavación,
- Ensayo de granulometría para clasificación de suelos
- Explanada, control geométrico
- Control geométrico de la Explanada

- Ensayos compactación de la Explanada
- Certificado calidad material del firme.
- Control geométrico y rasante del firme.
- Ensayo de compactación del firme
- Ensayo humedad y densidad del firme
- Control geométrico de las cunetas
- Control de las pendientes de los taludes
- Certificados de calidad de los elementos prefabricados
- Pasos salvacunetas: dimensiones y pendientes de tubos.
- Drenaje transversal: dimensiones, cotas y pendientes.

### *4.2.18. Control Medioambiental*

Se realizará por el contratista un Programa de Vigilancia Medio Ambiental para la ejecución de los trabajos. Dicho Plan, será presentado a la Dirección Facultativa para su aprobación. Dicho Plan contendrá como contenidos mínimos:

- Estado descriptivo del terreno previo al inicio de las obras.
- Descripción de las obras a ejecutar.
- Descripción de los equipos a utilizar.
- Medidas preventivas y correctores descritas en la Declaración de Impacto Ambiental.
- Actuaciones protectoras y preventivas durante la fase de construcción:
- Limitación de paso de vehículos. Balizamientos.
- Control de las emisiones de polvo y partículas.
- Gestión de la tierra vegetal procedente de los desbroces y excavaciones.
- Control de residuos y vertidos a cauces.
- Respeto de los elementos arbolados.
- Emplazamientos especiales para almacenamiento y acopio de materiales
- Control y seguimiento:
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Declaración de Impacto Ambiental
- Informes periódicos. Quincenales.
- Control arqueológico.
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.

- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Dirección General de Patrimonio.
- Informes periódicos. Quincenales

#### *4.2.19. Normativa*

- Norma 3.1-IC. Trazado.
- Norma 5.1-IC. Drenaje.
- Norma 5.2-IC. Drenaje superficial.
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme.
- NCSP-07. Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes.
- O.C. 11/02 Sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural.
- O.C. 306/89 Sobre caminos y vías de servicio y accesos a áreas y zonas de servicio.
- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Instrucción de hormigón estructural, aprobado por el RD 2661/1998.
- Pliego General de condiciones para la recepción de cementos RC-03.
- Eurocódigo 7, Estudio Geotécnico. Marzo 1999.
- Norma Básica de la Edificación NBA EA-95, Estructuras en acero (RD 1829/1995)
- Norma Básica de la Edificación NBE AE-88 Acciones en la edificación (RD 1370/1088)
- NCSE-94: Norma de construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 Reforma del Marcado Normativo de PRL.
- Ley 16/2002 de 1 de Julio de Prevención y Control Integrado de la Contaminación.
- RD 1627/1997, por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de la construcción.
- UNE-ENV 1992-1-6:1996. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-6: Reglas Generales. Estructuras de hormigón en masa
- UNE-ENV 1992-3:2000. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 3: Cimentaciones de hormigón.
- UNE-ENV 1992-2:1997. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón.

- UNE-ENV 1992-1-3:1995. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-3: Reglas Generales. Elementos y estructuras prefabricados de hormigón.
- UNE 0303-2:2001. Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar
- UNE 6832:1997. Especificaciones para la ejecución de uniones soldadas de barras para hormigón estructural
- UNE 7130:1958. Determinación del contenido total de sustancias solubles en aguas para amasado de hormigones
- UNE 7131:1958. Determinación del contenido total de sulfatos en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7132:1958. Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7133:1958. Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7134:1958. Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones
- UNE 7178:1960. Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7234:1971. Determinación de la acidez de aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones, expresada por su pH
- UNE 7235:1971. Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones
- UNE 7236:1971. Toma de muestras para análisis químico de las aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones
- UNE 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
- UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en construcción.
- UNE 36094:1997. Alambre y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 36094:1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 41184:1990. Sistema de pretensado para armaduras postensas, definiciones, características y ensayos.

- UNE 53981:1998. Plásticos. Bovedillas de poliestireno expandido (EPS) para forjados unidireccionales con viguetas prefabricadas
- UNE 80217:1991. Métodos de ensayos de cemento. Determinación del contenido de cloruros, dióxido de carbono y alcalinos en los cementos
- UNE 80307:2001. Cementos para usos especiales
- UNE 80310:1996. Cementos de aluminato de calcio
- UNE 83115:1998. Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas.
- UNE 83414:1990-EX. Adiciones del hormigón. Ceniza volante. Recomendaciones
- generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones.
- UNE 83460-2:2005. Adiciones al hormigón. Humo de sílice. Parte 2. Recomendaciones generales para la utilización del humo de sílice.
- UNE 112010:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de cloruros en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 112011:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 146507-2:1999-EX. Ensayos de áridos. Determinación de la reactividad potencial de los áridos. Método químico parte 2. Determinación de la reactividad álcali-carbonato.
- UNE 146508:1999-EX. Ensayo de áridos. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice y álcali-silicato de los áridos. Método acelerado en probetas de mortero.
- UNE 146509:1999-EX. Determinación de la reactividad potencial de los áridos co n los alcalinos. Método de los prismas de hormigón.
- UNE 146901-1-M:2004. Áridos designación
- UNE-EN 196-1:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 1. Determinación de resistencias mecánicas.
- UNE-EN 196-2:1996. Queda anulada por UNE-EN 196-2:2006
- UNE-EN 196-2:2006. Métodos de ensayos de cemento. Parte 2. Análisis químico de cementos.
- UNE-EN 196-3:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 3. Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 197-1-2000/A1:2005. Cemento. Parte 1. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes

- UNE-EN 197-4:2005. Cemento. Parte 4. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia.
- UNE-EN 287-1:2004. Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1. Aceros.
- UNE-EN 445:1996. Lechadas para tendones de pretensado: Métodos de ensayo
- UNE-EN 447:1996. Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes.
- UNE-EN 450:1995. Cenizas volantes para hormigón. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 450:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 451-1:2006. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 1. Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- UNE-EN 451-2:1995. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 2. Determinación de la finura por tamizado en húmedo.
- UNE-EN 523:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, requisitos, control de calidad.
- UNE-EN 524:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 933-1:1998. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1. Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2:1996. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2. Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Tamaño normal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3:1997. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3. Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-4:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 4. Determinación de la forma de las partículas.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.

- UNE-EN 933-9:1999. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9. Evaluación de los finos. Ensayo azul de metileno.
- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 934-2-2002/A1:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2. Aditivos para hormigones. Definiciones. Requisitos. Conformidad. Marcado y etiquetado.
- UNE-EN 1015-11:2000. Método de ensayo de morteros para la albañilería. Parte 11. Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
- UNE-EN 1097-2:1999. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2. Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-2:1999. Técnica del vacío. Símbolos gráficos.
- UNE-EN 1097-6:2001. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6. Determinación de la densidad de partículas y absorción de aguas.
- UNE-EN 1363-1:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1367-2:1999. Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 1520:2003. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta.
- UNE-EN 1542:2000. Productos y sistemas para la protección y preparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayos. Determinación de la adhesión por tracción directa.
- UNE-EN 1744-1:1999. Ensayo para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1. Análisis químico.
- UNE-EN 1770:1999. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón Métodos de ensayos. Determinación del coeficiente de dilatación térmica.
- UNE-EN 1990:2003. Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN 1991-1-2:2004. Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 1-2. Acciones Generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.

- UNE-EN 10002-1:2002. Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Parte 1. Método de ensayo a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para
- armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE-EN 12350-1:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- UNE-EN 12350-2:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2. Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 12350-3:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 3. Ensayo Vebe.
- UNE-EN 12350-7:2001. Ensayos de hormigón fresco. Parte 7. Determinación del contenido del aire. Métodos de presión
- UNE-EN 12390-1:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.
- UNE-EN 12390-2:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- UNE-EN 12390-3:2003. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
- UNE-EN 12390-5:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 5. Resistencia a flexión de probetas.
- UNE-EN 12390-6:2001 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 6. Resistencia a tracción indirecta de probetas.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua baja presión.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- UNE-EN 12504-1:2001. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1. Testigos. Extracción. Examen y ensayo a compresión.
- UNE-EN 12504-2:2002. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 2. Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote.
- UNE-EN 12504-4:2006. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 4. Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos.
- UNE-EN 12620:2003. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12620:2004. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12794:2006. Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.

- UNE-EN 13224-2005/AC: 2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nevados.
- UNE-EN 13263-1:2006. Humo de sílice para hormigón. Parte 1. Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.
- UNE-ENV 13381-3:2004. Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 3. Protección aplicada a elementos de hormigón.
- UNE-EN 13693:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos especiales para cubiertas.
- UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.
- UNE-EN 14647:2005. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE-EN 80305:2001. Cementos blancos.
- UNE-EN ISO 377:1998. Acero y productos de acero. Localización y preparación de
- muestras y probetas para ensayos mecánicos.
- UNE-EN ISO 9001:2000. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos para su uso.
- UNE-EN ISO 15614-1:2005. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo.
- UNE-EN ISO 15630-1:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1. Barras, alambres y alambrón para hormigón.
- UNE-EN ISO 15630-2:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2. Mallas soldadas.
- UNE-EN ISO 15630-3:2003. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 3. Acero para pretensar

## 4.3. Instalación Eléctrica

### *4.3.1. Instalación de Baja Tensión*

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### *4.3.1.1.Conductores*

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas.

El cableado de Baja Tensión utilizado para el conexionado será de tipo XZ1-Al con aislamiento de 1,5 kV y contará con un aval de durabilidad por un periodo de al menos la vida útil de la Planta BESS.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y estarán especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II).

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

**Ejecución**

Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CA deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%, teniendo como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro, tendido e instalación de bus ca (conexión unidades de almacenamiento - transformadores de potencia). totalmente instalado y conexionado. Se mide en metros.
- Suministro, tendido e instalación de circuitos ca de alimentación de auxiliares, totalmente instalado y conexionado.

### *4.3.2. Instalaciones de Media Tensión*

#### *4.3.2.1.Aparamenta de Media Tensión*

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200:2005.

Las celdas a emplear serán celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 30 en cuanto a la envolvente externa.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal, Un=33 kV:

- Tensión asignada: 33 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
    - A tierra y entre polos: 170 kV
    - A la distancia de seccionamiento: 195 kV
- Tensión asignada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
    - A tierra y entre polos: 70 kV
    - A la distancia de seccionamiento: 80 kV
- Tensión nominal del embarrado: 33 kV
- Capacidad de corte: 40 kA
- Corriente de corta duración (3s): 16 kA
- Clasificación arco interno IAC AF, 1 s: 20 kA
- Endurancia Mecánica Cierre/Apertura: 5.000
- Temperatura: -25/40ºC

Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).
    - La presión relativa de llenado será de 0,4 bar. Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

- Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.
- El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.
- Compartimento de mandos. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente: Motorizaciones, Bobinas de cierre y/o apertura y Contactos auxiliares. Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

**Ejecución**

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

**Pruebas Reglamentarias**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación, Resistencia del sistema de puesta a tierra y Tensiones de paso y de contacto.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cabina MT protección línea: suministro y montaje celda de línea, de corte y aislamiento.
- Cabina MT interruptor general: suministro y montaje de celda de protección de interruptor automático de vacío.
- Cabina MT protección transformador: suministro y montaje de cabina ruptofusible.
- Cabina MT medida: suministro y montaje de celda de medida que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, protección y contadores de medida de energía.
- Celda de ampliación cuadro MT: suministro, montaje, instalación y puesta en marcha de celda de ampliación cuadro de media.

#### *4.3.2.2.Conductores Eléctricos de MT*

Para la conexión entre centros de transformación y éstos con el centro de seccionamiento del Parque BESS se utilizarán únicamente cables de aislamiento de etileno propileno, atendiendo a las siguientes normas:

- RU 3305 C: Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para redes de alta tensión hasta 30 kV.
- UNE 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE-EN 50267-2-1: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a fuego.
- Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de cables eléctricos.
- Procedimiento de determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.

- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.

El cable está formado por hilos de aluminio de clase 2, capa semiconductora interna, aislamiento de HEPR (etileno propileno), capa semiconductora externa, pantalla metálica, con sistema de obturación longitudinal al agua, constituida por una corona de hilos de cobre de sección nominal de 16 $mm^2$ y cubierta exterior.

No se admitirán cables que presenten defectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se admitirán conductores de procedencia distinta en el mismo circuito.

**Materiales:**

Las diferentes capas de materiales que componen el cable de Media Tensión son:

- Conductor. Constituido por hilos de aluminio de clase 2, según IEC 60228; UNE-EN 60228.
- Capa semiconductora interna. Capa extrusionada de material conductor, la cual forma un cuerpo único con el aislante y no se separará del mismo.
- Capa de aislamiento. Constituida por etileno propileno. Las características de este material serán las especificadas según la norma IEC 60502.
- Pantalla semiconductora externa. Capa de mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a las del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.
- Pantalla metálica. Constituida por fibras de cobre colocadas en hélice recubriendo uniformemente todo el perímetro del cable. Sobre estas fibras se coloca habitualmente una contraespira de fleje de cobre, en hélice abierta. Según la Recomendación Unesa RU 3305 C.
- Constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina que no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además, el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil y llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).

- Referencia de calidad UNESA.
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

**Ejecución**

Manipulación de las bobinas de cable:

- Izado de bobinas mediante grúa. Hay que suspender la bobina mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.
- Izado y transporte mediante carretilla elevadora. La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.
- Carga y descarga de bobinas de cable. La carga y descarga de la bobina debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora. Bajo ningún concepto, se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado. También es totalmente inadmisible dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena.

Transporte mediante camión o plataforma de transporte:

- Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento por rodadura, y trabas para evitar el desplazamiento lateral. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

Rodadura sobre el suelo:

- Deberá evitarse en todo momento, salvo casos excepcionales y en recorridos cortos.

Almacenamiento y conservación:

- Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado.

