

## HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

### Instituciones:

Firma COIICV:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

### Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número de Colegiado/a:

Número de colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número de Colegiado/a:

Número de colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número de Colegiado/a:

Número de colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

De acuerdo a la normativa de Protección de datos vigente, le informamos que sus datos serán incorporados en un fichero automatizado y en papel cuyo responsable es el COIICV con la finalidad de gestión el control de su firma electrónica. Los datos no serán cedidos a terceros y podrá ejercer sus derechos de Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición personalmente o por medio de Teléfono, fax, mail o carta, enviándonos su solicitud acompañada de fotocopia de su DNI al COIICV sito en Av. De Francia 55, 46023 Valencia, Tel.: 96 351 68 35, Fax: 96 351 49 63, mail: valencia@iicv.net

DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE  
ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA  
BESS DE 15 MW DE POTENCIA  
INSTALADA (30 MWh CAPACIDAD DE  
ALMACENAMIENTO) CON  
EXCEDENTES CONECTADA A LA RED  
INTERNA DE M.T.**



**PROMOTOR**

STELLANTIS ESPAÑA, S.L.

**EMPLAZAMIENTO**

POL. IND ENTRERRIOS, CARRETERA  
NACIONAL 232, KM. 29  
50639, FIGUERUELAS, ZARAGOZA.

**PROYECTISTA**

JOSE LUIS VÁZQUEZ FERNÁNDEZ  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Nº COLEGIADO 7.590 – COIICV



## ÍNDICE

<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>5</b>
1. ANTECEDENTES	6
2. OBJETO	6
3. IDENTIFICACIÓN DEL PROMOTOR	7
4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	7
5. NORMATIVA URBANÍSTICA	7
6. NORMATIVA APLICABLE	8
7. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	9
8. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR	12
8.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	12
8.1.1. CELDA DE BATERÍA	12
8.1.2. PACK DE CELDAS DE BATERÍAS	14
8.1.3. BASTIDOR PACKS DE BATERÍAS (RACK)	15
8.1.4. CONTENEDOR DE BATERÍAS	16
8.2. SISTEMA BMS	17
8.3. CONEXIÓN INTERNA BESS DC	19
8.3.1. INTRODUCCIÓN AL PANEL DE RECOLECCIÓN DE BATERÍAS (BCP)	19
8.3.2. PARÁMETRO DE BCP	20
	22
8.4. SISTEMA DE GESTIÓN TÉRMICA	22
8.4.1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE GESTIÓN TÉRMICA	22
8.4.2. ESQUEMA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN TÉRMICA	23
8.4.3. ESQUEMA DE DISEÑO DE AISLAMIENTO TÉRMICO	24
8.4.4. ESQUEMA DE DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA	24
8.4.5. REFRIGERACIÓN DE LA CELDA	25
8.5. MV SKID	25
8.5.1. INVERSORES	27
8.5.2. CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO A LA RED INTERIOR DE M.T.	28
8.9. SISTEMA DE ANTIVERTIDO	29
8.10. COMUNICACIONES	30
8.11. SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA	30
8.12. ESTRUCTURA SOPORTE PARA LOS CONTENEDORES DE BATERÍAS Y MV SKID.	31
8.12.1. DISPOSICIÓN Y ACCESIBILIDAD	31
8.12.2. CONEXIÓN A TIERRA	31
8.13. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	31
8.13.1. SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA	31
8.13.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	31
8.13.1.2. SISTEMA DE DETECCIÓN	33
	34
8.13.1.3. SISTEMA A PRUEBA DE EXPLOSIONES	34
8.13.1.4. SISTEMA DE EXTINCIÓN	36
8.13.1.4.1. AEROSOL	36
8.13.1.4.2. TUBERÍA SECA	36

8.13.2.	SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (MV SKID)	37
8.13.2.1.	SENSORES EN LA ZONA DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	37
8.13.2.2.	MONITORIZACIÓN TRANSFORMADOR	38
8.13.3.	SISTEMA DE SEGURIDAD EXTERNO	39
8.14.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	41
8.15.	CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA	41
8.16.	CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA	41
8.17.	CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN	42
8.18.	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA.	43
8.19.	CANALIZACIONES DE BT Y MT	45
8.20.	PUESTA A TIERRA	46
8.21.	POTENCIA PREVISTA DE CONSUMOS AUXILIARES	47
8.22.	POTENCIA CONTRATADA DE CONSUMO	47
8.23.	CONCLUSIÓN	47
<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b>		<b>48</b>
1.	GENERALIDADES.	49
2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE LA INSTALACIÓN.	54
2.1.	CONDUCTORES.	54
2.2.	TUBOS.	55
2.3.	CAJAS.	55
2.4.	INTERRUPTORES BASES DE ENCHUFE Y CORTACIRCUITOS FUSIBLES.	55
3.	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN.	56
4.	INTERRUPTORES DE CONTROL DE POTENCIA Y PROTECCIÓN DIFERENCIAL.	57
5.	CUADROS DE MONTAJE.	57
6.	ESTRUCTURA SOPORTE	57
7.	EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	58
8.	PRUEBAS Y ENSAYOS.	60
8.1.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.	60
9.	ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.	62
10.	UNIDADES NO ESPECIFICADAS.	62
<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>		<b>63</b>
1.	ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN.	64
2.	DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.	65
3.	CONDICIONES AMBIENTALES.	66
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.	67
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.	67
4.2	SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA.	67
4.3	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	67
4.4	SERVICIOS HIGIÉNICOS.	67
4.5	SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.	67
5.	TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR.	68
6.	PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	68
7.	PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS.	68
7.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES.	69
7.2	PROTECCIONES COLECTIV-AS.	70
7.3	FORMACIÓN.	70

8.	<i>IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.</i>	70
8.1	RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.	70
8.2	RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE.	71
9.	<i>RIESGOS LABORALES ESPECIALES.</i>	73
9.1	RIESGOS LABORALES ESPECIALES.	73
10.	<i>PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES.</i>	79
11.	<i>CONDICIONES GENERALES.</i>	80
12.	<i>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.</i>	80
<b>PLANOS</b>		<b>83</b>
<b>PRESUPUESTO</b>		<b>84</b>
<b>ANEXO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.</b>		<b>88</b>
1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	89
1.	<i>FORMULAS UTILIZADAS</i>	91
1.1.	INTENSIDAD	91
1.2.	CAÍDA DE TENSIÓN	91
1.3.	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES	92
1.4.	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA	93
2.	<i>PREVISIÓN DE POTENCIAS</i>	94
3.	<i>CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS</i>	94
4.	<i>CÁLCULOS ELÉCTRICOS</i>	94
4.1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN	95
4.2.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA	95
4.3.	CÁLCULO DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	96
4.3.1.	INTENSIDAD NOMINAL DE MEDIA TENSIÓN	96
4.4.	CONDUCTOR LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	97
4.5.	CAÍDA DE TENSIÓN	97
4.6.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	98
4.6.1.	<i>ANTECEDENTES</i>	98
4.6.2.	INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.	98
4.7.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.	99
5.	<i>CORTOCIRCUITOS.</i>	99
6.	<i>PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.</i>	101
7.	<i>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA TRANSFORMADOR 2500 KVA</i>	101
8.	<i>IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS</i>	110
9.	<i>CÁLCULOS MECÁNICOS</i>	110
10.	<i>CÁLCULOS DE AFORO DEL LOCAL</i>	110
<b>ANEXO 2. DOCUMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.</b>		<b>111</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA  
BESS DE 15 MW DE POTENCIA INSTALADA (30 MWh CAPACIDAD DE  
ALMACENAMIENTO) CON EXCEDENTES CONECTADA A LA RED  
INTERNA DE M.T.



# DOCUMENTO N°1

## MEMORIA DESCRIPTIVA

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

## 1. ANTECEDENTES

Las actuaciones objeto del presente proyecto se realizarán en una de las instalaciones del grupo STELLANTIS ubicada en Figueruelas, Zaragoza. Se trata de una empresa dedicada a la industria de los automóviles. Tiene una antigüedad de 38 años. La fábrica fue inaugurada en 1982 por Juan Carlos I y actualmente se encuentra ubicada en Figueruelas (Zaragoza), con un volumen de trabajo de 1.762 coches Opel al día en condiciones normales.

La presente memoria tiene por objeto describir las actuaciones técnicas para el desarrollo de una instalación de almacenamiento de energía en uno de sus establecimientos ubicado en el término municipal de Figueruelas (Zaragoza).

Con el objetivo de mejorar los parámetros de sostenibilidad de la actividad de explotación de las instalaciones se pretende construir una instalación de almacenamiento de energía de 30 MWh de capacidad y 15 MW de potencia instalada (Potencia instalada según RD 244/2019). La instalación se conectará a la red interna de media tensión para autoconsumo de energía eléctrica, conforme al plan de sostenibilidad establecido por el consumidor, en materia de buenas prácticas medioambientales y con objeto de reducir las emisiones de CO2.

## 2. OBJETO

La presente memoria tiene por objeto la definición y la descripción técnica de la instalación de almacenamiento denominada STELLANTIS BESS FIGUERUELAS, así como la justificación de las soluciones adoptadas.

Este documento junto con los demás documentos necesarios serán los que se presenten ante el ayuntamiento de Figueruelas (Zaragoza), la Delegación Provincial de Industria y la compañía distribuidora, en cumplimiento de lo expresado en la normativa vigente, a fin de conseguir las autorizaciones necesarias para la ejecución y explotación de la instalación de almacenamiento de energía.

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROMOTOR

**Nombre:** STELLANTIS ESPAÑA, S.L.

**CIF:** B50.629.187

**Domicilio social:** Pol. Ind. Entrerrios, Carretera nacional 232, Km. 29

**Municipio:** 50639, Figueruelas

**Provincia:** Zaragoza

### 4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

**Emplazamiento:** Pol. Ind Entrerrios, Carretera Nacional 232, Km. 29

**Municipio:** 50639, Figueruelas

**Provincia:** Zaragoza

**Referencia Catastral:** 1743001XM5214S0001UG.

### 5. NORMATIVA URBANÍSTICA

El planteamiento urbanístico de la localidad en cuestión se rige en la actualidad por la homologación de las normas subsidiarias Municipales de Figueruelas al plan general según Ley Urbanística de Aragón.

Los particulares, al igual que la Administración, quedan obligados al cumplimiento de las determinaciones de dichas normas de forma que cualquier actuación o intervención sobre el territorio, sea de carácter público o privado, provisional o definitivo, deberá acomodarse a las mismas de acuerdo con lo establecido en el artículo 213 de la Ley Urbanística de Aragón, en relación con lo establecido en los artículos 164 y concordantes de Decreto 52/2000 de desarrollo parcial de la LUA.

La instalación proyectada pretende establecer la actividad de almacenamiento de energía para consumo propio y tiene por objeto completar el local existente con los elementos mecánicos e instalaciones pertinentes para el ejercicio siendo compatibles con la actividad del área.

## 6. NORMATIVA APLICABLE

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 28, de 28/11/1997).
- 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 (BOE 10-06-2014).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27/12/2000).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE núm. 224, de 18/09/2002).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (BOE núm. 295, de 08/12/2011).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE núm. 224, de 18/09/2007).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 310, de 27/12/2013).
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo (BOE núm. 243, de 10/10/2015).
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos (BOE núm. 113, de 10/05/2016).

- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985, Normas Administrativas y Técnicas que establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales de autoproducción eléctrica.

## **7. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA**

La instalación de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) se realizará sobre la superficie libre que existe junto a la central de cogeneración existente, donde se ubicarán los skid de baterías y aparataje eléctrica.

Los contenedores se dispondrán en fila y ocuparán aproximadamente 413 m<sup>2</sup> de superficie.

La instalación eléctrica proyectada conexasionará la instalación BESS con la red eléctrica de media tensión del consumidor. La tensión de suministro de energía eléctrica de la instalación BESS será realizada en media tensión a 20 KV.

Tras examinar la superficie, se considera que es posible realizar una instalación BESS de 15 MW de potencia instalada y 30 MWh de capacidad de almacenamiento.

Dicha potencia se consigue con un total de 6 skid de baterías que se conectan a 6 inversores trifásicos de 2.500 kW de potencia nominal y 2.750 kW de potencia nominal máxima de salida. Cada uno de los inversores tiene una tensión de salida de 690 V y se conectarán a un transformador de 2.500 kVA para elevar la tensión a 20 kV y conectarse mediante diferentes celdas a la red de distribución interna en media tensión del cliente.

Los centros de transformación estarán conectados en cascada mediante sus respectivas celdas de línea de entrada y salida. El último se conectará al centro de distribución del cliente, denominado "SET I". La conexión a la red interna del cliente en media tensión se realizará a través del conjunto de celdas que se ubicarán dentro de la SET I.