- El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo se cubrirán para que no estén expuestas directamente a la intemperie.
- Los extremos de los cables han de estar protegidos para evitar la penetración de humedad. En caso de pérdida de las protecciones originales de los cables, deben reponerse lo antes posible, utilizando soldadura si existen tubos de plomo o encintado en los demás casos; en ambos casos pueden emplearse capuchones de goma fabricados al efecto.

Tendido de cables:

- El tendido y la protección del cable deberán efectuarse siempre en presencia del Director de Obra o persona por él delegada, programando dicha operación con la suficiente antelación.

A continuación, se tratan las distintas fases del tendido:

- Ubicación de la bobina. Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

  Si existen canalizaciones, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable.
- Extracción del cable:
    - La bobina se suspende por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soporta mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina.
    - Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (es suficiente una elevación de 0,10 a 0,15 m respecto al suelo) se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la

superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

- La extracción se hará por rotación de la bobina alrededor del eje y extracción del cable por la parte superior de la bobina.
- Como alternativa, la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo. Se dispondrá algún dispositivo de frenado.
- El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable.
- La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina para evitar la formación de bucles.

- Manipulación del cable. Se tomarán las precauciones necesarias para procurar que el cable no sufra golpes, rozaduras, pinchazos, ni tampoco esfuerzos importantes, ni de tensión, ni de flexión ni de tracción.
- Radios de curvatura. Los radios de curvatura mínimos, finales, una vez los cables en su posición definitiva, están indicados en las normas de cables o en las recomendaciones de los fabricantes del cable. Para los de MT, R >15 D.
- Esfuerzos de tiro durante el tendido. Para los cables tripolares los esfuerzos de tracción no deben sobrepasar 4 daN/mm2 de sección del conductor, si es de cobre o 2,4 daN/mm2 de sección del conductor si es aluminio, considerando la sección del conductor que soporta efectivamente el esfuerzo de tracción. Para cables unipolares estos valores pueden aumentarse en un 25% (valor x 1,25).
- Por otro lado, en ningún caso el esfuerzo total en el cable debe sobrepasar:
  - 2.500 daN en cables unipolares.
  - 3.000 daN en cables multipolares.

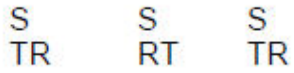
  La máxima tracción admisible en tramos con curvas es: 450 x R daN.
- Tendido de tubos. En ambos extremos de las canalizaciones entubadas, a ejecutar en todos los cruces de caminos se instalarán arquetas de registro en ambos extremos de la canalización entubada. En estos casos, para reducir el esfuerzo de tiro, se utilizarán rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo para evitar el rozamiento entre cable y tubo.

- Temperaturas bajas. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0ºC no se permitirá hacer el tendido del cable.
- Estanqueidad de los extremos del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina.
- Solape entre cables para confeccionar los empalmes. Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 m del extremo del cable, ya que, al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentar desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

- Tendido en zanja. Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos:
  - La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave.
  - El suelo de la zanja que va a recibir el cable debe ser liso, estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. y disponer de un lecho de mínimo 6 cm de arena.
  - A lo largo de la zanja debe haber rodillos dispuestos cada 3-6 m, construidos de forma que puedan girar libremente, tengan una base suficiente para no volcar y no puedan dañar al cable. A la salida de la bobina se debe colocar un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. Deberá tenerse especial cuidado en la posición de los rodillos en todas las curvas en las que se dispondrán algunos rodillos verticalmente para evitar que el cable se ciña al borde de la zanja.
  - Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja.
  - Agrupación de ternas. Se colocará una sujeción tipo abrazadera cada 1 m, envolviendo las tres fases de M.T. de forma que queden agrupadas y las mantenga unidas.
  - No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta hasta el día siguiente sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo por lo menos con una capa de 0,08 m de arena fina y con la protección de placas de PE.

- A mano. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de canalizaciones. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de la misma cuando tome demasiada velocidad y uno o dos más se cuidarán de que todas las precauciones se realicen correctamente. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente.
- Con medios mecánicos. Cuando los cables se tiendan mediante abrazaderas, tirando del extremo del cable al que se le haya adaptado una manga de arrastre o cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado del conductor no debe sobrepasar el indicado por el fabricante de este. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción. En el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe existir también un sistema de comunicaciones eficiente entre el director de obra, sus ayudantes y el personal que controla el frenado de la bobina.
- Tendido en tubo. Los diámetros de los tubos y sus características serán los descritos en su apartado correspondiente. Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas, de que los distintos tubos están adecuadamente alineados y de que no existen taponamientos. Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, y se coloca un segundo rodillo a la salida del tubo de forma que se obligue el cable a salir por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma. Una vez instalado el cable deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc., y se taparán las bocas con mortero pobre, lechada espumas etc., que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.

- Disposición de los cables. En las canalizaciones eléctricas existirán varios circuitos próximos de cables unipolares en capa. El orden de fases en una canalización en un mismo nivel será de la siguiente forma:




- Puesta a tierra. Todas las pantallas de los cables en Media Tensión deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable. Si los cables son unipolares, o las pantallas están aisladas, la puesta a tierra puede realizarse en un solo extremo y en conexión con el empalme se adoptarán protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

- Ensayos y pruebas de las pantallas de los conductores. Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables antes de su puesta en servicio serán los siguientes:
  - Medida de la resistencia de aislamiento.
  - Comprobación de continuidad y orden de fases.
  - Ensayo de rigidez dieléctrica.

Las verificaciones y ensayos se llevarán a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios.

**Medición y Abono**

En el precio se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro instalación, pruebas, etc.

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de media tensión, compuesto por cable de aislamiento totalmente instalado.
- Puente interconexión MT trafo-protección de trafo: Interconexión entre celda de protección y transformador, en media tensión formado por circuito trifásico, tendido desde cabina de protección de transformadores hasta bornas de alta tensión de transformador. Totalmente peinado e identificado, incluido el suministro, realización e instalación.
- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de MT.

#### *4.3.2.3.Accesorios*

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los terminales se montarán en el extremo de un cable para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Los empalmes deberán garantizar la conexión eléctrica entre dos cables para formar un circuito continuo e incluirán la unión metálica para dar continuidad a la pantalla del cable, en su caso.

Las características de los accesorios no especificadas en este pliego serán las indicadas en la norma UNE-EN 61210.

Características Constructivas: La reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes o terminales, así como sus verificaciones y ensayos.

Los materiales especificados serán adecuados para su empleo, y no serán afectados por el contacto con otros materiales utilizados en la confección del terminal o empalme ni aumentarán la velocidad de corrosión de cualquier metal con el que puedan entrar en contacto.

Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los terminales y empalmes deberán sellar totalmente, tanto el cable como el conductor.

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario. Además, sólo se aceptarán éstas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldable y antisurco.

La toma de tierra de los terminales, así como en su caso, el manguito de unión de pantallas metálicas será de cobre estañado para ser engastados por compresión. La pieza de toma de tierra y manguito se suministrará como parte integrante del accesorio.

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme.

Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Los terminales enchufables se acoplarán a los transformadores de distribución o a las funciones de protección o de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6, a través de las superficies de acoplamiento indicadas en las normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181, respectivamente.

Todos los terminales enchufables serán apantallados. La intensidad asignada de los terminales enchufables es 630 A, que será la intensidad admisible del correspondiente pasatapas.

Marcas y formas de suministro: Los terminales y empalmes llevarán inscritas, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes: Nombre o marca de identificación del fabricante y Año de fabricación (dos últimas cifras).

Además de las marcas anteriores, cada elemento constitutivo del conjunto deberá llevar una referencia del fabricante que permita, en todo momento, la identificación de cada una de las piezas que lo constituyen. Si esto no fuese posible, la identificación de cada pieza puede ir marcada en su envase, siempre que dicho envase contenga solamente una pieza.

Una vez finalizado el montaje del accesorio deberá poderse identificar perfectamente la marca y/o nombre del fabricante y el año de fabricación.

En el embalaje de los accesorios, deberá incluirse las instrucciones detalladas de montaje en castellano y la relación de los elementos constitutivos del accesorio.

Los accesorios que contengan productos químicos auxiliares deberán llevar marcados los envases con la denominación de su contenido. En el caso de productos tóxicos, su denominación responderá a lo especificado para este tipo de productos en el RD 363/1.995.

Ejecución de las obras: La ejecución de empalmes o uniones serán realizadas siguiendo las instrucciones que aporte el fabricante de cada accesorio. El número de empalmes será el menor número de ellos posibles. El Contratista someterá a la Dirección de Obra la hoja de tendido para su aceptación o rechazo.

En el caso de empalmes se deberá hacer constar por escrito la ubicación descriptiva del empalme para una posterior localización del mismo, incluyendo coordenadas UTM de su localización.

**Ensayos y Pruebas**

Los empalmes a instalar deberán estar completamente probados en fábrica, y serán de acuerdo a la norma UNE-HD 629.1 y UNE-EN 61442 en cuanto a ensayos de calidad.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Terminal MT: Suministro y montaje de terminal enchufable de conexión. Totalmente instalado.

### *4.3.3. Red de Tierras*

Como es preceptivo, y para evitar tensiones de paso y de contacto peligrosas, y al objeto de mantener los valores de éstas dentro de los límites admitidos por el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 13), todos los elementos metálicos deberán estar conectados a la Red de Tierras de la Planta BESS, la cual debe disponer de una malla de puesta a tierra a la que se conecten.

Todas las masas de la Instalación BESS, tanto de la instalación en corriente continua como de las de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro del transformador, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

**Materiales**

Se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT, MT y sistema de seguridad.
- Puesta a tierra de los módulos de almacenamiento.
- Red de tierras exterior a cada uno de los centros de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 120 $mm^2$ y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de los centros de transformación.

- Red de tierras exterior al Centro de Seccionamiento, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 120 $mm^2$ enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra del Parque BESS.

Las picas verticales serán barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre o de acuerdo con la Norma UTE 3.90.01. Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m.

Los electrodos enterrados horizontalmente, según el artículo 8.2.3 del capítulo XXII del reglamento de baja tensión, deben estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm.

**Ejecución**

Todas las soldaduras serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico. En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes, los cuales se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión con pletina de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90º, en cruz o empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de la conexión.

**Medición y Abono**

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro y tendido de la red de tierras de la instalación y tendido en zanja.
- Puesta a tierra de los módulos de almacenamiento unida a la red de tierras general de la instalación.
- Suministro, montaje y ejecución de la red de puesta a tierra del centro de transformación, conectándose a dicha red las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo como consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y bastidores de equipos y cuadros, etc. Se conectará a la red exterior mediante caja de puente de comprobación totalmente instalada.
- Suministro y montaje de arqueta de polipropileno para comprobación de la red de PAT de la instalación, incluyendo la excavación y transporte de tierras a vertedero, así como el suministro y montaje del puente de pruebas.
- Suministro, tendido y conexionado de la puesta a tierra de los equipos de seguridad.
- Puesta a tierra de las cajas de concentración unidas a la red de tierras general a través de latiguillo conectado a la estructura de soporte.

Artà, noviembre 2025

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Gonzalo García Uriarte
COL: 879 C.O.E.I.B.

Ingeniero de la energía: Ángel Lacleta Barrera
COL: 26827 C.E.T.I.B.

# IV. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

# 1. MEMORIA DE SEGURIDAD


**1.1. OBJETO**
**1.2. ENTORNO DE LAS OBRAS**
1.2.1. EMPLAZAMIENTO
1.2.2. CENTROS ASISTENCIALES PRÓXIMOS
1.2.3. ESTIMACIÓN DE LA MANO DE OBRA
**1.3. ALCANCE**
**1.4. COORDINADOR Y PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**
**1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**
1.5.1. FORMACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
1.5.1.1. Charla de Seguridad y Primeros Auxilios para Personal de Ingreso en Obra
1.5.1.2. Charla Sobre Riesgos Específicos
1.5.2. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD
1.5.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO DE LOS TRABAJADORES
1.5.4. ACCIDENTES IN ITINERE
1.5.5. PRIMEROS AUXILIOS
1.5.6. SEGURO DE RIESGOS LABORALES
**1.6. ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**
1.6.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES
1.6.2. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO
1.6.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD
1.6.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.6.4.1. Normas de Seguridad
1.6.4.2. Identificación de Riesgos
1.6.4.3. Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs
1.6.5. CIMENTACIONES
1.6.5.1. Normas de Seguridad
1.6.5.2. Identificación de Riesgos
1.6.5.3. Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs
1.6.6. MONTAJE DE EQUIPOS BESS
1.6.6.1. Normas de Seguridad
1.6.6.2. Identificación de Riesgos
1.6.6.3. Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs
1.6.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
1.6.7.1. Normas de Seguridad
1.6.7.2. Identificación de Riesgos
1.6.7.3. Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs
1.6.8. PUESTA EN MARCHA
1.6.8.1. Normas de Seguridad
1.6.8.2. Identificación de Riesgos
1.6.8.3. Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs
**1.7. ANÁLISIS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS**
1.7.1. MAQUINARIA Y EQUIPOS
1.7.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
1.7.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD
1.7.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN
1.7.5. MAQUINARIA
1.7.5.1. Bulldozer
1.7.5.2. Retroexcavadora
1.7.5.3. Apisonadora
1.7.5.4. Bañera y Camión Volquete

1.7.5.5. Camión Hormigonera
1.7.5.6. Camión Grúa y Camión con Pluma
1.7.5.7. Dumper
1.7.5.8. Autohormigonera
1.7.5.9. Zanjadora
1.7.5.10. Máquina Hincapostes
1.7.6. EQUIPOS
1.7.6.1. Compresor Neumático
1.7.6.2. Martillo Neumático
1.7.6.3. Sierra Circular Portátil
1.7.6.4. Instalación Eléctrica Auxiliar
1.7.6.5. Escaleras Manuales
1.7.6.6. Andamios y Plataformas de Trabajo
1.7.6.7. Estrobos, Cables y Cuerdas

**1.8. INSTALACIONES PROVISIONALES**

# 1. MEMORIA DE SEGURIDAD

## 1.1. Objeto

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en la medida de lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, durante la ejecución de las obras de las siguientes instalaciones:

- Proyecto "BESS Bocchoris" de 11,00MW / 20 MWh y 10 MW de capacidad de acceso otorgada en el punto de conexión, localizada en el término municipal de Pollença, provincia de Islas Baleares (en adelante la "Planta" o el "Proyecto").

El presente Estudio de Seguridad y Salud se ha elaborado en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. También se ha dado cumplimiento al 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.

## 1.2. Entorno de las Obras

### *1.2.1. Emplazamiento*

La planta de almacenamiento "BESS Bocchoris" se plantea en la parcela 312 del polígono 3 término municipal de Pollença. En la tabla e imagen 2 se muestra la parcela objeto.

***Tabla 1. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento***

| Número | Dirección principal | Ref. Catastral | Superficie gráfica |
|---|---|---|---|
| 1 | Polígono 3 Parcela 312 del T. M. Pollença | 07042A003003120000SM | 6.714 $m^2$ |

Las coordenadas UTM (Huso 31 UTM - ETRS89) del centroide de referencia donde se localizará la Planta BESS son las siguientes:

- Coordenada X: 504.715
- Coordenada Y: 4.414.768




*Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento.*

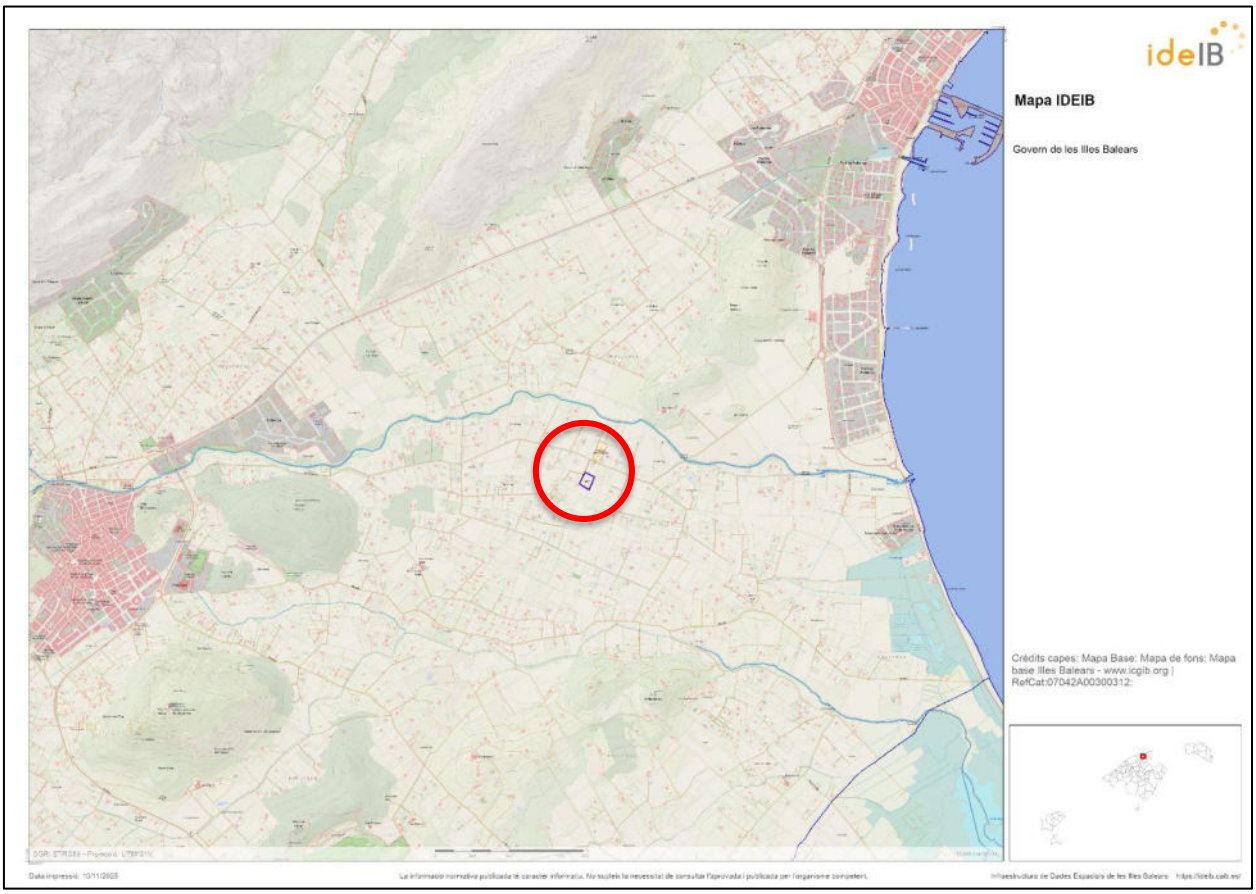



*Imagen 2. Emplazamiento de las pracelas*

### *1.2.2. Centros Asistenciales Próximos*

La isla de Mallorca está compuesta por diferentes sectores hospitalarios de salud pública:

- Sector Hospital Universitari Son Dureta (PONENT)
- Sector Fundació Hospital de Manacor (LLEVANT)
- Sector Fundació Hospital Son Llàtzer (MIGJORN)
- Sector Hospital Comarcal d'Inca (TRAMUNTANA)

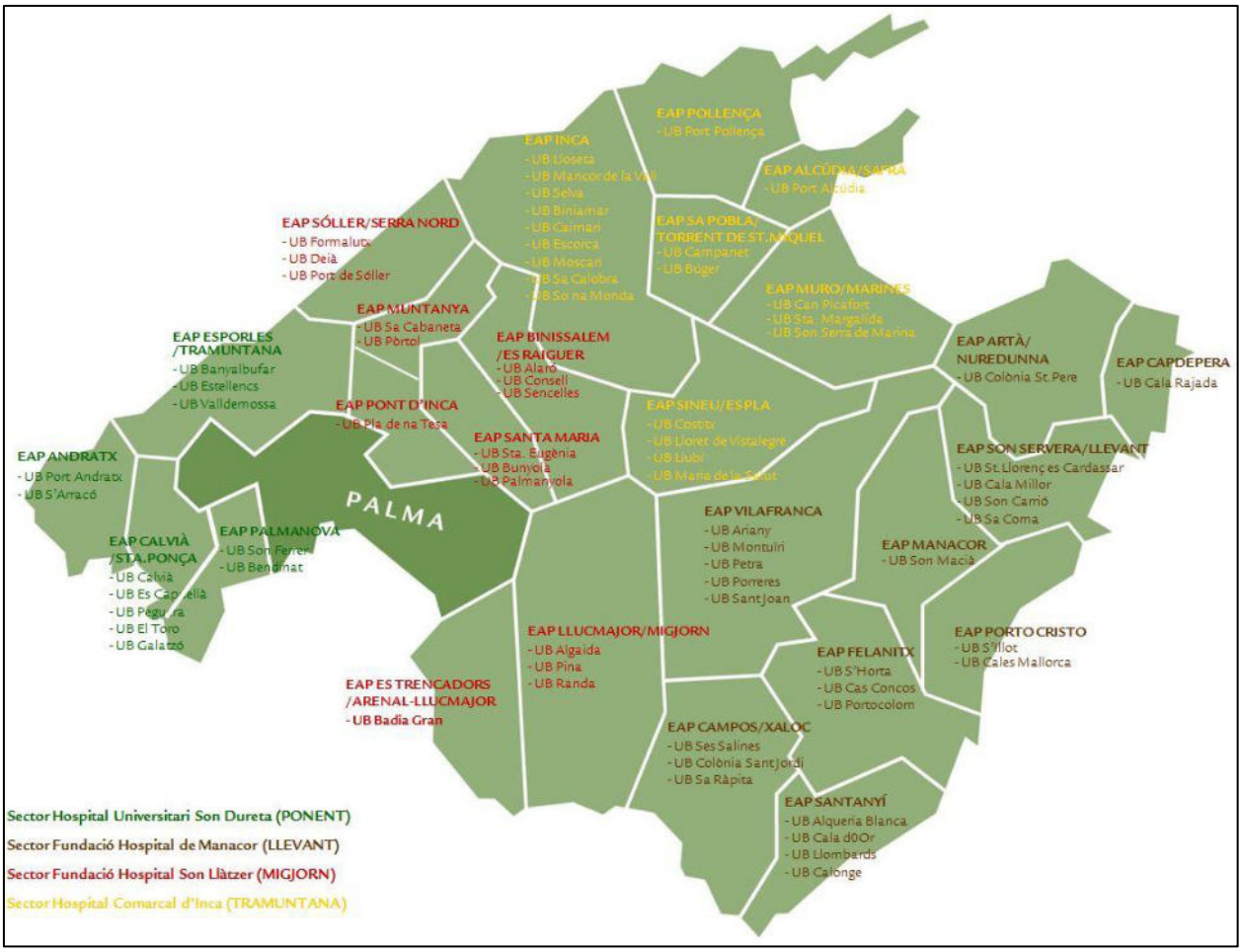



**Figura 1: Sectores Sanitarios de Mallorca**

El término municipal de Pollença pertenece al sector sanitario de Tramuntana, por lo que, la Planta BESS, se encuentra enmarcada dentro de este departamento de salud pública.

En la tabla de abajo se detallan las principales características de los centros de salud de la zona de actuación:

*Tabla 2: Información Centros de Salud Cercanos al Emplazamiento*

| Sector de Salud | Zona de Salud | Dirección | Teléfono/Fax |
|---|---|---|---|
| Tramuntana | Hospital Inca | Hospital Comarcal d'Inca Carretera Vella de, Carrer Llubí, S/N, 07300 Inca, Balearic Islands | Tel.: 971888500 |

Adicionalmente, en la tabla de abajo se muestran los contactos de interés (Ayuntamiento y Policía Local) del municipio:

| Municipio | Ayuntamiento | | Policía Local | |
|---|---|---|---|---|
| | Dirección | Teléfono | Dirección | Teléfono |
| **Pollença** | Carrer del Calvari, 2, 07460 Pollença, Illes Balears | 971530108 | Carrer de Munar, 16, 07460 Pollença, Illes Balears | 971530437 |

***Tabla 4: Información de Interés Ayto. y Policía Local***

### *1.2.3. Estimación de la Mano de Obra*

Teniendo en cuenta el cronograma de ejecución, en el que se ha establecido una duración de 6 meses para el Proyecto, y las diferentes unidades de obra, se puede calcular el número total de operarios que trabajarán en las obras, así como el número máximo de operarios que podrían trabajar simultáneamente.

En este sentido, se estima que el número total de trabajadores destinados a las obras es 35 siendo el máximo número de trabajadores en la fase punta de la obra de unos 50 operarios.

## 1.3. Alcance

El presente Estudio de Seguridad y Salud se aplicará a todas las obras necesarias para la construcción del Parque BESS objeto del Proyecto. Entre otras, estas incluyen la obra civil, el montaje de los módulos de baterías, centros de transformación, líneas eléctricas, de control y de comunicaciones, y en general, todas las demás tareas necesarias para su puesta en funcionamiento.

Lo estipulado en este Estudio de Seguridad y Salud alcanza a todos los trabajos a realizar tanto por el Contratista principal, como por los subcontratistas, es de obligado cumplimiento para todas las personas de las diferentes organizaciones que intervengan durante la ejecución del Proyecto.

## 1.4. Coordinador y Plan de Seguridad y Salud

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto.

Aquellos contratistas que intervengan en la ejecución de la obra, cuyos trabajos o suministros entren en los supuestos contemplados en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, quedarán obligados a la redacción de un Plan de Seguridad en consonancia con el presente Estudio de Seguridad y Salud y con lo previsto en dicho Real Decreto, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra.

Los Planes de Seguridad y Salud, que estarán sujetos a su aprobación por el Coordinador de Seguridad de la Obra, serán los documentos de referencia en cuanto a la aplicación específica de las medidas de prevención, seguridad y salud en cada uno de los trabajos contemplados en el Proyecto de Ejecución. Durante la ejecución del Proyecto se deberán aplicar, en todo momento, los principios de la acción preventiva.

## 1.5. Prevención de Riesgos Laborales

### *1.5.1. Formación en Materia de Prevención de Riesgos Laborales*

Antes de comenzar la ejecución del Proyecto, los trabajadores deberán estar informados de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, de las técnicas preventivas, y se deberá promover la cultura de seguridad laboral.

Para la divulgación de la formación en materia de prevención de riesgos laborales, además de los sistemas de divulgación escrita, tales como folletos o carteles, ocuparán un lugar primordial las charlas.

#### *1.5.1.1. Charla de Seguridad y Primeros Auxilios para Personal de Ingreso en Obra*

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas de prevención, de las normas de seguridad de obligado cumplimiento y de nociones básicas de primeros auxilios.

Se prevé que al comienzo de los trabajos el Jefe de Obra o el responsable de seguridad, imparta una charla de prevención a la que deberán asistir todos los trabajadores, a fin de tratar los temas siguientes:

- Características de la obra.
- Métodos y procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y EPIs.
- Resumen del Plan de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

#### *1.5.1.2. Charla Sobre Riesgos Específicos*

Las charlas sobre riesgos específicos estarán dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos, en función de las actividades que desarrollen. Estas charlas serán impartidas por los responsables directos de los trabajos o por los responsables de seguridad de la obra.

Si sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas tareas o fases de trabajo no contempladas previamente, se deberá programar las charlas específicas, impartidas por el responsable de seguridad, encaminadas a dar la formación necesaria.

### *1.5.2. Documentación a Disposición del Coordinador de Seguridad y Salud*

La siguiente documentación deberá estar en todo momento disponible en obra y a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado.