Figura 4. Ubicación instalación BESS

A continuación se puede observar la implantación de equipos de la instalación BESS:

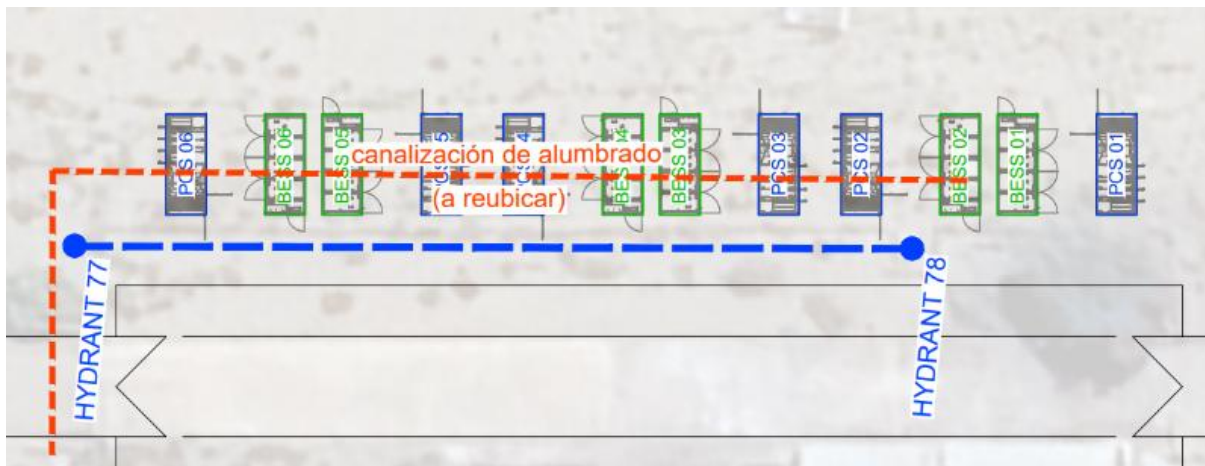


Figura 5. Implantación de la instalación BESS y punto de conexión.

La instalación que se va a proyectar está formada por los siguientes componentes principales:

- Skid de baterías (Contenedores).
- Subestructura metálica soporte contenedores.
- Skid de inversores y centros de transformación.
- Elementos de protección, maniobra y medida.
- Cableado en BT y MT.
- Canalizaciones eléctricas.
- Toma de tierra.



*Figura 6. Vista aérea de toda la fábrica.*

## 8. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

Se prevé la instalación de 6 skid (contenedores de 20 pies) de la marca **SVOLT Short Blade II container** modelo **CE-L-5160-A1-EU**, de 5,16 MWh de capacidad de almacenamiento unitario. Por tanto, la instalación tendrá una capacidad de almacenamiento máxima de 30,96 MWh.

Para su conexión se utilizarán 6 inversores de la marca **HOPEWIND** modelo **HPPS 2500B** con una potencia activa máxima unitaria de 2.500 kW, lo que supondrá una potencia instalada nominal máxima de 15 MW. Cada inversor llevará acoplado un transformador 0,8/20 kV de 2500 kVA con celda de protección, entrada y salida de línea. Este tipo de equipo se conoce como MV Skid, y son contenedores de 20 pies.

### 8.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

#### 8.1.1. CELDA DE BATERÍA

La célula adopta un proceso de apilamiento para hacer que la célula sea más segura y le permite tener un ciclo de vida más largo. El tamaño corto de la hoja mejora la eficiencia de la gestión térmica.

Los parámetros de la celda son los siguientes:

Artículo	Parámetro
Modelo de batería	CL40
Capacidad nominal	350Ah
Tensión nominal	3.2V
Resistencia interna	≤0,3 mΩ
Voltaje de carga de corte	3.65V
Tensión de descarga de corte	2.5V
Temperatura de funcionamiento	de Cargo 0~55 °C Descargar -20 °C ~ 55 °C
Temperatura óptima	Cargo 15 °C ~ 35 °C Descargar 15 °C ~ 35 °C
Temperatura de almacenamiento	En el plazo de 1 mes -20 °C ~ 45 °C En un plazo de 6 meses -20 °C ~ 35 °C

Tabla 1: Características de la célula.

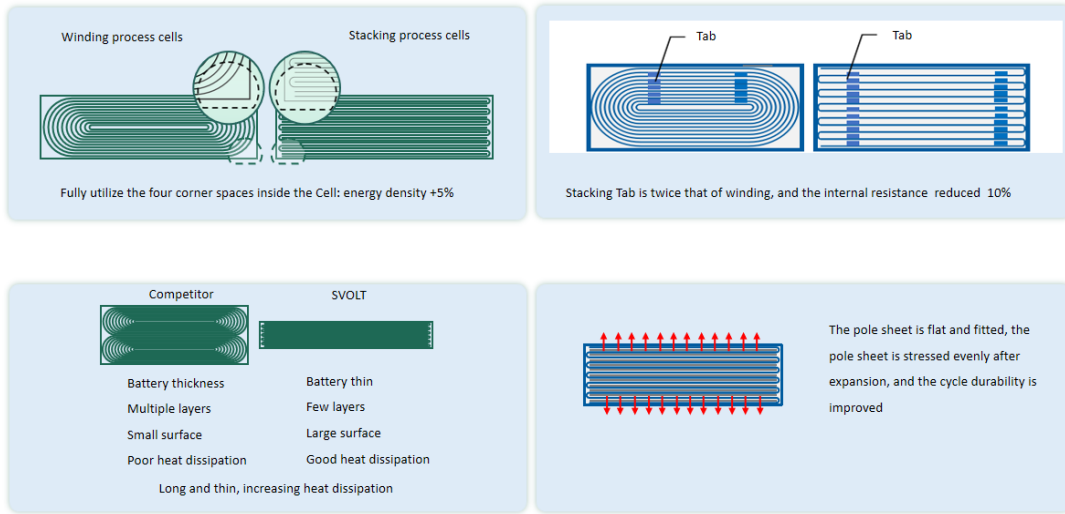
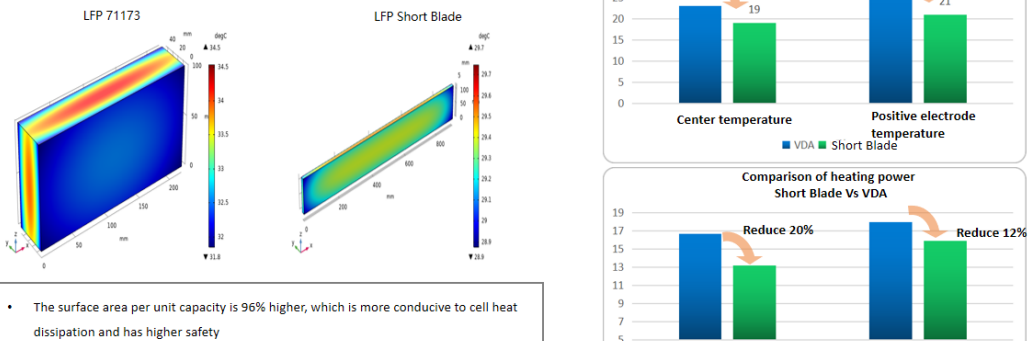


Figura 1: Arquitectura de la célula.

Compared with traditional VDA 71173 cells, LFP Short Blade cells have uniform temperature and good thermal management

Temperature distribution comparison (350Ah Short Blade vs Competitors 71173 cells)



- VDA bottom cooling, asymmetric heat dissipation, high temperature at the top and middle of cell, maximum temperature difference of 15 °C
- Short Blade double-sided cooling, symmetrical heat dissipation, good internal balance of cell, maximum temperature difference of 7 °C

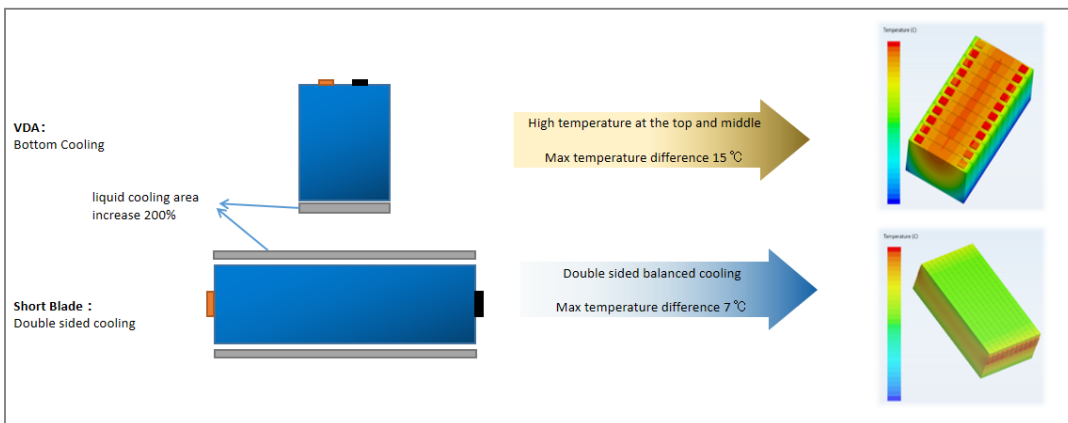


Figura 2: Distribución de la temperatura de la célula

### 8.1.2. PACK DE CELDAS DE BATERÍAS

El paquete de baterías en este esquema de diseño consta de 128 celdas, en forma de 1P128S, con un voltaje nominal de trabajo de 409,6 V y una capacidad nominal de 143,36 kWh.

Los parámetros del paquete de baterías son los siguientes:

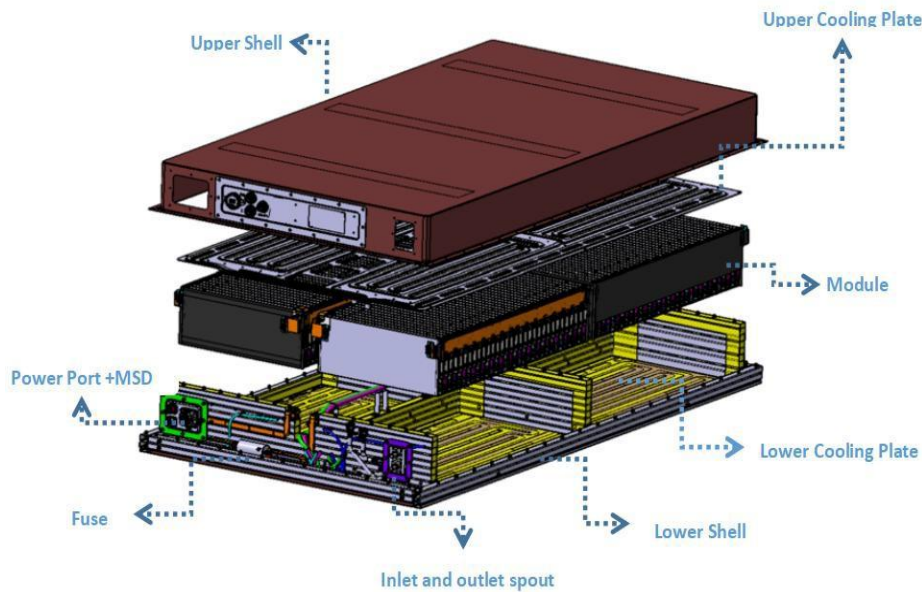


Figura 6: Batería.

NO.	Categoría	Características técnicas
1	Capacidad nominal	350Ah
2	Tensión nominal	409,6 V
3	Número de celdas	128
4	Configuración	1P128S
5	Capacidad	143.36kWh

6	Dimensión	1170*2120*246
7	IP	IP65

### 8.1.3. BASTIDOR PACKS DE BATERÍAS (RACK)

Hay 3 clústeres en un bastidor, las especificaciones del grupo de baterías para los 3 paquetes se muestran a continuación:

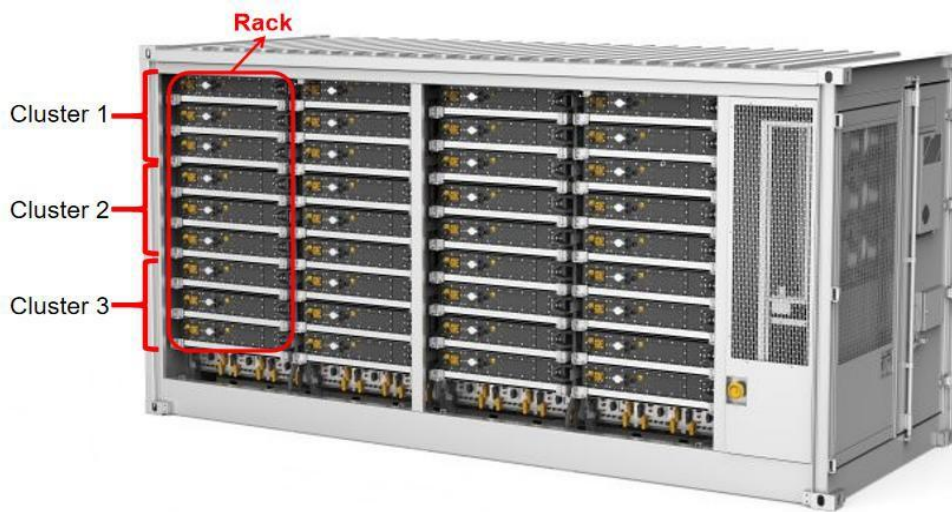


Figura 3: Distribución de contenedores, estanterías y clústeres.

NO.	Categoría	Características técnicas
1	Capacidad nominal	350Ah
2	Tensión nominal	1228.8V
3	Número de paquetes	3
4	Configuración	1P384S
5	Capacidad	430.08kWh

Tabla 2: Características de la estantería

#### 8.1.4. CONTENEDOR DE BATERÍAS

Hay 12 bastidores de baterías en cada contenedor de baterías. Todos los racks están conectados en paralelo y emparejados con un sistema BMS para cumplir con los requisitos de potencia y energía de la aplicación en cuestión.