- Modelos TC1 y TC2 de la Seguridad Social.
- Comunicación apertura del centro de trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Acreditación de formación e información en materia de prevención de riesgos laborales.
- Registro de entrega de Equipos de Protección Individual (EPIs).
- Libro de Incidencias, que constará de hojas por duplicado, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de la Inspección de Seguridad y Salud en el trabajo, según lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997.

### *1.5.3. Reconocimiento Médico de los Trabajadores*

Tal como se establece en la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Proyecto pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### *1.5.4. Accidentes In Itinere*

Se deberá concienciar a todos los operarios que participen en la ejecución de este Proyecto, de la necesidad de cumplir la legislación vigente en materia vial, así como de circular a una velocidad moderada y ajustada a las condiciones meteorológicas y al estado de la carretera.

Todos los vehículos utilizados deberán haber pasado las correspondientes revisiones indiciadas por el fabricante, presentando un buen estado de conservación.

### *1.5.5. Primeros Auxilios*

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal capacitado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios, y en segunda instancia por los servicios médicos de la mutua laboral concertada por el Contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los servicios de urgencia de los hospitales públicos o privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación y de un botiquín. Además, todo el personal deberá tener unos conocimientos básicos de primeros auxilios.

Se dispondrá en obra de una nota escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, con una relación de las direcciones y teléfonos de los hospitales más cercanos, tal como indica el apartado A3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997.

### *1.5.6. Seguro de Riesgos Laborales*

El Contratista acreditará que tiene contratada y en vigencia una póliza de seguro de riesgos laborales que cubra los accidentes laborales y las enfermedades profesionales que puedan ocurrir durante la ejecución del Proyecto.

## 1.6. Actividades Durante la Ejecución del Proyecto

### *1.6.1. Actividades Principales*

Las principales actividades que tendrán lugar durante la ejecución del Proyecto son:

| Actividades principales durante la ejecución del Proyecto | |
|---|---|
| **Movimiento de tierras** | o Desbroce<br>o Explanación y acondicionamiento de viales<br>o Vaciados para colocación de zapatas y cimentaciones<br>o Excavación y relleno de zanjas |
| **Cimentaciones** | o Sistema BESS<br>o Centros de Transformación |
| **Montaje de equipos y estructuras** | o Colocación y montaje de los módulos de baterías<br>o Montaje de los centros de transformación |
| **Instalación eléctrica** | o Instalación del cableado de baja y media tensión, control y comunicaciones<br>o Tendido del cableado en las zanjas (BT y MT)<br>o Instalación de SSAA<br>o Instalación de transformadores y celdas de protección<br>o Centro de Seccionamiento |
| **Puesta en marcha de la instalación** | o Pruebas de comisionado |

***Tabla 6: Principales actividades durante la ejecución del Proyecto***

### *1.6.2. Identificación del Riesgo*

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos generales que pueden darse durante la ejecución del Proyecto.

| Identificación de los principales riesgos del Proyecto |
|---|
| Caídas de personas al mismo y distinto nivel. |
| Caídas de material desde las máquinas y vehículos. |
| Proyección de partículas. |
| Explosiones e incendios. |
| Ruido puntual y ambiental. |
| Aplastamientos y atrapamientos. |
| Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas. |
| Cortes y amputaciones. |
| Pinchazos. |

| Identificación de los principales riesgos del Proyecto |
|---|
| Sobreesfuerzos. |
| Golpes. |

***Tabla 7: Identificación de los principales riesgos del Proyecto***

### *1.6.3. Normas Básicas de Seguridad*

Antes de hacer un análisis individualizado de cada una de las actividades principales previstas durante la ejecución del Proyecto, se indica una relación de normas básicas generales de seguridad que deben considerarse:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda maquinaria a emplear deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al RD 1215/1997, modificado por el RD 2711/2004, de 12 de noviembre, manual de usuario y libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas para las que así lo exija la legislación vigente, tendrán su correspondiente póliza de responsabilidad civil en vigor.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas ni en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que estén previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados.
- En caso de falta de visibilidad, las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 m.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.

- Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2 m de las zanjas.
- Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25 kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40 kg.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.

### *1.6.4. Movimiento de Tierras*

En el Proyecto se prevé la ejecución de una serie de vaciados para la ejecución de las cimentaciones, así como las zanjas para el tendido eléctrico.

Los terrenos sobre los que se va a construir la Planta BESS se consideran de una excavabilidad fácil, pudiendo efectuarse por medios ordinarios (retroexcavadora).

Los materiales procedentes de la excavación (de los terrenos clasificados como fáciles) serán aptos para el posterior relleno de las zanjas, bien de manera directa o tras un sencillo proceso de selección. Estos materiales se podrían utilizar para cubrir unos 10 cm por encima de la cinta de señalización. Para las zonas de mayor dificultad habrá que recurrir a préstamos o a materiales externos a la obra. La parte superior de las zanjas se rellenará con el material restante sin seleccionar.

#### *1.6.4.1.Normas de Seguridad*

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se deberá prestar especial atención a los taludes que deben tener las excavaciones para garantizar su estabilidad durante el tiempo que deban de permanecer abiertas.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier punto del terreno que haya que salvaguardar de la excavación (conducciones enterradas, túneles de trasvase, etc.).
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado o personal autorizado por el Jefe de Obra.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.

- Se prohíbe permanecer o trabajar en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Durante la excavación, antes de proseguir el frente de avance se eliminarán los bolos y viseras inestables.
- Se señalizará la distancia de seguridad mínima de aproximación 2 m, al borde del vaciado.
- En época de lluvias y si la plataforma anexa al talud tuviera pendiente hacia el mismo, se ejecutará a una distancia de aproximadamente 1 m una canaleta de evacuación de agua paralela al borde del corte y con caída suficiente para garantizar su perfecto funcionamiento.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla resistente situada como mínimo a 2 metros del borde. (Como norma general se colocará barandilla siempre en excavaciones cuya profundidad sea igual o superior a 2 metros).
- Los pozos y zanjas estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- En los trabajos en zanja, la distancia mínima entre trabajadores será de 1 m.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de una excavación.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m, se entibará. (Se puede disminuir la entibación, desmochando en bisel a 45º los bordes superiores de la zanja).
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
    - Línea en yeso o cal situada a 2 m del borde de la zanja paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).
    - Línea señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.

- Cuando sea necesario acceder o aproximarse a menos de 2 m. del borde del vaciado donde no existe protección se efectuará sujeto con un cinturón de seguridad sujeto a un punto fijo, bien construido exprofeso, o bien del medio natural (por ejemplo, un árbol).
- Conducciones enterradas: es preciso, antes de proceder a la excavación conocer la situación exacta de los servicios públicos que atraviesan la parcela, con los datos aportados por los diferentes organismos. Una vez obtenidos éstos, se marcará en el terreno, el lugar donde está ubicadas, eligiendo un sistema que perdure hasta la realización de la excavación en esa zona anotando la profundidad exacta a la que se encuentran éstas, protegiéndolas ante eventuales sobrecargas producidas, por la circulación de vehículos pesados.
- La excavación mecánica, se realizará hasta 1 metro antes de llegar a la conducción y a partir de entonces, la excavación será manual con perforadores neumáticos, picos, etc., hasta 0,50 m, utilizando la pala manual a partir de esta distancia.
- Una vez localizada la canalización, se arriostrará convenientemente, para evitar que parta por su propio peso.
- El acceso para personal será independiente del acceso para vehículos.
- Las rampas para el acceso de vehículos al fondo del vaciado tendrán una pendiente máxima del 12% en rectas y del 8% en curvas.
- Se crearán fuertes topes de final de recorrido para la aproximación de vehículos al borde del vaciado a una distancia mínima de 2 m.
- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno, y el ancho mínimo de rampa será de 4,5 m.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadores o compactadores), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en su interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. (Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topos de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Encargado.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m (como norma general) en torno a las compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: vuelco, atropello, colisión, etc).
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

#### *1.6.4.2.Identificación de Riesgos*

Riesgos más frecuentes en desmontes, vaciados y apertura de zanjas:

- Deslizamiento o desplome de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.

- Caídas de personal, vehículo, maquinaria u objetos a distinto nivel (desde el borde de excavaciones).
- Caídas de personas al interior de una zanja.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Problemas de circulación interna (embarramiento) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido ambiental.

En procedimientos mecánicos:

- Lesiones internas por trabajos continuados expuestos a vibraciones (taladradoras).
- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
- Ruidos de gran intensidad.
- Proyecciones de tierras y/o rocas.
- Los propios de ambientes en los que se genera polvo.

#### *1.6.4.3.Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs*

| **Movimiento de Tierras** | |
|---|---|
| **Protección Colectiva** | ○ Valla perimetral para cerramiento de la obra con accesos controlados y señalizados.<br>○ Valla sectorial interna de obra para aislamiento de zonas peligrosas.<br>○ Barandilla de protección en el perímetro del vaciado.<br>○ Cinta normalizada de banderolas para señalización de riesgos, incluso p.p. de pies derechos de sustentación.<br>○ Sirena acústica de accionamiento manual.<br>○ Cartel avisador de riesgos con leyenda, incluso pie derecho de sustentación.<br>○ Rótulo orientativo de lugares con acopios peligrosos.<br>○ Formación y conservación de retallo para tope final de aproximación máxima al borde de excavaciones para los vehículos.<br>○ Pasarelas en zanjas.<br>○ Señales indicativas de riesgo. |

| Movimiento de Tierras | |
|---|---|
| | ○ Las zanjas y huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.<br>○ Apuntalamientos, apeos.<br>○ Se colocarán topes de seguridad para los camiones en las proximidades de las zanjas.<br>○ Distancia de seguridad a líneas eléctricas.<br>○ Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión.<br>○ Protección de huecos horizontales.<br>○ Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad). |
| **EPIs** | ○ Ropa de trabajo.<br>○ Casco de seguridad (lo utilizarán, aparte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).<br>○ Botas o calzado de seguridad.<br>○ Botas de seguridad impermeables.<br>○ Trajes impermeables para ambientes lluviosos.<br>○ Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones.<br>○ Guantes de cuero.<br>○ Guantes de goma o P.V.C.<br>○ Gafas antipolvo.<br>○ Gafas de seguridad.<br>○ Botas y guantes aislantes de la electricidad para trabajos con sospecha de encontrar cables eléctricos enterrados.<br>○ Protectores auditivos.<br>○ Uso de cinturones de seguridad en maquinaria.<br>○ Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. |

| Movimiento de Tierras | |
|---|---|
| **Señalización** | o En paralelismos y cruces con carreteras y caminos vecinales se colocarán señalizaciones que especifiquen claramente las limitaciones de velocidad, estrechamientos, sentido de la circulación, etc.<br>o Señales de STOP y peligro indefinido en los accesos a la obra.<br>o Prohibiciones de circulación o dirección única en su caso.<br>o Señalización de estrechamiento en calzada y de límites de velocidad y estacionamiento.<br>o Advertencia de zona de obras señalizada.<br>o Fin de limitaciones de velocidad, restricciones de cualquier tipo y fin de obra, en su caso.<br>o Señalización nocturna de las obras.<br>o Señales de STOP en los accesos de vehículos de obra y señales de entrada y salida de vehículos donde proceda.<br>o Equipo móvil de señales STOP y Dirección Única para señalización de restricciones momentáneas.<br>o Cerramiento exterior o vallado, con señalización nocturna.<br>o Balizamiento luminoso para situaciones con falta de visibilidad.<br>o Señalización de elementos en tensión. |

***Tabla 8: Medios de protección durante la actividad.***

### *1.6.5. Cimentaciones*

En el presente Proyecto se prevé la realización de cimentaciones de los centros de transformación.

#### *1.6.5.1.Normas de Seguridad*

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.
- Se elegirá el personal idóneo para el manejo de maquinaria.
- En régimen de lluvias y encaramientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

- Ser revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- Para realizar la excavación se mantendrá la distancia de seguridad adecuada entre la maquinaria de movimiento de tierras y el borde del talud, teniendo en cuenta la consistencia del terreno. Igualmente se procederá para el acopio de tierras al borde de la excavación.
- Para todas las operaciones se utilizarán maquinaria específica de obra. Ver especificaciones para cada tipo de maquinaria.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.
- Cuando la profundidad de una zanja o las características geológicas lo aconsejen se entibará o se taluzarán sus paredes.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m., puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
    - un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
    - en casos excepcionales se cerrará eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.

***1.6.5.2.Identificación de Riesgos***

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Generación de polvo.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.
- Afecciones dérmicas debidas a contacto con cementos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

#### *1.6.5.3.Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs*

| Cimentaciones | |
|---|---|
| **Protección Colectiva** | ○ Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente.<br>○ La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.<br>○ Se saneará el frente de trabajo antes de bajar al vaciado donde se va a realizar la cimentación.<br>○ Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas.<br>○ Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad).<br>○ Se colocarán setas de protección en los extremos de toda la ferralla que presente un riesgo para las personas.<br>○ Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión. |
| **EPIs** | ○ Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.<br>○ Casco de seguridad de polietileno<br>○ Protectores auditivos.<br>○ Guantes de protección.<br>○ Calzado reforzado de seguridad.<br>○ Botas de goma o P.V.C.<br>○ Cazadora de alta visibilidad.<br>○ Traje de agua (en condiciones húmedas).<br>○ Uso de cinturones de seguridad en maquinaria.<br>○ Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones.<br>○ Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.<br>○ Guantes de goma finos para la manipulación de cementos. |
| **Señalización** | ○ Se señalizarán todas las zonas de trabajo y acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representar, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.<br>○ Se señalizarán los elementos en tensión cuando se realicen trabajos próximos a los mismos. |

***Tabla 9: Medios de protección durante la actividad***

### *1.6.6. Montaje de Equipos BESS*

#### *1.6.6.1.Normas de Seguridad*

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.
- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
- Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

#### *1.6.6.2.Identificación de Riesgos*

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.

#### *1.6.6.3.Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs*

| **Montaje de equipos y estructuras** | |
|---|---|
| **Protección Colectiva** | ○ Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente.<br>○ La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.<br>○ Si es posible, se protegerán lo lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida con rodapié o mallazo electrosoldado. (Los huecos serán inferiores a un cuadrado de 5 x 5 cm).<br>○ Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 m de altura.<br>○ Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de Piezas y aristas |

| Montaje de equipos y estructuras | |
|---|---|
| | que presenten un riesgo para las personas. |
| **EPIs** | o Traje de agua (en condiciones húmedas).<br>o Uso de cinturones de seguridad en maquinaria.<br>o Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones.<br>o Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.<br>o Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5 m y mosquetones de seguridad para los trabajos en altura. |
| **Señalización** | o Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas. |

***Tabla 10: Medios de protección durante la actividad.***

### *1.6.7. Instalación Eléctrica*

La infraestructura eléctrica de la Instalación BESS constará de varias partes diferenciadas según el siguiente detalle:

- Módulos de Baterías.
- Sistemas de transformación BT/MT.
- Celdas de protección en Media Tensión.
- Sistemas Auxiliares.
- Líneas de Media Tensión, 30 kV uniendo los centros de transformación con el Centro de Seccionamiento.

#### *1.6.7.1.Normas de Seguridad*

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las paredes de las zanjas y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Las operaciones de tendido del cable serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
- La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:
    - Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
    - Las de otras características: 440 V.

- En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:
    - Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
    - El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.
- Cuando sea necesario realizar comprobaciones de los mecanismos de protección como magnetotérmicos y diferenciales se avisará a todos los trabajadores que estuvieran utilizando conexiones al cuadro eléctrico, motivo de la rescisión, para que no utilicen las herramientas portátiles, maquinaria, etc...
- Se comprobará de forma periódica el funcionamiento de los mecanismos de protección (magneto térmicos y diferenciales), conexiones y toma de tierra de los cuadros eléctricos y maquinaria.
- Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o la llave).
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de señalización indicativa de riesgo (eléctrico) e indicación que la manipulación interior solo puede ser realizada por personal especializado y autorizado.
- No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados.
- Durante el montaje de la instalación se tomarán las medidas necesarias para impedir que nadie pueda conectar la instalación a la red, es decir, ejecutando como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía y guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y accionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.
- Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalando carteles y señales de "Peligro de electrocución".

- Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación, cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos, comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadros y grupos eléctricos.
- Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas; a modo de señalización y protección para reparto de cargas, se establecerán sobre las zonas de paso sobre manguera, una línea de tablones señalizados en los extremos del paso con señal de "Peligro de electrocución". Dentro de la edificación las mangueras deberán ir colgadas mediante elementos aislantes del techo y a una altura que no provoque el contacto con las personas u objetos que estas transporten. Deberá evitarse su tendido por el suelo.
- Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con doble aislamiento a base de materiales dieléctricos, quedando prohibida su manipulación u alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta.
- Los montajes y desmontajes eléctricos serán efectuados por personal especializado.
- Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad estará dotado de guantes aislantes y calzado de goma.
- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas que están incluidas en el capítulo de medios auxiliares que hace referencia a escaleras portátiles y andamios.
- No se conexionarán cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Para la realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica puntuales, se procederá con una plataforma elevadora o un castillete con ruedas.

### *1.6.7.2.Identificación de Riesgos*

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Cortes o golpes por manejo de objetos o herramientas manuales
- Cortes o pinchazos por manejo de vías y conducciones.
- Proyección de fragmentos o partículas fundamentalmente en la apertura de rozas.

- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocución o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocución o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocución o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocución o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocución o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Electrocución o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocución o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

#### *1.6.7.3.Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs*

| **Instalación eléctrica** | |
|---|---|
| **Protección Colectiva** | ○ Para la realización de trabajos en altura se utilizarán andamios con barandillas de 0,90 m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié.<br>○ Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente.<br>○ La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.<br>○ Se saneará el frente de trabajo antes de realizar el tendido de los cables en las zanjas.<br>○ Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas.<br>○ Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m de profundidad)<br>○ Las zanjas y los huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante. |
| **EPIs** | ○ Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.<br>○ Casco de seguridad de polietileno.<br>○ Mono de trabajo. |

| Instalación eléctrica | |
|---|---|
| | ○ Guantes aislantes.<br>○ Botas aislantes.<br>○ Cinturón de seguridad para trabajos en altura.<br>○ Banqueta o alfombra aislante.<br>○ Comprobadores de tensión.<br>○ Herramientas con doble aislamiento. |
| **Señalización** | ○ Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas. |

***Tabla 11: Medios de protección durante la actividad***

### *1.6.8. Puesta en Marcha*

Esta actividad consiste en la realización de las pruebas de comisionado de la Instalación.

#### *1.6.8.1.Normas de Seguridad*

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Los operarios que realicen la maniobra de puesta en marcha de la Instalación poseerán una titulación acorde con sus labores.
- Se guardarán las distancias de seguridad preceptivas a los elementos que estén en tensión.
- No se conectará ningún elemento sin haber comprobado que no exista persona alguna en sus proximidades.

#### *1.6.8.2.Identificación de Riesgos*

- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocución o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocución o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocución o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocución o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocución o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.

- Electrocución o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocución o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

#### *1.6.8.3.Señalización, Protecciones Colectivas y EPIs*

| **Puesta en marcha** | |
|---|---|
| **Protección Colectiva** | ○ Se tendrá en todo momento un kit de salvamento eléctrico completo cuando se realicen trabajos con tensión. Este estará compuesto, como mínimo, por: pértiga de salvamento, verificador de tensión, cizalla cortacables, baqueta aislante, guantes aislantes, chanclas aislantes, frasco de sales reanimadoras y cartel de primeros auxilios.<br>○ Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas. |
| **EPIs** | ○ Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.<br>○ Casco de seguridad de polietileno.<br>○ Mono de trabajo.<br>○ Guantes aislantes.<br>○ Botas aislantes.<br>○ Cinturón de seguridad para trabajos en altura.<br>○ Banqueta o alfombra aislante.<br>○ Comprobadores de tensión.<br>○ Herramientas con doble aislamiento. |
| **Señalización** | ○ Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas. |

***Tabla 12: Medios de protección durante la actividad***

## 1.7. Análisis de Máquinas y Equipos

En este apartado se analizarán los riesgos asociados al uso de las diferentes máquinas y equipos que se utilizarán durante las obras de construcción de este Proyecto.

### *1.7.1. Maquinaria y Equipos*

Las principales maquinarias y equipos que se prevén para la ejecución de las obras son:

| **Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto** | |
|---|---|
| **Máquinas** | ○ Bulldozer<br>○ Retroexcavadora<br>○ Apisonadora<br>○ Bañera y camión volquete<br>○ Camión hormigonera<br>○ Camión grúa<br>○ Camión con pluma |

| Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto | |
|---|---|
| | ○ Dumper<br>○ Autohormigonera<br>○ Zanjadora<br>○ Máquina hincapostes |
| **Equipos** | ○ Compresor neumático<br>○ Martillo neumático<br>○ Sierra circular portátil<br>○ Instalación eléctrica auxiliar<br>○ Escaleras<br>○ Plataformas de trabajo / andamios<br>○ Estrobos, cables y cuerdas |

***Tabla 23: Principales máquinas y equipos.***

### *1.7.2. Identificación de Riesgos*

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos principales asociados al trabajo con las máquinas y equipos durante la ejecución de las obras.

| Identificación de los Principales Riesgos asociados a Máquinas y Equipos |
|---|
| Atropellos y colisiones. |
| Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria. |
| Deslizamientos y desprendimientos de tierras. |
| Caídas de personas al mismo o distinto nivel. |
| Caídas de material desde las máquinas. |
| Proyección de partículas. |
| Explosiones e incendios. |
| Desprendimientos y corrimientos de tierras. |
| Ruido puntual y ambiental. |
| Aplastamientos y atrapamientos. |
| Vibraciones. |
| Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas. |
| Cortes y amputaciones. |
| Pinchazos. |
| Sobreesfuerzos. |
| Quemaduras. |
| Golpes. |

***Tabla 24: Identificación de los principales riesgos asociados a máquinas y equipos.***

En los apartados 1.7.5 y 1.7.5.9 se definen los principales riesgos asociados al uso de cada maquinaria y equipo de forma más específica.

### *1.7.3. Normas Básicas de Seguridad*

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad aplicables a toda la maquinaria mencionada en este apartado:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda la maquinaria a emplear en las obras deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/1997, modificado por el real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
- Las paredes de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas ni en lugares elevados sin el correspondiente aseguramiento de los mismos.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- El acceso a la máquina se realizará utilizando los medios de los que está provista para tal fin, sin saltar ni realizar maniobras bruscas.

- No se empleará innecesariamente la alta velocidad, especialmente cuando no haya buena visibilidad, o cuando las condiciones del terreno sean adversas.
- En general, se utilizarán velocidades moderadas.
- No se trabajará en pendientes excesivamente pronunciadas susceptibles de producir vuelco.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la maquinaria a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- Asegurar firmemente los objetos que situados en la parte externa de la máquina.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha.
- Los cambios de circulación interna se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces.
- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén paradas y en lugar seguro de no ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimientos de tierra.
- Para abrir el tapón del radiador, se eliminará previamente la presión interior y se tomarán precauciones para evitar quemaduras.
- No se abandonará la máquina sin antes haber parado el motor, quitado la llave de contacto y puesto el freno.
- Antes de subir a la máquina para iniciar la marcha, se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones, así como la posible existencia de manchas que indiquen perdidas de fluidos.
- Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente.
- Se comprobará periódicamente el estado de los frenos, mandos y luces.
- Se podrá bloquear la dirección cuando se esté parado.
- Se mantendrán en cualquier caso las preceptivas distancias de seguridad a los elementos en tensión.

### *1.7.4. Equipos de Protección*

| Equipos de Protección | |
|---|---|
| **Protección colectiva** | ○ Señalización acústica automática para la marcha atrás.<br>○ Faros de desplazamientos hacia delante o hacia atrás.<br>○ Servofreno y frenos de seguridad.<br>○ Retrovisores a cada lado.<br>○ Equipadas con extintor. |
| **EPIs** | ○ Casco, preferiblemente con barbuquejo (uso fuera de la cabina).<br>○ Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo.)<br>○ Botas de seguridad.<br>○ Traje de agua (en condiciones húmedas).<br>○ Cinturón de seguridad en desplazamientos.<br>○ Protectores auditivos (exposición al ruido).<br>○ Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.<br>○ Faja antivibración (exposición a vibraciones de la maquinaria). |

***Tabla 15: Equipos de protección para maquinarias y uso de equipos***

### *1.7.5. Maquinaria*

#### *1.7.5.1.Bulldozer*

Durante el uso del Bulldozer se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La hoja deberá estar bajada para desplazarse con seguridad, tanto hacia delante como hacia atrás.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchilla, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- Cuando se quiten obstáculos como troncos de árboles, piedras de gran tamaño, etc. no se cargará contra ellos a alta velocidad, se eliminarán haciendo la excavación a modo de palanca.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

#### *1.7.5.2.Retroexcavadora*

Durante el uso de la Retroexcavadora se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos. Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.

- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90° respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- Si se utiliza la retroexcavadora sobre cadenas, con pala frontal, deben quedar las ruedas cabillas detrás, para que no puedan sufrir ningún daño, debido a la caída fortuita de materiales.
- En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.
- Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche suficientemente su corte antes de comenzar otro más bajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.
- Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.
- Cuando se suba o baje por un camino con una pendiente pronunciada, es necesario situar la cuchara a una altura que no choque con los posibles obstáculos, pero lo suficientemente baja como para actuar de soporte de la máquina en caso de que ésta fuese a volcar. Otro método, cuando se sube por una pendiente, será llevar el brazo y la cuchara hacia delante y baja, actuando así de contrapeso.
- La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.
- Cuando se circula con retroexcavadora de orugas deben de actuar las ruedas cabillas en la parte trasera para que las cadenas, en contacto con el suelo, estén en tensión.
- Por la razón antes mencionada cuando se usa cucharón excavador, las ruedas cabillas deben estar en la parte delantera (extremo de trabajo).
- Se debe cargar el material en los camiones de manera que la cuchara nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
- Siempre que se cambien accesorios, nos aseguraremos de que el brazo esta abajo y parado. Cuando sea necesario, en algunas operaciones de mantenimiento, por ejemplo, trabajar con el brazo levantado, utilizaremos puntales para evitar que vuelque. Esta advertencia también es válida para las palas cargadoras.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Gafas antiproyecciones para las operaciones de mantenimiento.

- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera del vehículo en temporada de barros y lluvias.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos en caso de no disponer de cabina insonorizada.

#### *1.7.5.3.Apisonadora*

En cuanto a las normas básicas de seguridad, además de lo indicado en los apartados 1.7.2, 1.7.3 y 1.7.4:

- El operador permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.
- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule sobre superficies inclinadas, así como de la consistencia mínima del terreno, necesaria para conservar dicha estabilidad.
- Las reparaciones y operaciones de mantenimiento se harán con la máquina parada.

Riesgos más frecuentes:

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Incendios (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.

- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti-ruidos.

#### *1.7.5.4.Bañera y Camión Volquete*

Durante el uso de la Bañera y el Camión Volquete se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La operación de carga no se realizará por encima de la cabina.
- Se prohibirá la permanencia de operarios dentro del radio de acción del camión.
- Si la cabina no está reforzada, el conductor abandonará la cabina, colocándose fuera del área peligrosa durante el proceso de carga.

Nunca se pondrá el camión en movimiento con la caja en posición elevada.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

#### *1.7.5.5.Camión Hormigonera*

Durante el uso del Camión Hormigonera se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba para evitar vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.

- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme para la rueda trasera del camión, para evitar caídas y deslizamientos.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Afecciones dérmicas por contacto con cemento.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de goma finos para manipulación de cementos.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Faja anti vibratoria y cinturón de seguridad en el camión.

#### *1.7.5.6.Camión Grúa y Camión con Pluma*

Durante el uso del Camión Grúa y el Camión con Pluma se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.