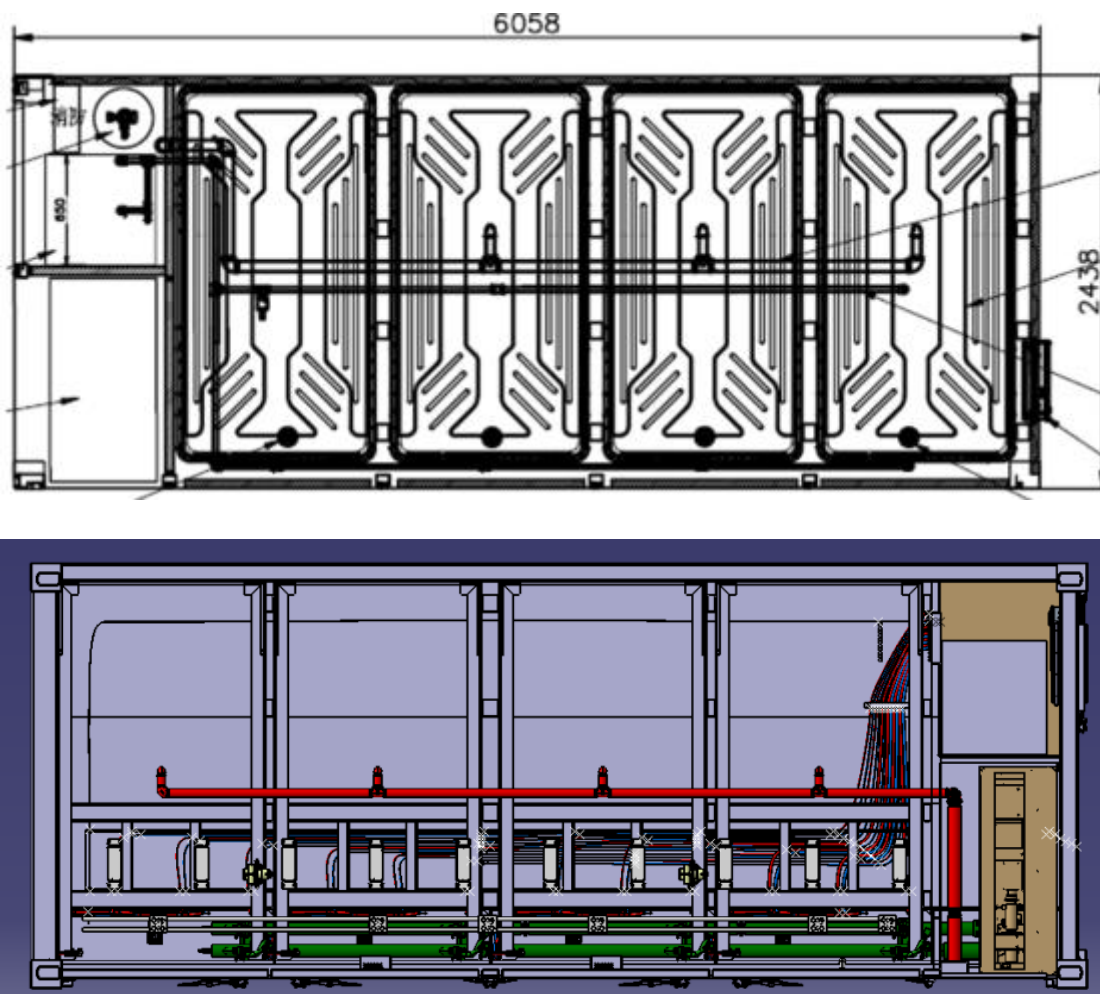


Figura 4: Contenedor de batería

NO.	Categoría	Características técnicas	Observaciones
1	Tipo de batería	LFP-350Ah	Hoja corta
2	Capacidad	5,16 MWh	
3	Potencia de carga nominal	0.5P	Potencia máxima de carga/descarga
4	Potencia de descarga nominal	0.5P	

5	Tensión nominal	1228.8V	Voltaje del bastidor de la batería
6	Sistema RTE	94.5%	≤0.5P, lado de CC, excluyendo la fuente de alimentación auxiliar
7	Dirección del contorno	Parte inferior del armario	
8	Temperatura ambiente	-30~45 °C	Fuera del contenedor
9	Altitud	≤3000m	
10	Enfriamiento	Refrigeración líquida	
11	Agente extintor de incendios	Aerogel	
12	Protocolo de comunicación	ModbusRTU、 ModbusTCP、 IEC104	
13	Monitoreo y control remoto	Sí	
14	Ruido	≤80 dB	
15	IP	IP55	Después de cerrar la puerta del contenedor
16	Dimensiones (L * W * H)	6058 * 2438 * 3100 milímetros	

Tabla 3: Características del contenedor

## 8.2. SISTEMA BMS

La arquitectura del sistema de gestión de baterías se divide en una arquitectura BMS de tres niveles bajo los principios de aislamiento de alto voltaje, adquisición de alta precisión, transmisión en tiempo real, monitoreo de confiabilidad, control de protección de seguridad, integración conveniente y expansión de capacidad simple. El diagrama de la arquitectura del sistema es el siguiente:

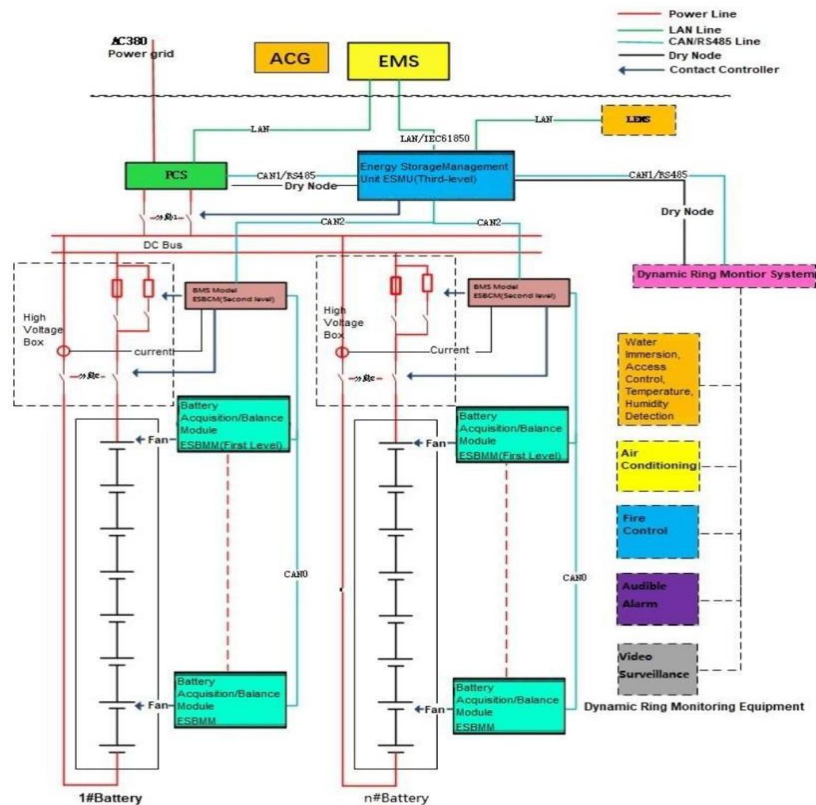


Figura 5: BMS arquitectura

### Descripción de la función BMU (Nivel 1)

Administrar paquete de batería

Medición y equilibrado de la tensión y la temperatura de la batería

Comunícate con BCU y reporta información

### Descripción de la función BCU (Nivel 2)

Administre sistemas de baterías de un solo clúster

Administre BMU, recopile información de la batería, como voltaje, temperatura y corriente, e informe a BSMU

Configure la función de protección contra sobrecorriente de cortocircuito para cortar el circuito de corriente en caso de cortocircuito anormal

Cuando un clúster encuentra una protección contra errores del sistema o una excepción en ejecución, el sistema informa al EMS y espera la recepción de comandos de operación.

Componentes de control como disyuntores y contactores

Estimación de SOC, estimación de SOH, estimación de SOE

EMS local incluye función BMS (Nivel 3)

Realice el control y la protección integrales del sistema de batería de almacenamiento de energía y realice la comunicación con PCS y la capa de monitoreo de almacenamiento de energía. En este enlace, adoptamos la arquitectura de control del sistema con el EMS local como núcleo, y tenemos la potencia de computación periférica para realizar la rápida respuesta del sistema de batería.

### 8.3. CONEXIÓN INTERNA BESS DC

#### 8.3.1. INTRODUCCIÓN AL PANEL DE RECOLECCIÓN DE BATERÍAS (BCP)

El armario de conexiones, diseñado para un solo armario e integrado con el contenedor, cumple con el acceso de 12 baterías de 5,16 MWh de compartimento de baterías, admite el acceso de 12 \* 215kW PCS o 1 \* 2500KW o 1 \* 2500KW PCS, cumple con los requisitos de la gestión clúster por clúster, reduce la circulación entre clústeres, mejora la eficiencia del sistema de carga y descarga, y mejora el ciclo de vida de toda la batería de la estación.

El gabinete de control es un diseño de gabinete único, que incluye un sistema de distribución y un sistema de control, el sistema de distribución incluye distribución convencional AC380V y fuente de alimentación ininterrumpida AC220V Fuente de alimentación UPS, la distribución adopta un sistema trifásico de cinco líneas, con sistema de conexión a tierra PE independiente.

El sistema de distribución proporciona alimentación de CA al enfriador de líquidos, BMS, protección contra incendios, deshumidificador, aire acondicionado, iluminación y sistema de control del compartimento de baterías de 5,16 MWh.

Sistema de control, responsable de la supervisión y protección del sistema de baterías, protección contra incendios, máquina de agua, deshumidificador, interruptor y acceso de soporte al sistema PCS y al sistema EMS. El sistema de control incluye un lazo de

control que consta del controlador, el relé intermedio, la luz indicadora y el botón de parada de emergencia.

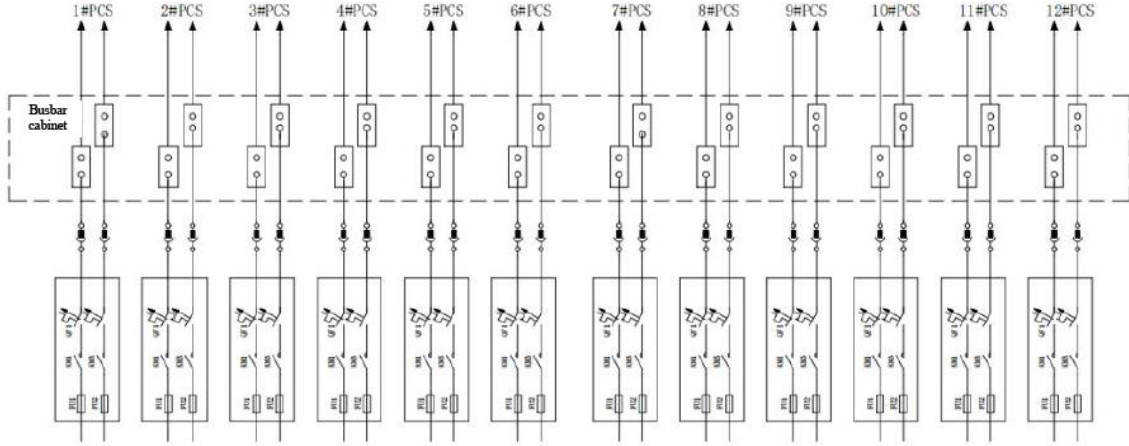


Figure 6: Diagrama eléctrico de la batería



Figura 7:BCP

### 8.3.2. PARÁMETRO DE BCP

	Artículo	Especificación	Comentario
Información básica	Cantidad de producto	1 juego	
	Marzo	SVOLT	

	Tipo de producto	Hojalata
	Carga	300kg
	Dimensión (W×D×H, mm)	1000 mm * 600 mm * 750 mm La base es de 100 mm, y el canal de acero o chapa de la base está doblado, y el grosor no es inferior a 3 mm.
	Pulverización	Pulverización de plástico
	Color en aerosol	RAL7035
	Grado de protección	IP21
<b>Material</b>	Placa lateral y placa trasera	Chapa galvanizada de 2 mm de espesor o chapa de zinc chapada en aluminio
	Placa protectora interior del armario	Chapa galvanizada de 2 mm de espesor o chapa de zinc chapada en aluminio
	Cuadro BCP	Chapa de zinc chapada en aluminio de 2,2 mm de espesor
	Base BCP	Chapa galvanizada de 3 mm de espesor
<b>Indicación</b>	Indicación de la línea de tierra	Los componentes están configurados con placas de indicación

Tabla 4: Parámetros BCP



#### 8.4.2. ESQUEMA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN TÉRMICA

El sistema de gestión térmica tendrá tres funciones: refrigeración, calefacción y autocirculación.

Cuando hay una demanda de refrigeración, se utiliza el esquema de combinación de compresor con intercambiador de calor de placas para controlar la temperatura del refrigerante. Al mismo tiempo, para evitar la condensación en las tuberías y contenedores de refrigeración líquida, el compresor, la bomba de agua y el ventilador de refrigeración deben controlarse mediante conversión de frecuencia. La temperatura del agua de entrada y salida de la máquina de agua puede cumplir con 5-35 °C de acuerdo con los requisitos de control.

Cuando hay una demanda de calefacción, se aplica el esquema de conexión de tubos de calefacción en serie en las tuberías de circulación de agua de la máquina de refrigeración líquida. Además, la temperatura del agua después del calentamiento se controla para que sea inferior a 35 °C a través de la lógica de control del circuito de la máquina de refrigeración líquida.

Cuando se requiere aislamiento térmico, el esquema de la bomba de agua se enciende para garantizar que la diferencia de temperatura entre los paquetes de baterías se controle dentro de un rango razonable.

El diagrama esquemático general del sistema es el siguiente:

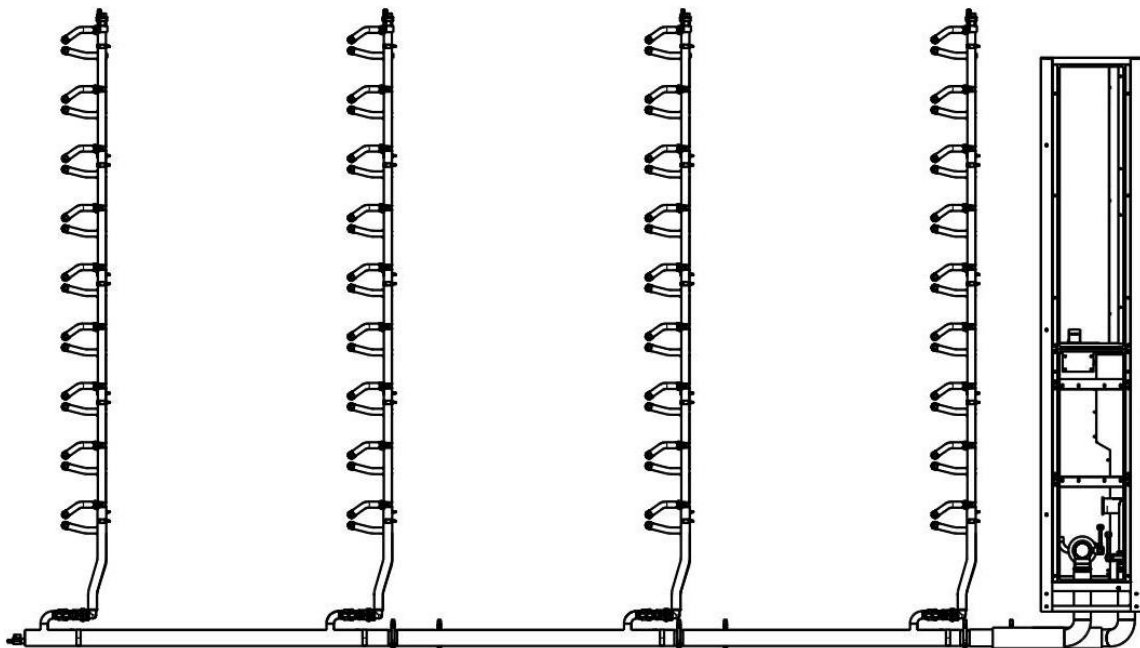


Figura 9:P Distribuciones de ipeline.

### 8.4.3. ESQUEMA DE DISEÑO DE AISLAMIENTO TÉRMICO

- Agregue material aislante con un grosor superior a 3 mm en la placa de refrigeración líquida para minimizar la pérdida de calor.
- Agregue capas de aislamiento térmico en la superficie de contacto entre la placa de enfriamiento y la parte inferior y la viga del contenedor.
- Conecte la placa de enfriamiento con la celda mediante adhesivo estructural conductor térmico.
- Agregue una almohadilla de aislamiento térmico entre la placa final del módulo y la viga fija para reducir la conducción térmica de la placa final y, por lo tanto, reducir la diferencia de temperatura.
- Se utiliza lana de roca de 100 mm en la parte superior e inferior del contenedor, y lana de roca de 50 mm en todos los lados para el aislamiento térmico.

### 8.4.4. ESQUEMA DE DISEÑO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA

El sistema de refrigeración líquida adopta un diseño de tubería paralela de dos etapas, y el intercambio de corriente paralela se optimiza a través de software de simulación para minimizar la diferencia de temperatura entre los diferentes niveles de la caja eléctrica. La tubería principal del grupo de baterías secundarias adopta un esquema de abajo hacia adentro y hacia afuera para minimizar el impacto de las fugas de refrigerante en el circuito de alto voltaje.

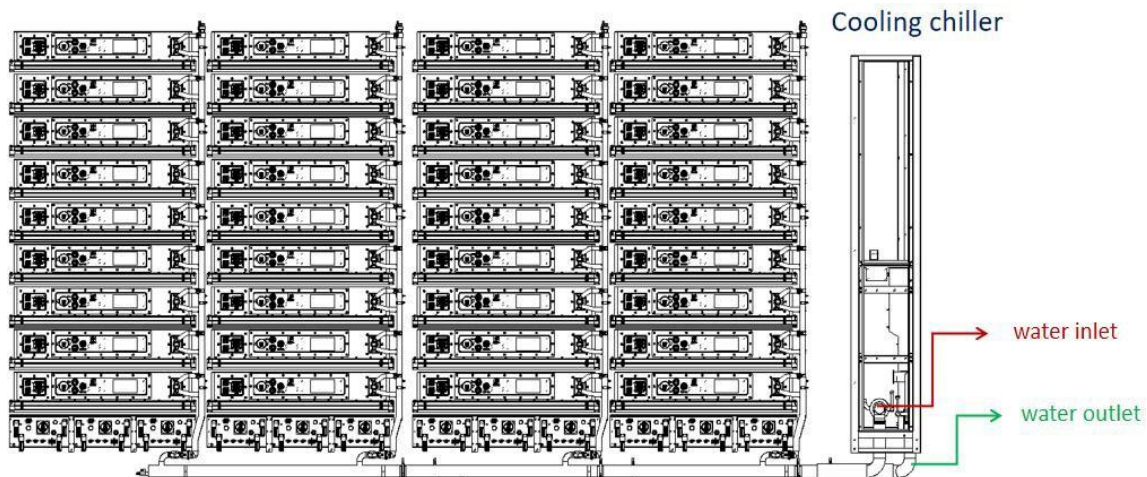
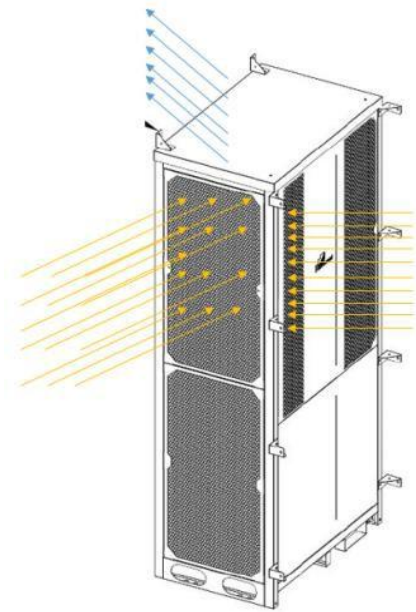


Figura 10: Diagrama esquemático del sistema de tuberías

#### 8.4.5. REFRIGERACIÓN DE LA CELDA

La celda de la batería es la principal fuente de calor del contenedor. De acuerdo con la simulación de gestión térmica, se debe seleccionar un enfriador de agua con una capacidad de enfriamiento de 60 kW, una producción de calor  $\geq 24$  kW y un flujo real  $\geq 324$  L / min. Dimensiones: 400 \* 1200 \* 2400 mm.



*Figura 11: Diagrama esquemático de apariencia del enfriador.*

#### 8.5. MV SKID

El MV SKID es uno de los componentes principales que convierte la corriente alterna en corriente continua y viceversa.

Las ventajas se muestran a continuación:

- El conveniente diseño modular proporciona un fácil acceso a todos los componentes para fines de mantenimiento.
- Uso de la tecnología de tres niveles para lograr la máxima eficiencia.
- Fuerte adaptabilidad ambiental con grado anticorrosión C3 ~ C5 disponible y sin reducción a una temperatura ambiente de 45 °C.
- Configuración de capacidad flexible y nivel de voltaje de MT personalizable de 6 ~ 35 kV.
- Compatible con múltiples modos de funcionamiento, como PQ y VSG.

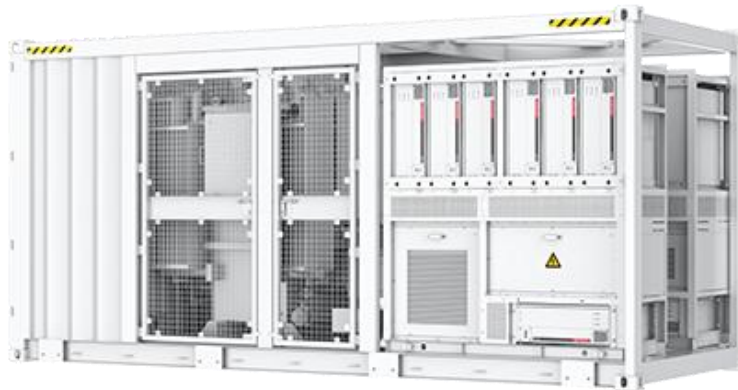


Figura 12: Estación PCS de cadena HPPS 2500B

	Modelo	HPPS 2500B
Parámetros de CC	Número de canales de entrada de CC	12
	Corriente CC máx.	209 A x 12
	Rango de funcionamiento de voltaje de CC	1000 V ~ 1500 V
Parámetros de CA	Potencia nominal total	2500kW
	Potencia de salida máx.	2750kVA
	Voltaje nominal	690Vac
	Rango de potencia reactiva	0~2625 kAr
	Eficiencia de PCS	98%
Modo en red	Voltaje nominal de la red	15kV
	Frecuencia nominal de la red	50 Hz
	THDi	<3%
	Factor de potencia	-1~1
Parámetros del transformador	Capacidad nominal	2500kVA
	Tipo de transformador	Transformador sumergido en aceite
	Voltaje BT/MT	0,69 / 15 kV
	Eficiencia del transformador	98%
Parámetros del sistema	Temperatura de funcionamiento	-40 °C ~ + 60 °C (reducción de potencia por encima 45°C)
	Humedad de funcionamiento	0~100%
	Altitud de funcionamiento	≤5000m (Sin desdoblarse dentro de 3000m)
	Grado de protección	IP54
	Comunicación BMS	RS485 / AÑOS
	Comunicación EMS	Interfaz Ethernet
	Protocolo de comunicación	Modbus RTU / Modbus TCP / IEC104 / IEC61850

Tabla 6: Características Skid MV.

La siguiente figura muestra el diagrama eléctrico de MV SKID:

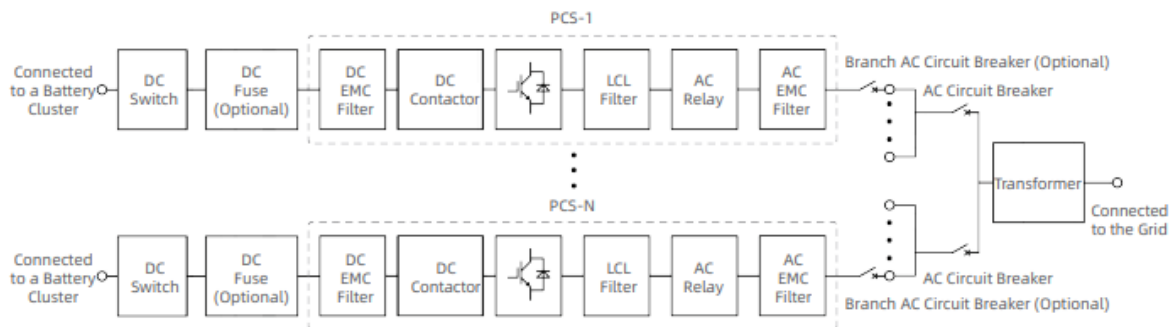


Tabla 7: Diagrama de topología del Skid de MT.

### 8.5.1. INVERSORES

Su principal función es garantizar la calidad de la energía vertida a la red, así como aglutinar una serie de protecciones tanto para los operarios de mantenimiento de las redes como para el titular de la instalación.

El inversor se encarga de convertir la energía almacenada en el sistema de baterías en corriente continua a corriente alterna a 800V y sincronizar la frecuencia con la de la red.

Los inversores previstos en la instalación son de la marca Hopewind. En concreto se ha realizado el diseño con 6 inversores del modelo HPPS 2500B con una potencia activa máxima individual de 2500 kW, componiendo una potencia instalada total de 15.000 kWn.

A la salida del inversor (PCS) la energía se derivará al transformador, que será el encargado de elevar a la tensión establecida en el sistema interno de media tensión de la planta.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de la fluctuación de energía en la recarga de las baterías, estos varían su punto de máxima potencia la respuesta del BMS de las baterías. Por este motivo el inversor (PCS) debe ser capaz de hacer trabajar al sistema en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada.

La señal generada por el inversor (PCS) está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones.

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor (PCS) interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.

- Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo (1500 V), el inversor (PCS) interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).

- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor (PCS) se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor (PCS) se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).

- Temperatura elevada. El inversor (PCS) dispone de refrigeración forzada con termóstato proporcional que controla la velocidad de los ventiladores.

- El inversor (PCS) incluye interruptor automático en la salida CA.

- Los inversores (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.

- Los inversores (PCS) Armónicos y compatibilidad electromagnética

Los equipos cumplen con la normativa referente a armónicos y compatibilidad electromagnética cumpliendo con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (art. 16). La carcasa metálica del mismo irá conectada a la toma de tierra de la instalación.

La carcasa metálica del mismo irá conectada a la toma de tierra de la instalación

### **8.5.2. CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO A LA RED INTERIOR DE M.T.**

La conexión de la instalación de almacenamiento se realizará en el centro de reparto y medida interior del cliente, denominada "SET I", a la tensión de 20 kV. A dicho centro de reparto llegará una línea de MT que evacuará la energía almacenada. Dicha línea se conectará a la SET I, a través de una cabina de media tensión. Para ello, en la

SET I del cliente se instalará un conjunto de cabinas de media tensión a cada una de las barras por las que se distribuye la energía eléctrica de la fábrica, configurando así la conexión entre la instalación de almacenamiento y la instalación interior del cliente en media tensión..