- Se asegurará la estabilidad del camión, antes de realizar los trabajos.
- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado, son capaces de resistir la carga, y que se encuentren en perfecto estado de conservación y funcionamiento.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- Al circular lo hará con el mástil plegado.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Las zonas de izado de material se acotarán y señalizarán convenientemente para evitar que nadie se sitúe inadvertidamente bajo cargas suspendidas.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado. Se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.
- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.
- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado.
- El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.
- Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre las piezas suspendidas.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

- Riesgos más frecuentes: Contactos eléctricos.

- EPIs: Gafas de sol (cuando sea necesario).

#### *1.7.5.7.Dumper*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El dumper deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- No se realizarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento con la máquina en funcionamiento.
- Se indicarán los movimientos que se realicen.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor colocando la velocidad en sentido contrario al de la pendiente.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- El personal permanecerá fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos, golpes y caídas de material sobre personas.
- En caso de falta de visibilidad las maniobras serán guiadas por un operario.
- Al circular lo hará con el mástil plegado y la carga lo más baja posible.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- El operario de la máquina dispondrá en todo momento: Casco de seguridad, ropa de trabajo adecuada y botas antideslizantes. Este limpiará el barro cada vez que entre en la máquina para no resbalar con los pedales.
- No se sobrepasará la carga nominal del dumper.
- No se situará la carga de forma que impida la visión del operario.

Riesgos más frecuentes:

- Choque con elementos fijos o móviles de obra.
- Atropello y/o aprisionamiento de personas en operaciones de maniobra, descarga y mantenimiento.
- Vuelcos al circular por pendientes excesivas, realizar maniobras bruscas, o llevar exceso de carga.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

#### *1.7.5.8.Autohormigonera*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La autohormigonera deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.
- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera está provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado y cerrado permanentemente.
- En operaciones de vertido manual de las hormigoneras (vertido por carretillas), la superficie por donde pasen estará limpia y sin obstáculos.
- No se introducirán las extremidades o elementos extraños en la cuba, sin haber parado y desconectado previamente la máquina.
- Se utilizarán guantes de goma finos para evitar el contacto de la piel con el cemento.

#### *1.7.5.9.Zanjadora*

Normas preventivas:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Utilizar los medios instalados para tal fin y emplear ambas manos para sujetarse.

- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- Nunca ponga la máquina en marcha antes de asegurar las piezas sueltas, comprobar si falta alguna señal de aviso.
- No realice modificaciones ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Nunca trabaje debajo del equipo mientras éste no se encuentre apoyado adecuadamente en el suelo.
- No use cables defectuosos y utilice los guantes. Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos
- Desconectar el motor al repostar y no fumen mientras lo hacen.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores... si existen, elimínelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- No transporte personal en la máquina sino está debidamente autorizado para ello.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Aplastamiento.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas.

- Quemaduras.
- Incendio. Explosión. Cortes.
- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

#### *1.7.5.10. Máquina Hincapostes*

Normas Preventivas:

- Deben utilizarse pilotadoras de fabricación de pilotes mediante máquina taladradora rotatoria que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Se recomienda que la pilotadora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash
- Estar dotada de avisador acústico de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el RD 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio

Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.

- Las operaciones de pilotaje han de estar dirigidas por un especialista.
- Revisar el cableado antes de iniciar los trabajos.
- Evitar el acceso a personas ajenas de la excavación en la zona de los pilotes.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la pilotadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la pilotadora mediante la limpieza de retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la pilotadora únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la pilotadora.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la pilotadora.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.

- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

### *1.7.6. Equipos*

#### *1.7.6.1.Compresor Neumático*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El compresor deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.

- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.

#### *1.7.6.2.Martillo Neumático*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El martillo deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.
- El operario que maneje el martillo deberá estar equipado con gafas de protección.
- Se deben utilizar todos los medios posibles para evitar la transmisión de vibraciones a los operarios (guantes antivibración, buen estado del martillo, etc.).

#### *1.7.6.3.Sierra Circular Portátil*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La sierra circular deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para evitar proyecciones e incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Se utilizarán gafas de protección contra impactos, cuando se utilice esta máquina.
- Se utilizarán guantes de protección contra cortes, cuando se utilice esta máquina.

#### *1.7.6.4.Instalación Eléctrica Auxiliar*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Todos los elementos que componen la instalación eléctrica auxiliar de obra deben tener su correspondiente marcado CE, exceptuando las clavijas de conexión.

- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Los portátiles dispondrán de mando aislante y protector metálico para la lámpara. La tensión de alimentación será de 24 V en todos los casos.
- Los cuadros serán de intemperie, dotados de puerta hermética, tendrán toma de corriente e interruptores diferenciales.
- El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 V como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, este se realizará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablones que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido corrugado.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:
- Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- Las mangueras de "alargadera":
- Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.
- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorrectráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP 55).
- Las mangueras que canalizarán por lugares en los que estén resguardadas de golpes o cortes. Se atenderá muy especialmente al mantenimiento en perfecto estado del aislamiento y que no interfieran con cables de izado, de andamios colgantes o cables de soporte provisional de piezas.
- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.
- Se colocará la señal de riesgo eléctrico en los lugares que sea necesario.

- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos).
- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
- 300 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA - Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MIBT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.
- Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

- La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
- Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será esta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación, incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o maquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

#### *1.7.6.5.Escaleras Manuales*

En el uso de escaleras portátiles se observarán las normas siguientes:

- Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.
- Se prohíbe empalmar dos escaleras, salvo que en estructura cuenten con dispositivos expresamente preparados para ello.
- Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 m, a menos que estén reforzadas en su centro, quedando su uso prohibido para alturas superiores a 7 m. Para alturas mayores de 7 m será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles a ser fijadas sólidamente a su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad y línea de vida.
- Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
- Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Para el acceso a lugares elevados sobrepasarán en 1 m los puntos superiores de apoyo.
- El ascenso, descenso y trabajo se harán siempre de frente a las mismas.
- Cuando se apoyen en postes, se emplearán abrazaderas de sujeción.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Se prohíbe el transporte manual de materiales sobre las escaleras.
- La distancia entre los pies y la vertical del punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.
- Las escaleras de tijera estarán provistas de cables o cadenas que impidan su apertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- Las escaleras se fijarán en sus extremos cuando se vayan a utilizar durante un tiempo prolongado.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o incorrecto apoyo, vuelco lateral por apoyo irregular.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, escaleras cortas para la altura a salvar, etc).
- Sobreesfuerzos.

Protecciones individuales:

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.

#### *1.7.6.6.Andamios y Plataformas de Trabajo*

Los andamios reunirán las siguientes características:

- Los tablones del piso serán metálicos o de madera seca, sin nudos ni grietas y con el espesor adecuado al vano. Se colocarán juntos, de manera que formen un piso uniforme y estarán adecuadamente sujetos para impedir su vuelco o caída. Se comprobará la resistencia de los tablones antes de ser utilizados.
- Todos los andamios que se utilicen con alturas superiores a 2 m tendrán barandillas resistentes de 0,9 m de altura como mínimo, barandilla intermedia y rodapié.
- El piso del andamio tendrá como mínimo tres tablones de 20 cm de ancho cada uno y 5 cm de grueso.
- El ancho mínimo de las plataformas de trabajo será de 60 cm.
- Sobre los andamios sólo se almacenará el material imprescindible para asegurar la continuidad del trabajo.
- El orden y la limpieza en el andamio serán perfectos.

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos.
- Golpes.
- Vibraciones.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales.

- Choques con elementos fijos de obra.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Faja de protección lumbar.
- Ropa de trabajo.

#### *1.7.6.7.Estrobos, Cables y Cuerdas*

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Estos elementos tendrán indicada su resistencia máxima, la cual no se sobrepasará en ninguna circunstancia.
- Se emplearán, preferentemente, estrobos construidos en fábrica, de los cuales habrá existencia de reserva en el almacén, de diferentes diámetros y longitudes para poder adaptarse adecuadamente a las exigencias en peso y dimensiones de las cargas a elevar.
- Los estrobos y cables se protegerán con cantoneras cuando hayan de doblarse o rozar con aristas vivas.
- Se desecharán por inútiles cuando el número de hilos rotos alcance el límite superior establecido en las normas, haya rotura de un cordón o del alma, presente fuertes oxidaciones, o tenga vicios u otros defectos que hagan dudar de su resistencia.

## 1.8. Instalaciones Provisionales

El Contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.

- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, se determinarán la superficie y los elementos necesarios para las instalaciones de salubridad e higiene. Las proporciones a la hora de determinar el material sanitario serán las siguientes:

- 1 inodoro/25 trabajadores.
- 1 ducha/10 trabajadores.
- 1 lavabo/10 trabajadores.
- 1 espejo/25 trabajadores.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc., se deberá disponer de agua caliente y fría en las duchas y lavabos.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales con llave para guardar ropa y calzado.

La superficie de los servicios será la correspondiente a unos 2 m2 por trabajador, la altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 m, con una superficie para cada uno de los retretes de 1 x 1,20 m. Existirá como mínimo, un botiquín de primeros auxilios que se revisará mensualmente, siendo repuesto inmediatamente el material consumido. Se tendrá permanentemente una camilla en la obra para el traslado de posibles accidentados.

El comedor tendrá una superficie correspondiente a 1 m2/trabajador, con iluminación artificial y natural suficiente, ventilación adecuada, sillas, mesas, calentador de comida, pileta de agua corriente y recipiente para recoger basuras. En la oficina de obra se instalará un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 21 A.

Artà, noviembre 2025

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Gonzalo García Uriarte
COL: 879 C.O.E.I.B.

Ingeniero de la energía: Ángel Lacleta Barrera
COL: 26827 C.E.T.I.B.

# V. PRESUPUESTO BÁSICO

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

**BESS BOCCHORIS**

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|
| **01** | **ADECUACIÓN DEL TERRENO Y OBRA CIVIL** | | | |
| 01.01 | **Ud Desbroce del terreno, valla perimetral, obra civil de la parte de almacenamiento, aparcamientos y zona verde** | | | |
| | **Medición** | | | |
| | UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA | | | |
| | 1.250 | 1.250,00 | | |
| | Subtotal | 1.250,00 | | |
| | | **1.250,00** | **50,00** | **62.500,00** |
| | **TOTAL 01** | | | **62.500,00** |
| **02** | **ELECTROMONTAJE** | | | |
| **02.01** | **EQUIPOS** | | | |
| 02.01.01 | **Ud Contenedor Hithium 20' ST5015kWh-1250kW-2h** | | | |
| | **Medición** | | | |
| | UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA | | | |
| | 4 | 4,00 | | |
| | Subtotal | 4,00 | | |
| | | **4,00** | **663.000,00** | **2.652.000,00** |
| 02.01.02 | **Ud PCS Sungrow SC5500UD-MV** | | | |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| | | **2,00** | **105.000,00** | **210.000,00** |
| 02.01.03 | **Ud Centros de transformación** | | | |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| | | **2,00** | **135.648,00** | **271.296,00** |
| | **TOTAL 02.01** | | | **3.133.296,00** |
| **02.02** | **INSTALACIÓN DE EQUIPOS** | | | |
| | **TOTAL 02.02** | | | **25.791,20** |
| **02.03** | **CABLEADO BT** | | | |
| | **TOTAL 02.03** | | | **29.045,80** |
| **02.04** | **CABLEADO MT** | | | |
| | **TOTAL 02.04** | | | **251.657,00** |
| **02.05** | **CABLEADO SSAA** | | | |
| | **TOTAL 02.05** | | | **3.868,68** |
| **02.06** | **RED DE TIERRAS** | | | |
| | **TOTAL 02.06** | | | **2.149,27** |
| **02.07** | **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA CCTV** | | | |
| | **TOTAL 02.07** | | | **27.633,43** |
| **02.08** | **SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGIA EMS** | | | |
| | **TOTAL 02.08** | | | **27.633,43** |
| | **TOTAL 02** | | | **3.501.074,81** |
| **03** | **SEGURIDAD Y SALUD** | | | |
| | **TOTAL 03** | | | **50.000,00** |
| | **TOTAL** | | | **3.613.574,81** |

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

**BESS BOCCHORIS**

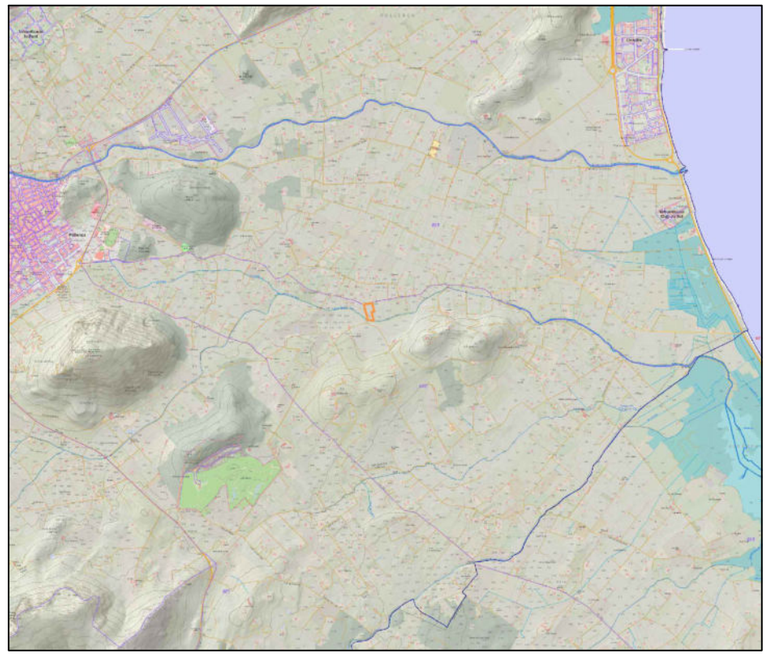
| CAPÍTULO | RESUMEN | IMPORTE | % |
|---|---|---|---|
| 01 | ADECUACIÓN DEL TERRENO Y OBRA CIVIL | 62.500,00 | 1,73 |
| 02 | ELECTROMONTAJE | 3.501.074,81 | 96,89 |
| 03 | SEGURIDAD Y SALUD | 50.000,00 | 1,38 |
| | **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** | **3.613.574,81** | |

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TRES MILLONES SEISCIENTOS TRECE MIL QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

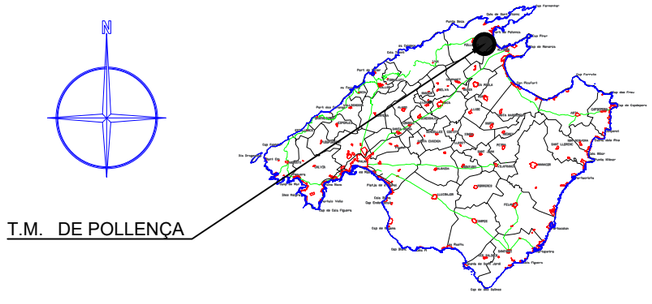
Pollença, Noviembre 2025.