### 8.9. SISTEMA DE ANTIVERTIDO

La planta tendrá un sistema de regulación dinámica que impedirá la exportación de energía a la red (PPC: Power Plan Controller), en función del consumo instantáneo. El control dinámico de potencia permite regular el nivel de generación de los inversores en función del consumo instantáneo, con el objetivo final de limitar o eliminar la exportación de energía a la red de distribución, consiguiendo así maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

Dicho sistema actúa simultáneamente y de forma redundante, por un lado, como limitador de la generación mediante mensajes de regulación, y por otro lado con un sistema capaz de lanzar una orden de disparo a un elemento de corte con entrada de disparo externa.

El sistema de anti vertido cumple con la siguiente normativa:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Norma UNE 217001:2020 en la que se regulan los Ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.

Para la instalación del sistema anti- vertido, es necesario tener una referencia de los consumos instantáneos de la planta de PSA. Dichos consumos se obtendrán de los analizadores de red instalados a la entrada del puesto 0, en concreto en las tres líneas de alimentación de 15 kV del anillo del puesto 0.

## 8.10. COMUNICACIONES

Para las comunicaciones será necesario conectar físicamente los diferentes equipos participantes en esta instalación. Esta conexión se realizará mediante Bus de comunicaciones RS485 y fibra óptica (o CAN, LAN, TCP/IP, dependiendo del protocolo externo de la fábrica de cada proyecto), la cual se dimensionará en función de la distancia a solventar.

## 8.11. SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA

El sistema de gestión de energía y monitoreo de almacenamiento de energía es un sistema de gestión de energía de integración de regulación y control multiplataforma.

El EMS realiza monitoreo en tiempo real, diagnóstico de fallas y alerta temprana, análisis panorámico y funciones de control avanzadas. El EMS también puede satisfacer las demandas de monitoreo de operación de red panorámica, análisis de seguridad inteligente, control de ajuste prospectivo y análisis panorámico dinámico para garantizar el funcionamiento de la red eléctrica de manera segura, confiable y estable. La arquitectura EMS es de la siguiente:

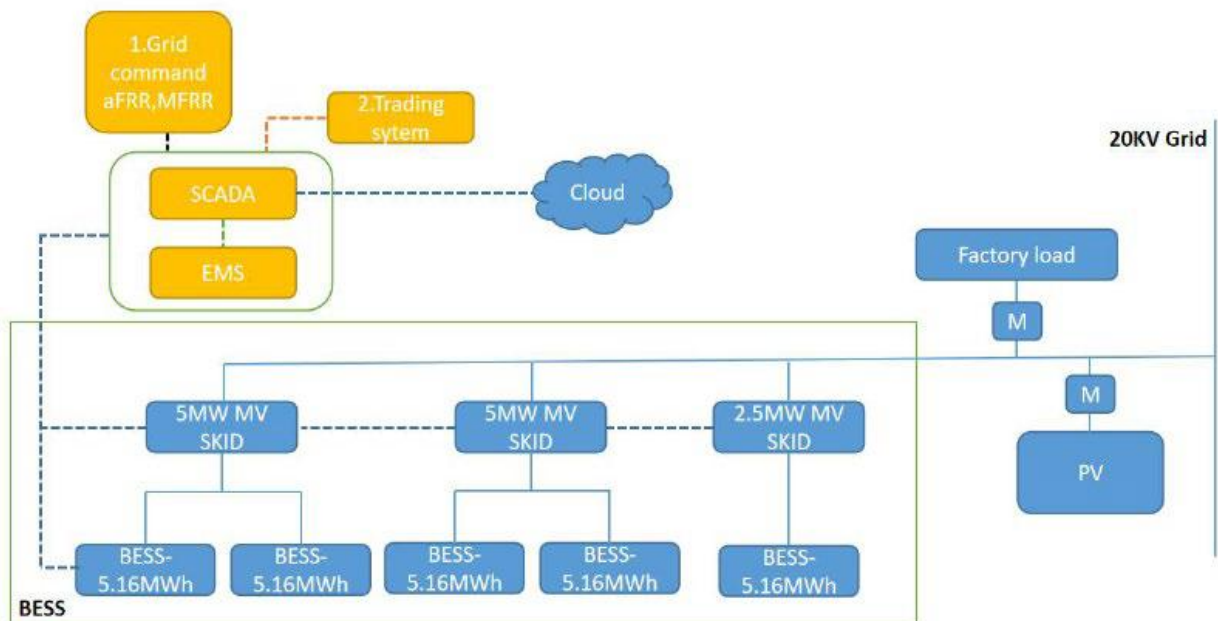


Figura 13: Arquitectura EMS.

## 8.12. ESTRUCTURA SOPORTE PARA LOS CONTENEDORES DE BATERÍAS Y MV SKID.

Los contenedores BESS se instalarán elevados sobre una losa de hormigón dimensionada para soportar el peso de los equipos.

### 8.12.1. DISPOSICIÓN Y ACCESIBILIDAD

Los contenedores se montarán sobre esta cimentación, manteniendo una distancia mínima de 3 metros entre unidades para permitir una ventilación adecuada y acceso seguro.

El acceso al interior de los contenedores se realizará por las puertas laterales, conforme al diseño del fabricante.

### 8.12.2. CONEXIÓN A TIERRA

Toda la estructura metálica será interconectada eléctricamente y vinculada a la red de puesta a tierra general de la instalación, asegurando la equipotencialidad y el cumplimiento de las normativas de protección contra contactos indirectos.

## 8.13. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 8.13.1. SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

#### 8.13.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Como sistema de almacenamiento de energía de batería para exteriores, SVOLT proporciona un sistemas de extinción de incendios con funciones de detección, control de explosiones y extinción de incendios. La estrategia de control de extinción de incendios se divide en cuatro niveles:

- Primer nivel, aviso de alarma;
- Segundo nivel, ventilación y salida de humos para evitar la deflagración;
- Tercer nivel, se libera aerosol para extinguir el fuego inicial;
- Cuarto nivel, rociado de tuberías secas para controlar la propagación del fuego.

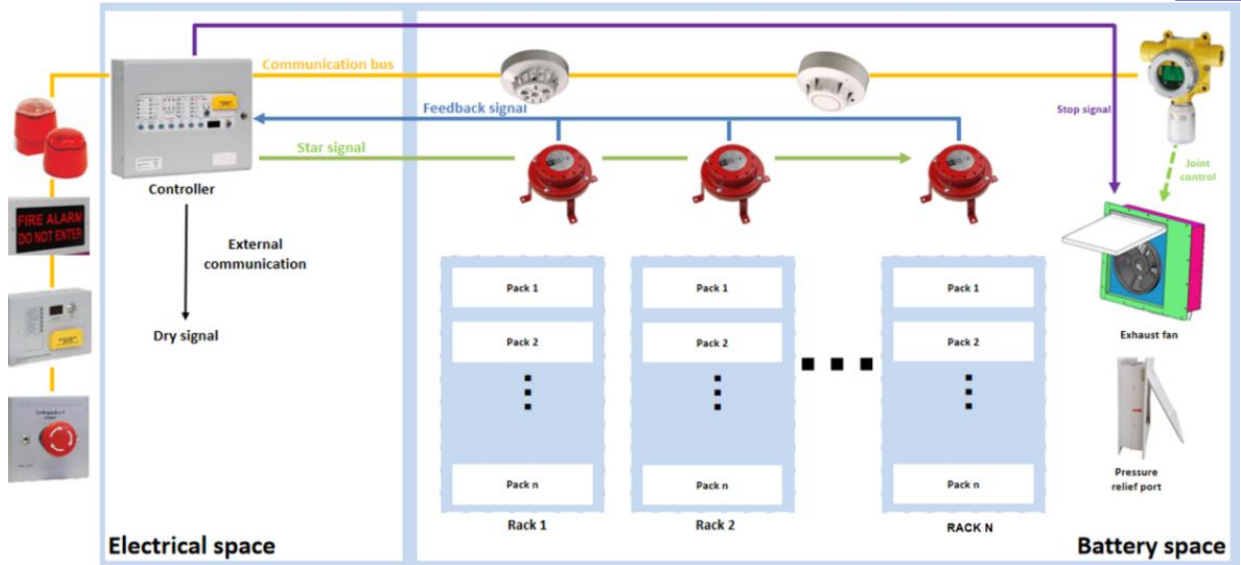


Figura 14: Sistema de extinción y detección de incendios

El sistema de extinción de incendios se divide en tres partes: sistema de detección, sistema a prueba de explosiones y sistema de extinción de incendios. La información de la interfaz interactiva se muestra en la siguiente figura:

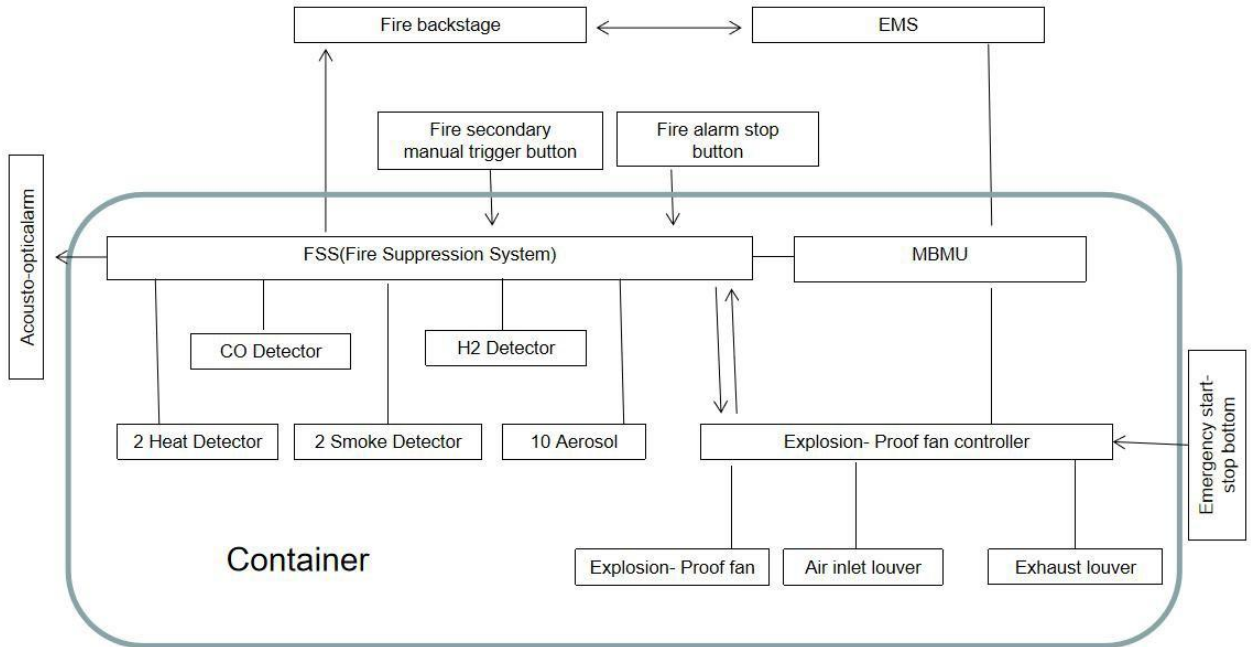


Figura 15: Protocolos del sistema de extinción y detección de incendios

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

### 8.13.1.2. SISTEMA DE DETECCIÓN

El sistema de detección tiene tres tipos de detectores, cuyo número y posición de instalación se muestran a continuación. Todas las señales de detección son recibidas y procesadas por el panel de control de incendios, y el detector de hidrógeno (H2) se puede vincular con el sistema de ventilador a prueba de explosiones.

No	Tipo	Cantidad	Configuración	Observaciones
1	Calor detector	2	estándar	Detección de temperatura, en la sala de baterías
2	Detector de humo	2	estándar	Detección de partículas de humo, en la sala de baterías
3	Detector de H2	1	estándar	Detección de H2, en la sala de baterías
4	Detector de CO	1	estándar	Detección de CO en la sala de baterías
5	Panel de control de incendios	1	estándar	Reciba señales de detección y controle el sistema de extinción de incendios y el sistema a prueba de explosiones, en la sala eléctrica

*Tabla 8: Características del sistema de detección de incendios*

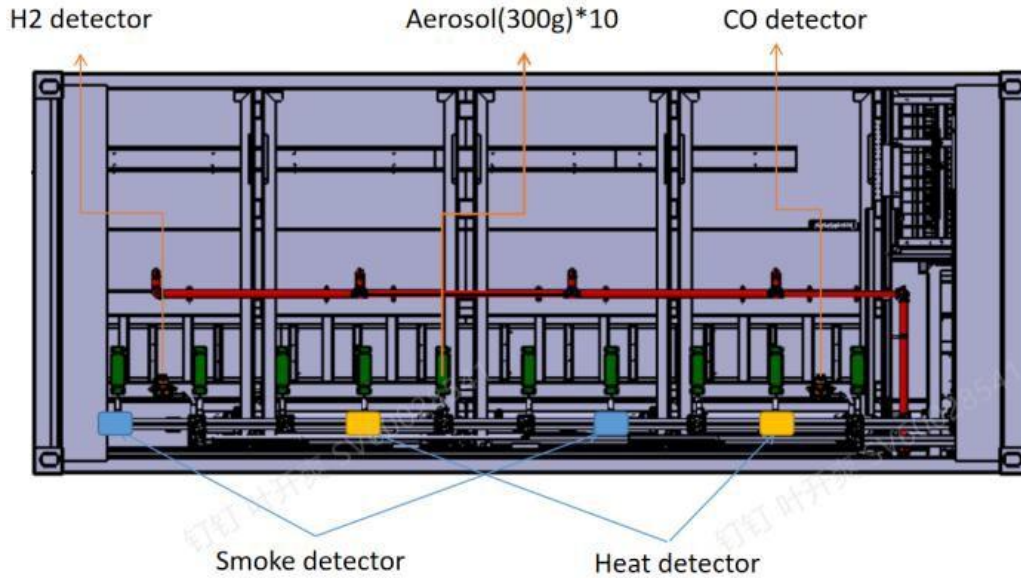


Figura 16: Distribución del sistema de detección de incendios

### 8.13.1.3. SISTEMA A PRUEBA DE EXPLOSIONES

El sistema de ventilador a prueba de explosiones cumple con la norma NFPA855 (NFPA 69) y tiene la certificación ATEX, que se muestra en la Figura 23.



Figura 17: Sistema de ventilación a prueba de explosiones

La rejilla eléctrica de entrada de aire recibe la señal de alarma enviada por el detector de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y abre la rejilla eléctrica. Cuando se recibe una de estas dos señales, la rejilla eléctrica de entrada de aire se cierra automáticamente. Una señal proviene del detector de hidrógeno (H<sub>2</sub>), lo que indica que la concentración de gas combustible se encuentra dentro de un rango de umbral razonable, y la otra señal es una señal de alarma secundaria. Los parámetros de la entrada se muestran en la tabla a continuación.

Artículo	Especificación
Tensión de alimentación	24 V CC
Potencia nominal	36W
Potencia de irrupción	60W
Posición	Integración en bastidor
Certificación	En proceso de certificación ATEX

Tabla 9: Parámetros de entrada

La rejilla eléctrica de salida de aire encenderá el ventilador a prueba de explosiones y liberará el gas combustible en la sala de baterías después de recibir la señal de alarma del detector de hidrógeno (H<sub>2</sub>). El extractor de aire a prueba de explosiones se apagará automáticamente cuando la concentración de gas combustible se encuentre dentro del umbral razonable. Los parámetros del puerto de escape se muestran en la tabla a continuación.

Artículo	Especificación
Tensión de alimentación	230 V CA
Potencia nominal	100W
Potencia de irrupción	155W
Posición	Integración en bastidor
Volumen máximo de aire	820CFM
Certificación	ATEX

Tabla 10: los parámetros del puerto de escape

### 8.13.1.4. SISTEMA DE EXTINCIÓN

#### 8.13.1.4.1. AEROSOL

Cuando se produce un incendio inicial en la sala de baterías, se producirá una señal de alarma de incendio y el sistema de extinción de incendios controlará automáticamente la liberación de aerosol, que también se puede activar manualmente.

#### 8.13.1.4.2. TUBERÍA SECA

Como última línea de defensa, el sistema de tuberías secas puede controlar eficazmente la propagación del fuego, que se muestra en la Figura 24.

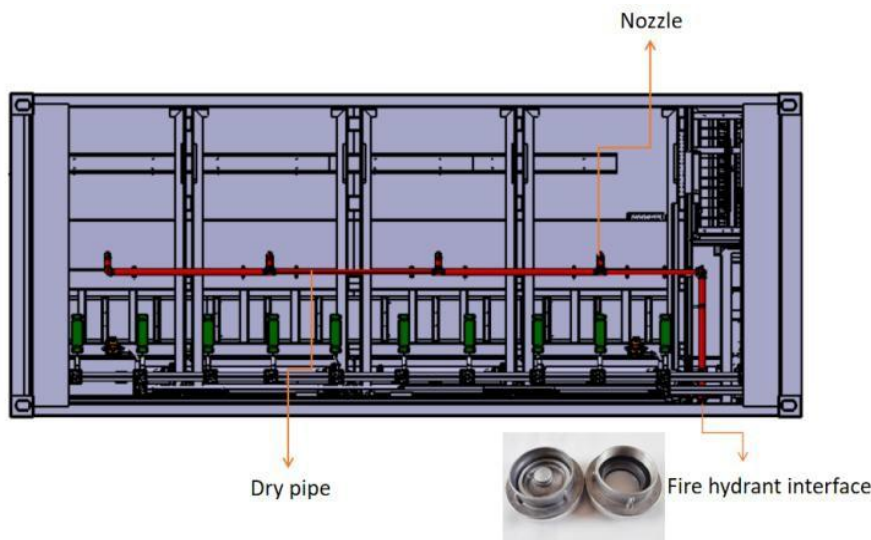


Figura 18: Sistema de tubería seca

La brida se instala en la entrada del sistema de protección contra incendios de tubería seca, para la conexión entre las tuberías. Los parámetros de la brida se muestran en la Tabla debajo.

Artículo	Especificación
Modelo	DN65
Material	ASTM A105
Clase	PN 16
Tipo de brida	TYPE 01 Brida de placa para soldar TYPE 05 Brida ciega
Certificado	PED 4.3 para material
Conexión final	Integración en bastidor

Estándar	EN1092-1
----------	----------

Tabla 11: parámetros de la brida

Las boquillas de pulverización de agua de velocidad media HD son boquillas de tipo abierto (no automáticas) con tapón de goma, diseñadas para la aplicación de pulverización direccional en un sistema fijo de protección contra incendios. Los parámetros de la boquilla se muestran en la siguiente tabla:

Artículo	Especificación
Modelo	Material de latón MV-A
Tipo	MV-A
Presión máxima de trabajo	12 bar (175 psi)
Conexión final	1/2 BSPT
Posición del sensor de calor	Integración en bastidor

Tabla 12: Parámetros de la boquilla

### **8.13.2. SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (MV SKID)**

La estación PCS HPPS lleva incorporados sensores para la supervisión y protección del sistema. Dichos sensores estarán conectados al sistema de gestión de energía (EMS) y al sistema de monitorización (SCADA) de manera a activar las alarmas de incendios propias al sistema del consumidor, y avisar automáticamente a los bomberos de la zona.

#### **8.13.2.1. SENSORES EN LA ZONA DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN**

Los compartimentos de baja y media tensión (**LV & MV Rooms**) llevan incorporados detectores de humo, según se ilustra en el diagrama inferior. La señal de estos sensores se transmite internamente a la central de control y medición (*Control & Measurement Device*), desde donde se dirige al cuadro de comunicaciones **HopeComBox2000** mediante una conexión **RS-485**. En caso de detección de humo en cualquiera de los compartimentos, las protecciones del centro se activan y se genera una señal de alarma enviada al **SCADA**.

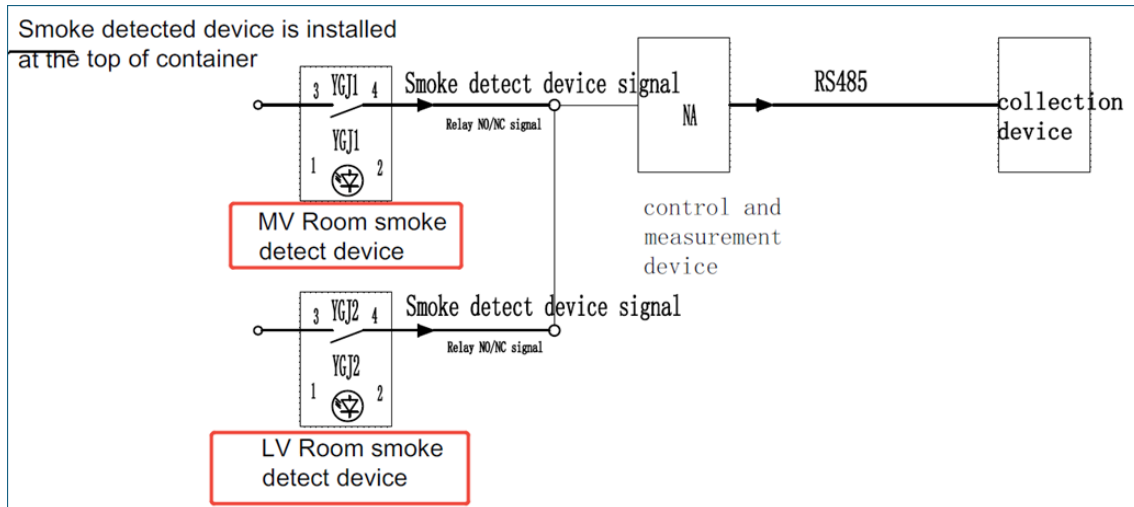


Figura 14: Sistema de detección del inversor HPPS 2500 B

### 8.13.2.2. MONITORIZACIÓN TRANSFORMADOR

El sistema lleva incorporadas las siguientes señales, que se enviarán directamente a la red general de consumidor, para la supervisión del transformador. Dichas señales estarán conectadas directamente con el sistema de alarma de incendios, que irá a su vez conectado al sistema de aviso a Bomberos de la zona. Estas son:

#### Temperatura del aceite:

- Medición en tiempo real.
- Alarma por temperatura alta.
- Desconexión (*trip*) por temperatura extremadamente alta.

#### Temperatura del devanado:

- Alarma por temperatura alta.
- Desconexión (*trip*) por temperatura extremadamente alta.

#### Volumen de aceite:

- Alarma por volumen alto.
- Alarma por volumen bajo.
- Desconexión (*trip*) por volumen críticamente bajo.

#### Generación de gases:

- Alarma por detección de gases ligeros.

- Desconexión (*trip*) por alta concentración de gases.

#### Presión del aceite:

- Desconexión (*trip*) en caso de detección de presiones anómalas.

### 8.13.3. SISTEMA DE SEGURIDAD EXTERNO

Respecto a las distancias a respetar con instalaciones y edificios cercanos, siguiendo la normativa del consumidor final (propietario de la red donde ese conecta el BESS), al igual que la normativa antiincendios vigente de la zona, se tiene los siguientes normas:

- **El BESS se ubicará en el exterior.** Se requiere detección automática de incendios (humo y calor combinados) en cada contenedor con transmisión de alarma a la sala de control de seguridad del sitio.
- Los recintos/contenedores de BESS deben estar ubicados lejos de cualquier edificio / equipo clave, teniendo en cuenta la siguiente tabla para el espacio mínimo (para mantenerse libre de cualquier carga combustible, como equipo / almacenamiento en el patio / toldo / estacionamiento, etc.)

Construcción de edificios / equipos expuestos	Distancia mínima LIBRE
Combustible	30m
Incombustible	12,5 m
Mampostería resistente al fuego (>1 hora) o ciega	10m

Tabla 13: Distancias mínimas impuestas por el consumidor final y poseedor de la parcela

- Para ESS en contenedores compuestos por *celdas de fosfato de hierro y litio* (LFP), proporcione una separación de pasillo de al menos *5 pies (1,5 m)* entre contenedores\*.
- Para ESS en contenedores compuestos por *celdas de litio, níquel, manganeso y cobalto* (NMC) donde se desconoce la construcción de la pared o tiene una *clasificación ASTM E119 de menos de 1 hora*, proporcione una separación de pasillo de al menos *13 pies (4,0 m)* entre contenedores. Para NMC LIB-ESS en contenedores donde la construcción de la pared está documentada como *con una clasificación de al menos 1 hora de acuerdo con ASTM E119*, es aceptable

- una separación de pasillo de al menos 8 pies (2,4 m)\*.
- (\*) Las distancias de seguridad son aceptables si el valor total de BESS < 10 M€, de lo contrario, el BESS DEBE estar protegido por aspersor.
  - El diseño debe presentarse a la brigada de bomberos de la planta para su revisión y aprobación, ya que el ancho del pasillo podría aumentarse para facilitar la intervención manual en caso de incendio
  - Acceso rápido al sitio Conexión de manguera/hidrante contra incendios disponible, según la normativa local.

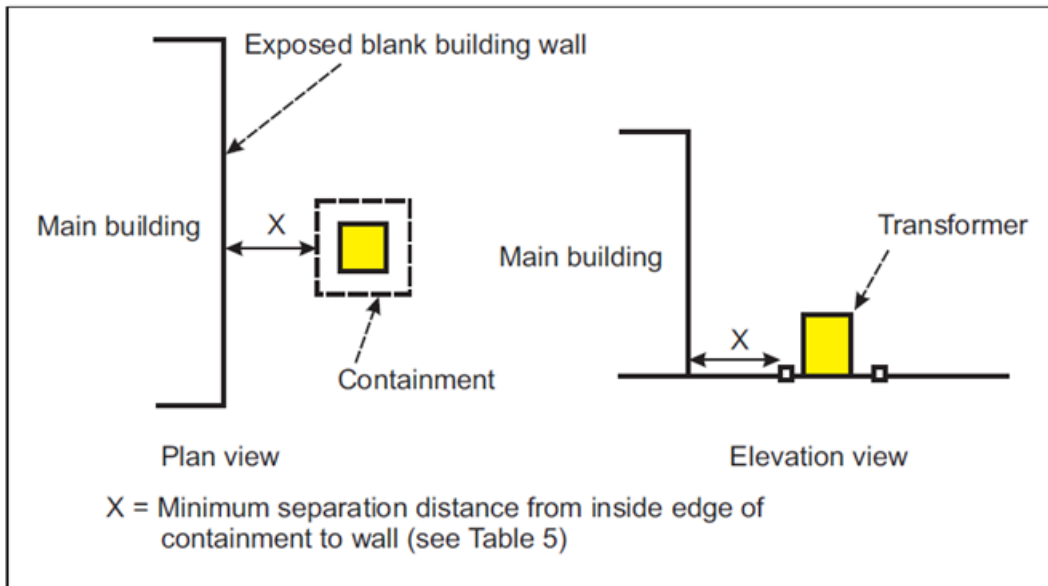


Fig. 3. Minimum horizontal separation distance between outdoor liquid-insulated transformers and exposed walls of main buildings

Table 5. Separation for Exposure Protection of Main Building Walls (also refer to Figure 3)

Fluid or Transformer Type	Fluid Volume, gal (m <sup>3</sup> )	Minimum Horizontal Distance from Containment to Exposed Building Wall (Dimension X in Figure 3)		
		2-hour fire-rated wall, ft (m)	Non-combustible wall, <sup>1</sup> ft (m)	Combustible Wall, <sup>1</sup> ft (m)
FM Approved transformer	Per Approval Listing	3 (0.9)		
FM Approved Liquid in non-Approved transformer	<10,000 (38)	5 (1.5)		25 (7.6)
	>10,000 (38)	15 (4.6)		50 (15.2)
Non-Approved transformer liquid	<500 (1.9)	5 (1.5)	15 (4.6)	25 (7.6)
	≤5,000 (19)	15 (4.6)	25 (7.6)	50 (15.2)
	>5,000 (19)	25 (7.6)	50 (15.2)	100 (30.5)

Note 1. For definition of combustible and noncombustible construction materials, see Appendix of Data Sheet 1-1, Firesafe Building Construction and Materials

Figura 20: Distancias mínimas impuestas por el cliente.