# VI. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA







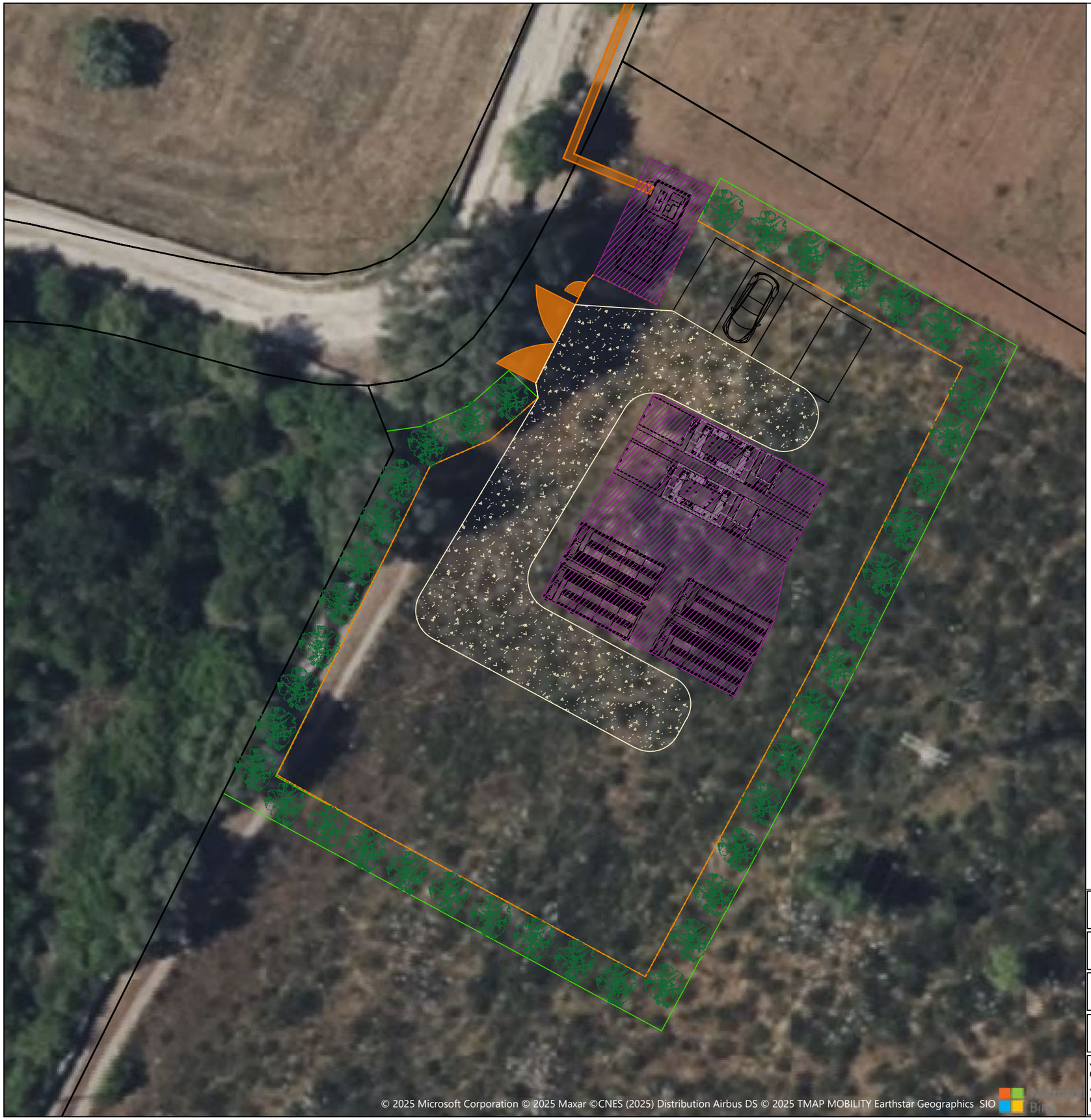

PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

| | |
|---|---|
| EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS | FECHA: NOVIEMBRE 2025 |
| PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL<br>CIF: B-44884526 | NUM PLANO: 01 |
| PLANO DE: EMPLAZAMIENTO | ESCALA: 1:7.500 A3 |

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo García Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

técnicos consultores




LEYENDA

- Vallado
- Camino zahorra natural
- Area poligonal ocupada BESS
- Pantalla vegetal y acústica (41)
- Centro de Maniobra y Medida (CMM)

**ÁREA PARA ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS**

**Datos de superficies y distancias:**

**Superficie total parcela 312:** 6.714 $m^2$

**Superficie ocupada por el sistema BESS:** 185,00 $m^2$ (BESS + SKID)
+ 35,50 $m^2$ (CMM)
220,50 $m^2$

**Ocupación de la parcela por el sistema BESS:** 3,28%

**Distancia línea de evacuación:** 190 m

**Distancia a parcelas colindantes:** 10 m

**Superficie vallada:** 1.065 $m^2$

**Longitud vallado:** 138 m

**PLAN TERRITORIAL INSULAR DE MALLORCA**
**MODIFICACIÓN Nº4**
**Capítulo V. Norma 84.**

1.A efectos de este Plan, se considera infraestructura de almacenaje autónomo de energía eléctrica la instalación destinada a la captación y posterior vertido de energía en la red eléctrica.
[...]
3. En el caso de implantación en el sulo rústico se consideran uso condicionado en el caso de que se sitúen totalmente en la categoría de área de transición (AT) que no esté en torno a un área de desarrollo urbano de uso residencial, turístico, dotacional o mixto, o bien que se sitúen en una franja de 100 m en torno a subestaciones eléctricas de transporte ubicadas en suelo rústico común, siempre que se adopten las medidas de seguridad y de integración ambiental y paisajísticas apropiadas.

**En el caso de este proyecto, NO le es de aplicación esta normativa, pero aún así el terreno está catalogado como Suelo Rústico General (SRG) común y a una distancia inferior a 100 metros de la subestación, concretamente a unos 95 metros.**

PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA
T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS

FECHA:
NOVIEMBRE 2025

PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL
CIF: B-44884526

NUM PLANO:
02

PLANO DE: SUPERFICIES OCUPADAS

ESCALA:
1:250 A3

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

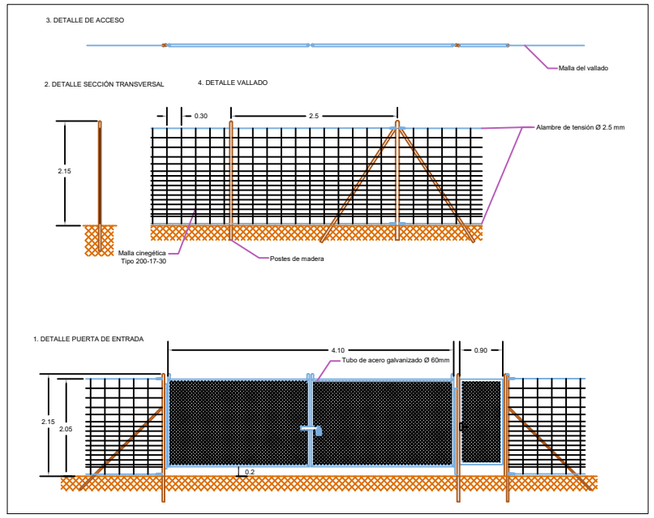
Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo García Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

técnicos consultores



## LEYENDA

- Vallado
- Conexion Skid - CMM
- Conexion Container - Skid
- Zanja de evacuación
- Zona ajardinada
- Camino zahorra natural
- CMM
- MV SKID SC5500UD-MV
- BESS CONTAINER HITHIUM




## BESS BOCCHORIS ENERGY

CARACTERÍSTICAS ALMACENAMIENTO
MODELO BATERÍA: HITHIUM LFP314-2P52S
NÚMERO DE BATERÍAS: 4
CAPACIDAD POR CONTAINER: 5.000 KWH

MODELO INVERSOR + TRANSFORMADOR (SKID): MV SKID SC5500UD-MV DE SUNGROW (2)
NÚMERO DE SKIDS: 2
POTENCIA POR SKID: 5.500 KW

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO: 20.000 KWH
POTENCIA INSTALADA: 11.000 KW
CAPACIDAD DE ACCESO: 10.000 KW

PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA
T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS

FECHA:
NOVIEMBRE 2025

PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL
CIF: B-44884526

NUM PLANO:
03

PLANO DE: DISEÑO PRELIMINAR

ESCALA:
1:250 A3

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo García Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

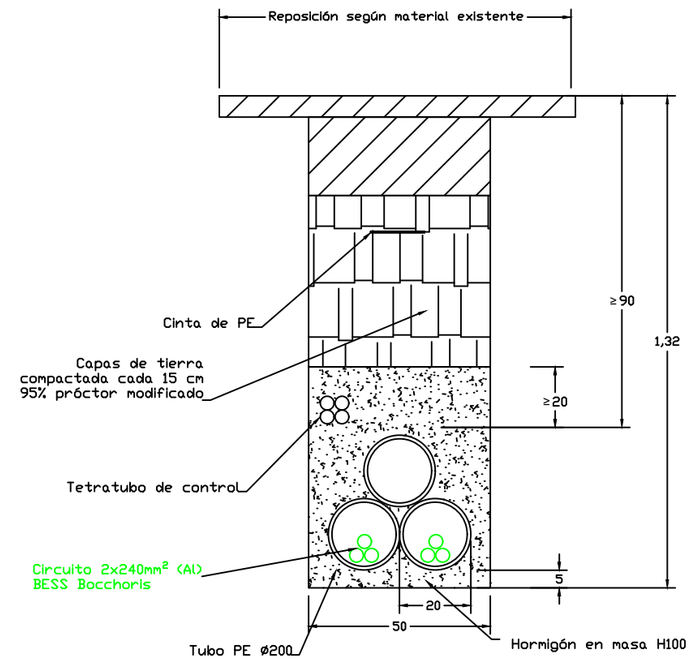
técnicos consultores




## LEYENDA

- Parcela localización BESS
- Subestación Pollença
- Zanja de evacuación
- Línea evacuación MT BESS Bocchoris
- CMM
- MV SKID SC5500UD-MV
- BESS CONTAINER HITHIUM

## ZANJA LINEA DE EVACUACIÓN




PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA
T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS

FECHA:
NOVIEMBRE 2025

PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL
CIF: B-44884526

NUM PLANO:
04

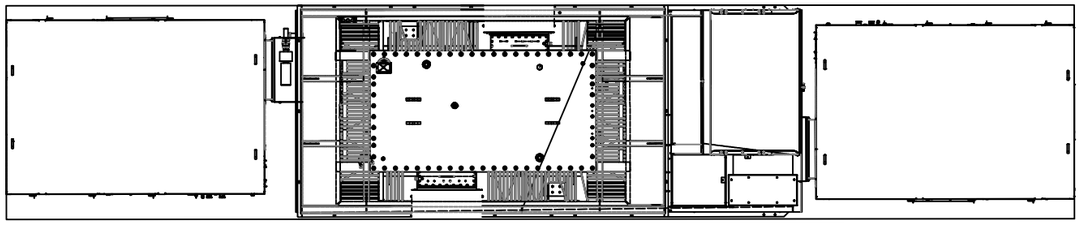
PLANO DE: LINEA DE EVACUACIÓN

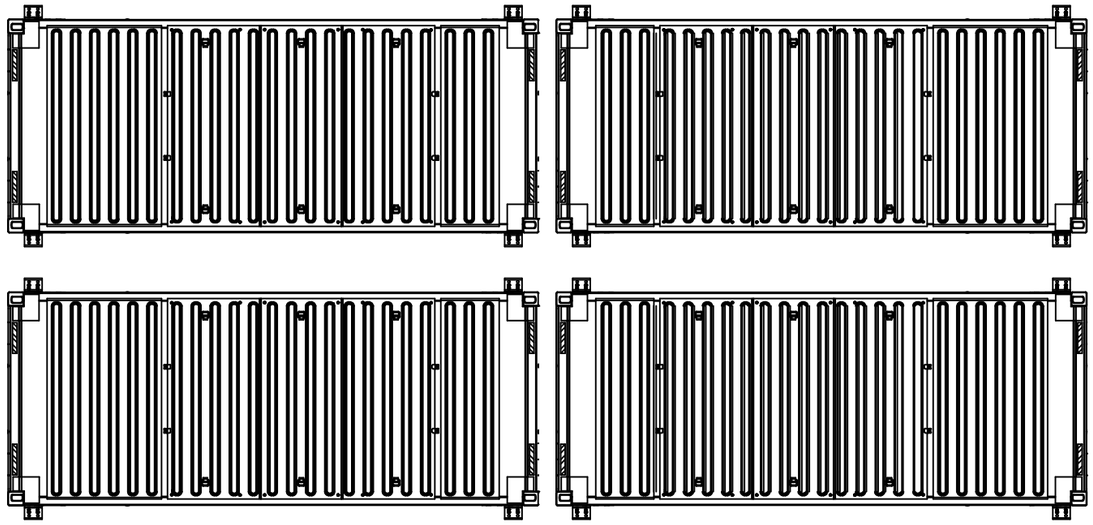
ESCALA:
1:1.000 A3

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

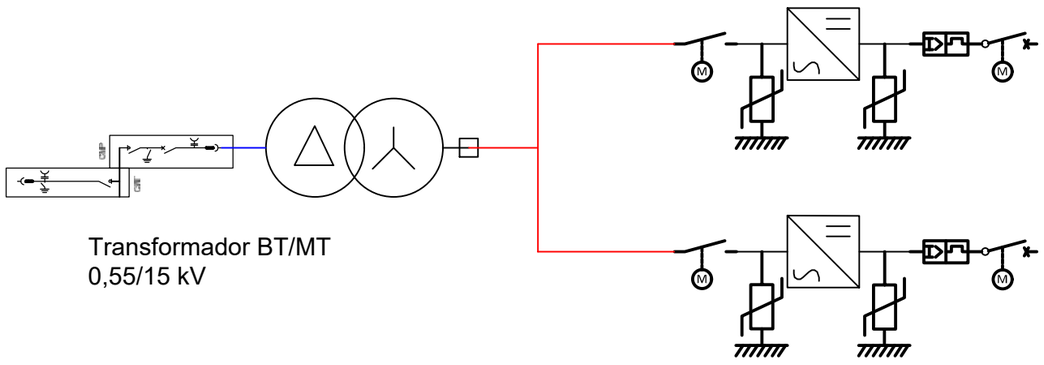
Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo García Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

técnicos consultores





SUNGROW Power Conversion System
SC5500UD-MV



Transformador BT/MT
0,55/15 kV

PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA
T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS

FECHA:
NOVIEMBRE 2025

PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL
CIF: B-44884526

NUM PLANO:
05

PLANO DE: DETALLE BLOQUE

ESCALA:
1:70 A3

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

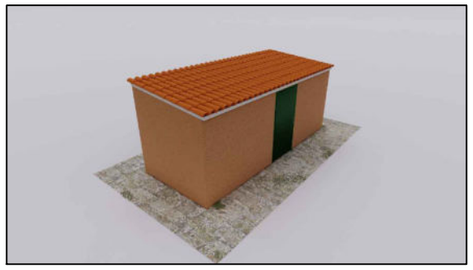
Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo Garcia Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

técnicos consultores

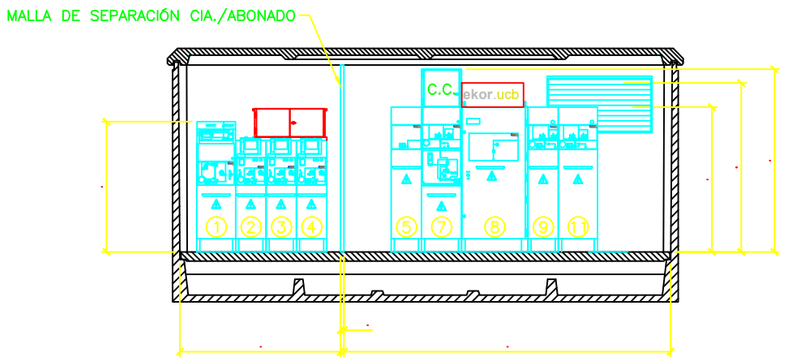
# DETALLE DE ENVOLVENTE PARA CUMPLIMIENTO DE NORMA 22 PTIM

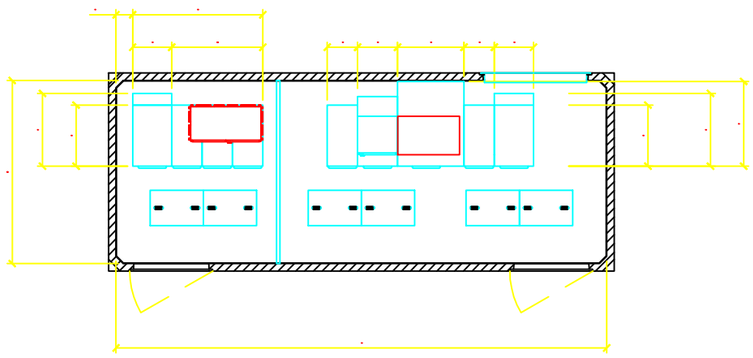


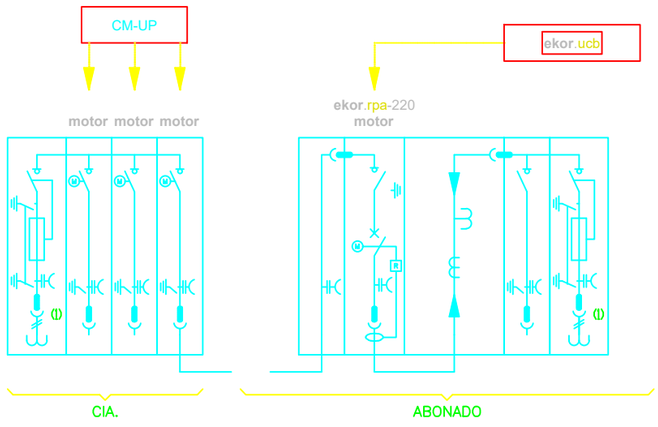


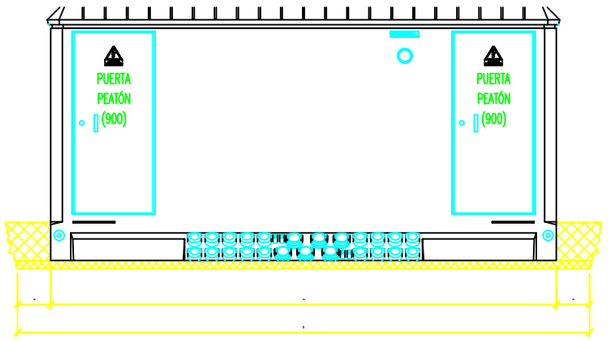




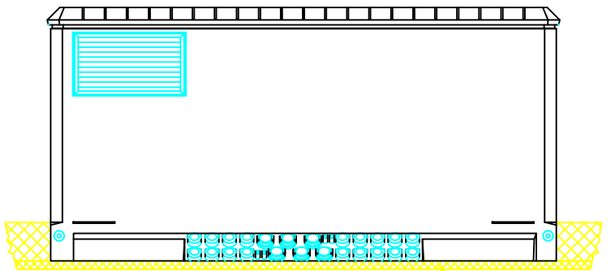


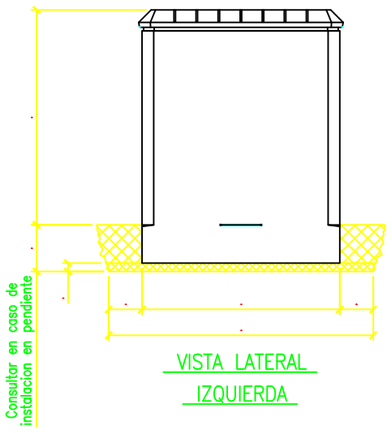


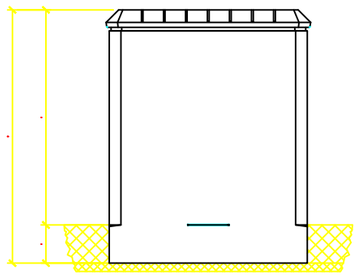

VISTA FRONTAL




VISTA POSTERIOR




VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

PROYECTO BÁSICO DE:
ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA
T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS

FECHA: NOVIEMBRE 2025

PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL
CIF: B-44884526

NUM PLANO: 06

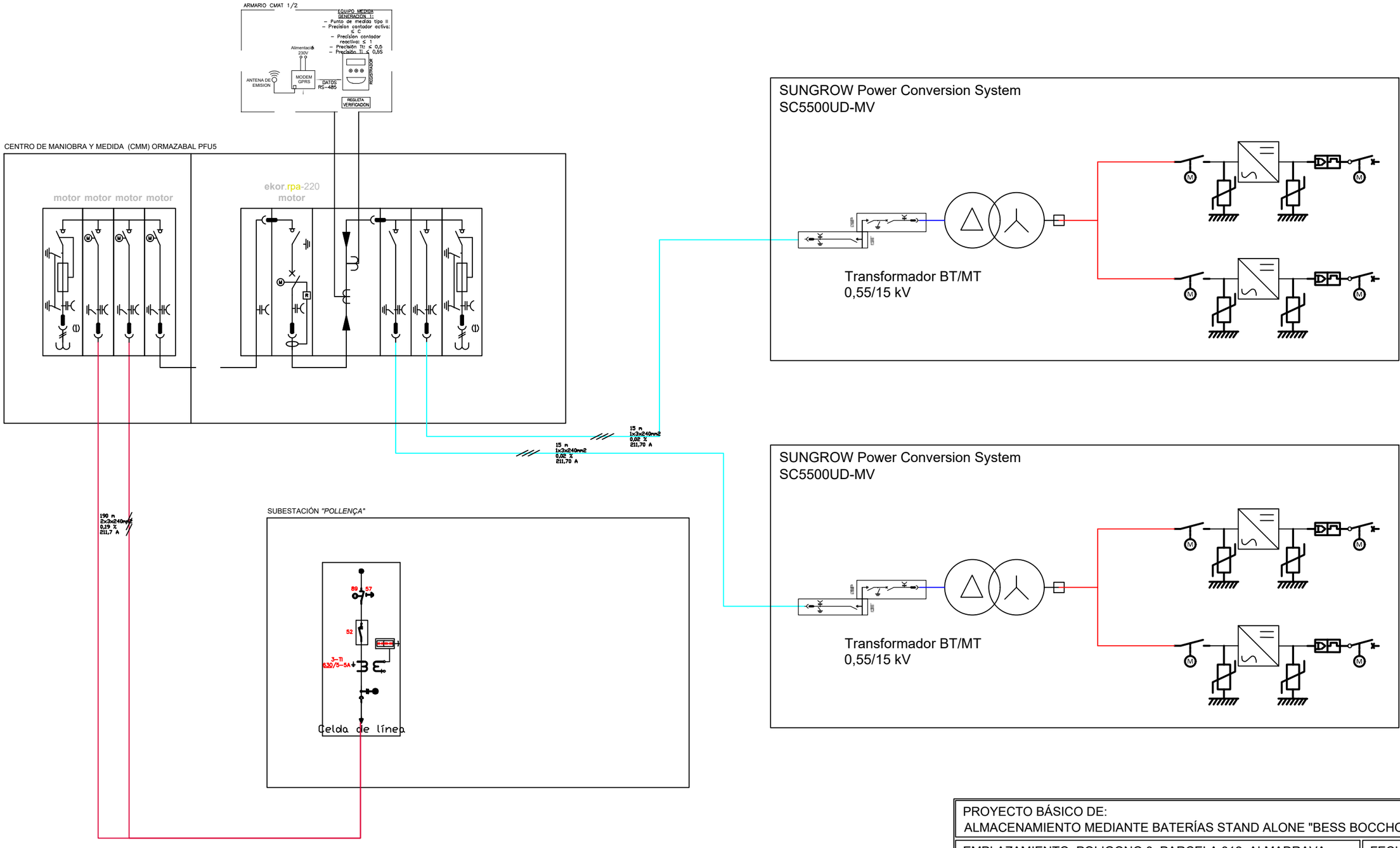
PLANO DE: CMM BESS POLLENTIA ENERGY

ESCALA: 1:70 A3

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.
C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

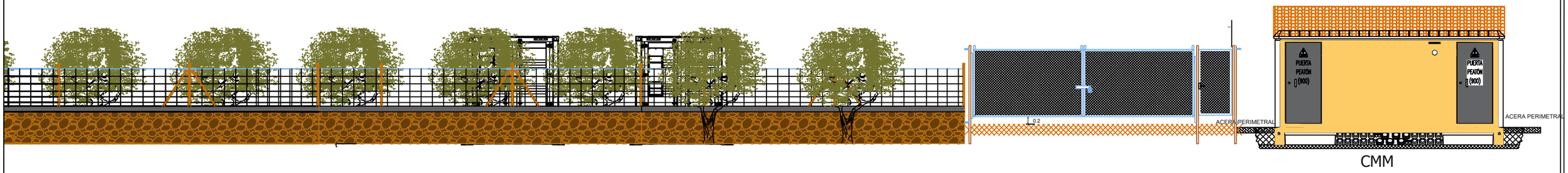
Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo Garcia Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera

técnicos consultores




| | |
|---|---|
| PROYECTO BÁSICO DE:<br>ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS" | |
| EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA<br>T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS | FECHA:<br>NOVIEMBRE 2025 |
| PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL<br>CIF: B-44884526 | NUM PLANO:<br>07 |
| PLANO DE: UNIFILAR BESS POLLENTIA ENERGY | ESCALA:<br>SE |
| JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.<br>GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.<br>ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.<br>C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ<br>Firma Jaime Sureda Bonnin · Firma Gonzalo García Uriarte · Firma Angel Lacleta Barrera | técnicos consultores |

Detalle 2




Detalle 1






| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO BÁSICO DE:<br>ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS STAND ALONE "BESS BOCCHORIS" | | | | |
| EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3, PARCELA 312, ALMADRAVA<br>T.M. DE POLLENÇA, ILLES BALEARS | | | | FECHA:<br>NOVIEMBRE 2025 |
| PROMOTOR: ODS INNOVACIÓN ENERGÉTICA 1, SL<br>CIF: B-44884526 | | | | NUM PLANO:<br>08 |
| PLANO DE: DETALLES PARQUE BESS | | | | ESCALA:<br>1:SE A3 |
| JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.<br>GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.<br>ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.<br>C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ | Firma Jaime Sureda Bonnin | Firma Gonzalo Garcia Uriarte | Firma Angel Lacleta Barrera | técnicos consultores |