#### 8.14. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad de suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones no deberá provocar averías en la red, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Los conductores serán de cobre y/o aluminio, tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 %.

Como principio general se ha de asegurar un grado de aislamiento eléctrico de tipo Clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

Por consiguiente, quedan incorporadas todas las seguridades eléctricas prescritas tanto por R.E.B.T., aplicable en el presente caso, como por cualquier normativa de aplicación.

#### 8.15. CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA

El presente apartado pretende describir la conexión realizada desde los contenedores de las baterías hasta a entrada de los inversores. La descripción del cableado DC interno a las baterías se describe en el apartado anterior “*CONEXIÓN INTERNA BESS DC*”

La conexión de los contenedores de baterías irá directamente al inversor, El trazado del cableado discurrirá sobre bandeja metálica desde la estructura soporte hasta cada inversor. Y el cableado será de doble envolvente de 240 mm<sup>2</sup> de tipo H1Z2Z2K.

#### 8.16. CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA

La parte de alterna de la instalación en baja tensión estará contenida desde la salida de cada uno de los 5 inversores hasta su correspondiente transformador. La tensión de la parte de alterna vendrá determinada por la salida de los inversores Hopewind, siendo esta de 800Vac.

El conductor a emplear en la parte de corriente alterna de la instalación en baja tensión serán de aluminio, unipolares, con aislamiento de XLPE, tensión asignada 0,6/1 kV y con secciones desde 150 mm<sup>2</sup> hasta 300 mm<sup>2</sup>, los conductores de baja tensión y media tensión discurrirán por las diferentes bandejas instaladas sobre las diferentes cubiertas y el centro de transformación respectivamente.

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 1,5% de la tensión de línea del sistema trifásico en cada uno de los tramos y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

### 8.17. CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN

La parte de media tensión de la instalación estará contenida en el tramo que conecta la estación cada una de las subestaciones de transformación en serie. Cada una de ellas contará con dos celdas de línea (entrada y salida) y una de protección. Se hilará el sistema en dos partes, hasta el punto de conexión a media tensión (puesto 0).

Todos los tramos que conectan los centros de transformación de la instalación entre sí, discurrirán bajo bandeja metálica, con cables unipolares de aluminio, tipo de cable AL HEPRZ1 12/20kV.

Las línea de media tensión que evacua la energía serán de la siguiente sección:

- Línea de conexión entre los MV SKID y SET 1: 3x(1x240/16) mm<sup>2</sup> Al HEPRZ1 12/20kV.

A continuación, se muestran algunas de las características de cable de media tensión definido:

- Diseñado según UNE-EN 60228 e IEC 60228
- Tipo AL HEPRZ1 Etileno propileno de alto módulo, reticulado en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
- Tensión nominal 12/20 kV o 18/30 kV. Aislamiento de XLPE y cubierta de altas prestaciones.
- Libre de halógenos, con baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos.



Figura 21. Cable de media tensión AL HEPRZ1.

## 8.18. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA.

Los elementos de protección, maniobra se prevén de acuerdo a la normativa vigente de aplicación.

En cuanto a la protección y maniobra se distinguen tres partes: aguas abajo del inversor de la instalación de almacenamiento arriba del inversor, donde la corriente es alterna, hasta la conexión con las protecciones de baja tensión ubicadas en la estación de transformación.

En el tramo de corriente continua, a la entrada del inversor, se dispondrá de un fusible de calibre adecuado, situado en el positivo para cada una de las series, además de un seccionador, con la finalidad de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del sistema. Adicionalmente se instalará un descargador de sobretensiones de clase II. Las protecciones del lado DC podrán venir incorporadas en el propio inversor.

Las protecciones generales, en el tramo de corriente alterna, constarán de un Interruptor automático tripolar del calibre adecuado, ubicado en la estación de transformación. Además, contará con las protecciones aportadas por el propio inversor, quedando las líneas de corriente alterna en baja tensión protegidas contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

Adicionalmente se instalará un descargador de sobretensiones de clase II que también podrá venir incorporado en el propio inversor.

El sistema de protecciones de la instalación de almacenamiento cumplirá lo expuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, y en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

- Un relé de **máxima y mínima frecuencia (81m-M)**, conectado entre fases, ajustado a 51 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 y mínima de 3 segundos respectivamente.
- Un relé de **máxima tensión (59)**, conectado entre fases, ajustado a 1,1 Un y 1,15 Un con una temporización máxima de 1,5 y de 0,2 segundos respectivamente.

- Un relé trifásico de **mínima tensión (27)**, conectado entre fases, ajustado a 0,85 con una temporización máxima de 1,5 segundos.

Además para tensión mayor de 1 kV y hasta 36 kV, se deberá añadir el criterio de desconexión por máxima tensión homopolar.

Las protecciones de Red estarán agrupadas en una caja precintable junto con las protecciones generales de la instalación.

A parte de las protecciones indicadas anteriormente, los inversores, que son integrantes de la instalación de almacenamiento, disponen de las siguientes funciones:

**Fallo en la red eléctrica:** En caso de que se interrumpa el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento.

**Tensión fuera de rango:** El inversor trabaja en los límites de la mínima y máxima tensión de red admisibles en las tres fases. Al salirse de estos límites, el inversor se desconecta y sólo se vuelve a conectar una vez que el valor de tensión se sitúa nuevamente dentro del rango. La desconexión por fallo puede ser activada incluso por una superación muy breve de los límites.

**Frecuencia fuera de límites:** Si la frecuencia de red está fuera de los límites de trabajo el inversor se detiene automáticamente, pues esto indicaría que la red es inestable o está en modo isla.

**Temperatura elevada:** El inversor dispone de sistema de refrigeración por convección natural y el rango de operación de temperatura es -25°C y 60°C.

En cuanto a la apartamentada de media tensión que compone cada estación de transformación compacta, se compondrá de dos celdas de línea (entrada y salida) y una celda de protección del transformador. Dichas celdas son del Fabricante Siemens.

A continuación se presenta una imagen con el esquema eléctrico de la estación de transformación del fabricante:

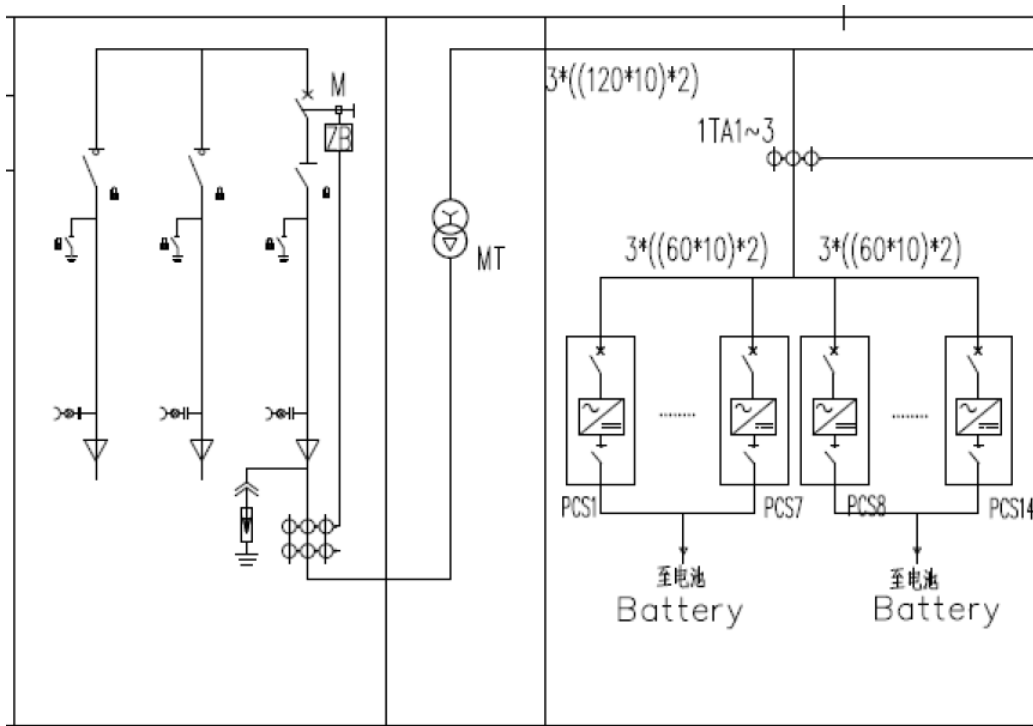


Figura 22. Esquema unifilar estación de transformación CT BESS.

### 8.19. CANALIZACIONES DE BT Y MT

Las canalizaciones por las que discurrirán las líneas eléctricas tanto de baja tensión como de media tensión serán del tipo:

- Bandeja ciega: Por este tipo de bandeja discurrirán las líneas eléctricas tanto de baja tensión como de media tensión, cuyo trazado se puede observar en el anexo de planos. La bandeja llevará instalado un tabique separador para independizar el polo positivo del polo negativo en corriente continua, evitando con ello el riesgo de cortocircuito. Este tipo de canalización irá provista de tapa para evitar la degradación debido a la incidencia de la radiación solar directamente sobre los conductores eléctricos.



Figura 23. Detalle bandeja de chapa ranurada.

## 8.20. PUESTA A TIERRA

Todas las masas de la instalación de almacenamiento, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y no alterará las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión y el Real Decreto 1699/2011.

Según REBT ITC-BT-40 *“Cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública”*.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

Con la conexión a tierra se protegerá a la instalación de sobretensiones inducidas por fenómenos atmosféricos y a las personas en contacto directo sobre las masas de la instalación si en estas se produjera avería.

Su diseño estará basado en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

En los centros de transformación, de dispondrá una configuración 70-30/5/42 de puesta a tierra formada por un anillo de cobre alrededor de la plataforma del centro de transformación de 50mm<sup>2</sup> con 4 picas de 2 metros de longitud enterradas a una profundidad 0,5m.

#### 8.21. POTENCIA PREVISTA DE CONSUMOS AUXILIARES

El consumo de los servicios auxiliares pretende ser abastecido a través del transformador auxiliar de 50 KVA que viene incorporado en la propia estación de transformación.

#### 8.22. POTENCIA CONTRATADA DE CONSUMO

La instalación de consumo cuenta con una potencia contratada de 25MW.

#### 8.23. CONCLUSIÓN

Con la descripción de la instalación expuesta y los Anexos que le acompañan esperamos haber dado una idea exacta de la misma, y obtener las oportunas autorizaciones por parte de la Administración.

Queda no obstante el técnico firmante a disposición de los Organismos Competentes para cuantas aclaraciones consideren oportunas.

En Alicante, Noviembre de 2025.

**José Luis Vázquez Fernández**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA  
BESS DE 15 MW DE POTENCIA INSTALADA (30 MWh CAPACIDAD DE  
ALMACENAMIENTO) CON EXCEDENTES CONECTADA A LA RED  
INTERNA DE M.T.



# DOCUMENTO N°2

## PLIEGO DE CONDICIONES

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto cumplimentar lo ya prescrito en la Memoria Descriptiva precedente, señalar los criterios que se han tenido en cuenta al redactar el Proyecto y establecer las condiciones que se deberán cumplir durante la ejecución de la instalación.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración. El ámbito de aplicación de este pliego técnico de condiciones técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de este o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada la necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

## 1. GENERALIDADES.

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico de clase 1 en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento.

La instalación incorpora todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de la instalación de almacenamiento no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Así el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación de almacenamiento, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuito, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de aplicación de la legislación vigente.

Este pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones de almacenamiento conectadas a la red de distribución y destinadas a la producción de electricidad para ser auto consumida en su totalidad. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red. En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones de almacenamiento.

- Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre Conservación de Energía.
- Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985, por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el Mercado de Producción de Energía Eléctrica.
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como las Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, en especial: Documento Básico HE Ahorro de Energía.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Circular 2/2007, de 29 de noviembre, de la Comisión Nacional de Energía, que regula la puesta en marcha y gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- R.D. 223/08 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-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1003/2010, de 5 de agosto, por el que se regula la liquidación de la prima equivalente a las instalaciones de producción de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica en régimen especial.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Orden ITC/688/2011, de 30 de marzo, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de abril de 2011 y determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Plan de Energías Renovables 2011-2020.
- Orden ITC/2585/2011, de 29 de septiembre, por la que se revisan los peajes de acceso, se establecen los precios de los peajes de acceso supervalle y se actualizan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial, a partir de 1 de octubre de 2011.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Derogado por Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas para las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- UNE 20460-7-712 Instalaciones eléctricas en edificios. Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV).
- UNE-EN 50.380 Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-HD 60364-7-712 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE-EN 61.558: seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos.
- UNE-EN 62116:2014 V2 Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- UNE-EN 62446 Sistemas Fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Adaptación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión tras la publicación del Reglamento Delegado 2016/364, que establece las clases posibles de reacción al fuego de los cables eléctricos.
- Normativa autonómica y municipal.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

## **2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE LA INSTALACIÓN.**

Todos los materiales serán de primera calidad, de marcas conocidas en el mercado nacional, de tipos y modelos homologados y que cumplan lo establecido en las Normas UNE y CEI. Todo material eléctrico tendrá el certificado de Conformidad Europea (Marcado CE).

### **2.1. CONDUCTORES.**

Todos los conductores de la instalación interior serán de cobre o aluminio con aislamiento PRC-PVC (RV) o (VV), de tensión aislante 0,6/1 KV. También podrán ser utilizados conductores con aislamiento 1000 V del tipo D/C. En cada caso se especificará suficientemente en la memoria correspondiente. Los colores a utilizar serán negros, marrones y gris para las fases activas, azul para el conductor neutro y verde-amarillo para el conductor de protección, pudiéndose utilizar el color azul para fase cuando no exista neutro.

El cableado utilizado para las series en DC será de tipo solar y apto para su instalación en intemperie, de tipo h1z2z2-k, según norma 50.618.

El cableado DC y AC deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

La conexión de los strings se hará mediante conectores MC4 adecuados a la sección del cable.

Los conductores deben ser fácilmente identificables, y esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos (positivo en rojo, negativo en negro y tierra en amarillo-verde).

Todos los conductores deben hallarse etiquetados de tal forma que pueda seguirse la trazabilidad a lo largo de toda la planta.

No se admiten empalmes entre cables.

## **2.2. TUBOS.**

Los tubos para canalizaciones de conductores serán aislantes en material plástico incombustible y no propagador de llamas, de tipos y marcas homologados. En instalación empotrada, se utilizarán tubos flexibles corrugados grado de protección 5, y en instalaciones de superficie tubos rígidos, normalmente curvables en caliente, PVC del tipo Resard o similar. En instalación estanca los tubos aislantes rígidos normalmente curvables en caliente (PVC), o acero, en cuartos de instalaciones como sala de calderas, cuartos de agua, etc. con uniones roscadas. Los tubos que se monten por falsos techos serán de tipo flexible con grado de protección 7, anclado al techo con grapa de plástico o yeso.

## **2.3. CAJAS.**

Las cajas donde se realicen conexiones eléctricas serán aislantes en material plástico incombustible y no propagador de llamas, de tipos y marcas homologados. En instalación empotrada como en instalaciones en superficies, se utilizarán cajas empotradas que cumplan con la legislación vigente.

## **2.4. INTERRUPTORES BASES DE ENCHUFE Y CORTACIRCUITOS FUSIBLES.**

Los interruptores para alumbrado, serán al menos de 10 a 250 V, e irán protegidos con sus correspondientes cortacircuitos fusibles.

Los interruptores para fuerza, serán de intensidad adecuada a sus receptores, pero como mínimo de 16 A/380 V, e irán protegidos con cortacircuitos fusibles.

Las bases de enchufe para alumbrado, serán de 10 A 250 V con protección a tierra. Las bases de enchufe para fuerza serán al menos de 16 A 380 V, con protección de tierra.

Las bases de enchufe previstas para ordenador irán convenientemente rotuladas para distinguirlas del resto.

Todos los mecanismos de interruptores, enchufes y cortacircuitos, serán de material aislante, incombustible y no propagador de las llamas.

Todos los interruptores serán de corte unipolar debiendo resistir 10.000 maniobras de apertura y cierre con su carga nominal y a la tensión de trabajo, sin presentar desgaste excesivo o avería.

En fuerza las secciones e interruptores o enchufes, serán adecuados a la potencia de los receptores correspondientes, pero como mínimo, tendrán 1,5 mm en cobre.

Todas las bases irán empotradas en cajas previstas al efecto y adecuadas al mecanismo que alojan.

### **3. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN.**

Por toda la instalación y junto con los conductores activos, se llevará un conductor de tierra de iguales características de aislamiento y tensión nominal que aquellos, pero con color de identificación amarillo-verde. Se conectarán a tierra todos los enchufes, aparatos de alumbrado y partes metálicas de la instalación no sometidas a tensión (cuadros de maniobra, masas de receptores, etc.).

Las secciones del conductor de tierra, en líneas generales y derivaciones, se indican en los correspondientes planos y corresponden con lo establecido en el REBT ITC-BT-18 Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Se realizarán las siguientes instalaciones:

- Ud. instalación de toma de tierra mediante picas o placas para la instalación general del edificio garantizando una resistencia inferior a 7 ohmios.

Todos los elementos metálicos estarán conectados a la red general de toma de tierra de la instalación.

#### **4. INTERRUPTORES DE CONTROL DE POTENCIA Y PROTECCIÓN DIFERENCIAL.**

Los interruptores de control de potencia, serán del tipo magnetotérmico, con curva de retardo de corte unipolar, de los calibres adecuados a las potencias a contratar y que se expresen en la memoria y planos.

Los interruptores diferenciales, serán de corte unipolar, de alta sensibilidad (30 mA), para alumbrado y circuitos de fuerza accesibles al público y los equipos de generación, y de sensibilidad media (300 mA), para los interruptores diferenciales instalados aguas arriba.

Tanto los interruptores magnetotérmicos como los diferenciales, serán de marcas y tipos homologados por el Ministerio de Industria y Energía y por la Compañía Suministradora de energía.

#### **5. CUADROS DE MONTAJE.**

Los interruptores de control de potencia y diferenciales de circuitos secundarios, se alojarán en armarios destinados a tal fin, de dimensiones suficientes para alojar los mecanismos indicados en los esquemas unifilares, dejando previstos una fila libre para alojar futuras ampliaciones, siendo el cableado mediante conductor instalado en canal de PVC.

El cuadro general dispondrá de cerradura con llave, siendo su cableado mediante pletina de cobre y uniones a los ICP mediante terminales.

Todos los cuadros dispondrán de letreros de indicación de circuitos, los cuales serán de tipo serigrafiado, y pegado al armario con material consistente.

#### **6. ESTRUCTURA SOPORTE**

Las estructuras soportes deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del I.D.A.E. En todos los casos se dará cumplimiento a

lo obligado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, la sobrecarga del viento y nieve, de acuerdo a la indicado en el CTE. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los puntos de sujeción para el la instalación de almacenamiento serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.

La tornillería realizada en acero inoxidable cumpliendo el CTE. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojará sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada según el CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos tales como viento, nieve, etc.

## **7. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

La instalación será realizada por personal competente, utilizando los medios técnicos actuales para este tipo de trabajos, procurando la mejor ejecución, en cuanto a seguridad, calidad y estética se refieren.

Los diámetros de los tubos y radios de sus curvas, así como la situación de las cajas, serán tales que permitirán introducir y retirar fácilmente los conductores sin perjudicar su aislamiento, no permitiendo la colocación de los tubos con los conductores ya

introducidos. El hilo o cable guía para pasar los conductores, se introducirá cuando los tubos y cajas estén ya colocados.

El pelado de los conductores se hará de forma que no se dañe la superficie de estos.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente y con buena unión mecánica, para evitar que la elevación de la temperatura en los mismos no sea superior a la temperatura máxima admisible de los conductores cuando estén en servicio.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red. Los receptores que se instalen deberán presentar un factor de potencia superior a 0,85 en funcionamiento nominal para evitar sobredimensionamientos y calentamientos en la instalación.

Se evitará en los posibles, todo cruce de conducciones con cañerías de agua, gas, vapor, teléfono, etc.

Si fuese necesario efectuar alguno de estos cruces, se dispondrá un aislamiento supletorio.

Está absolutamente prohibido utilizar cañerías de agua como neutro o tierra de la instalación.

Los conductores y enchufes, no deberán producir arcos eléctricos en conexión o desconexión.

Los fusibles cortacircuitos permitirán sustituir los cartuchos sin riesgo alguno.

Todos los c.c. estarán perfectamente localizados y accesibles, y nunca en el interior de cajas de derivación o bajo elementos decorativos.

En la ejecución de la toma de tierra, se evitará codos o aristas pronunciadas, debiendo ser los cambios de dirección de conductores, lo menos bruscos posibles.

## 8. PRUEBAS Y ENSAYOS.

El director técnico de la instalación, podrá establecer cuantas pruebas y ensayos crea convenientes con los materiales utilizados, al objeto de comprobar su calidad, debiendo ser sustituidos los que a su juicio no reúnan las condiciones del proyecto, por mala calidad de los materiales o de ejecución de la instalación.

A la finalización de la instalación, se procurará a las siguientes comprobaciones:

### 8.1. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

La instalación presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios, esto se refiere a una instalación de la que el conjunto de canalizaciones y para cualquier número de conductores, no exceda de 1.000 m.

En el caso de superar esta longitud, si es posible se irá seccionando por desconexión mediante fusibles, en módulos de 100 m o fracción. Cuando no sea posible el fraccionamiento de la instalación, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione en vacío, una tensión comprendida entre 500 y 1.000 V y como mínimo 250 V, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el neutro, estarán aislados de tierra, así como la red de suministro de energía. Si las masas de los receptores están unidas al neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada esta.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniéndolo a esta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la

instalación que se verifica. Los aparatos de interrupción, se pondrán en posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como un servicio normal.

Todos los conductores se conectarán entre sí, incluyendo el neutro, en el origen de la instalación y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida, resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante, correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización, presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierne o en su defecto 0,5 Ohmios.
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia que le corresponde. La medida de aislamiento entre conductores se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida de aislamiento con relación a tierra.

Las medidas de aislamiento se efectuarán sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2 U + 1.000 V$  a frecuencia industrial, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, con relación a tierra y entre conductores. Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

## 9. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

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.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

## 10. UNIDADES NO ESPECIFICADAS.

En todo lo no especificado en la Memoria o Pliego de Condiciones, se estará de acuerdo a lo que se especifica a juicio del Director Técnico de la Instalación.

En Alicante, Noviembre de 2025.

*José Luis Vázquez Fernández*  
*Ingeniero Industrial*  
*Nº Colegiado 7.590 COIICV*

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION ALICANTE
Nº COLEGIADO: 7590	JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ
FECHA: 26/02/2026	Nº VISADO: 2026/897
<a href="http://www.prosoliaenergy.com">www.prosoliaenergy.com</a>	
<a href="mailto:info@prosoliaenergy.com">info@prosoliaenergy.com</a>	

# DOCUMENTO N°3

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

## 1. ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El citado Real Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales la Directivas 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Así mismo mediante el Real Decreto 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporal o móvil.

El Estudio Básico va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

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 de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## **2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.**

- Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ley 32/ 2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

### 3. CONDICIONES AMBIENTALES.

Todos los trabajos se realizarán en las instalaciones del edificio objeto del proyecto, y que se describe en la memoria del mismo. Cuando se realicen trabajos a la intemperie, se comprobará la no existencia de alertas meteorológicas.

#### **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

##### **4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

##### **4.2 SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

##### **4.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

##### **4.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrega al medio ambiente.

##### **4.5 SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.**

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que, si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más

de una empresa en la ejecución del proyecto, 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 de la obra. Esta designación será objeto de un contrato expreso.

##### **5. TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR.**

Quedan especificados en la memoria descriptiva y pliego de condiciones del presente proyecto, al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. Servicios afectados: No se afecta ningún servicio público.

##### **6. PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

El proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos se llevará a cabo conforme a las especificaciones y condiciones técnicas que al respecto establece el Proyecto al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud; dichas prescripciones quedarán complementadas, o en su caso modificadas, por las instrucciones que determine el Ingeniero Director de Obra que, en cualquier caso, deberán contar obligatoriamente con la aprobación y autorización expresa del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

##### **7. PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS.**

Se seleccionan procedimientos, equipos y medios proporcionados en función de las características particulares de la obra y de las tecnologías disponibles de modo que se obtenga la máxima seguridad posible para los trabajadores que participen en la misma.

De conformidad con el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se aplicarán los principios de acción preventiva y en particular las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesario para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas (no existen en la obra que nos ocupa).
- La recogida de materiales peligrosos utilizados (en la presente obra no existen).
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

### 7.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES.

<p>Casco*</p> <p>Guantes de cuero.</p> <p>Guantes de goma fina.</p> <p>Guantes de soldador.</p> <p>Guantes dieléctricos.</p> <p>Botas impermeables al agua y a la humedad.</p> <p>Botas de seguridad de lona (clase III).</p> <p>Botas de seguridad de cuero (clase III).</p> <p>Botas dieléctricas.</p> <p>Monos o buzos.</p> <p>Trajes de agua.</p> <p>Gafas contra impactos y antipolvo.</p>	<p>Gafas para oxicorte.</p> <p>Pantalla de seguridad para soldador.</p> <p>Mascarillas antipolvo.</p> <p>Filtros para mascarillas.</p> <p>Protectores auditivos.</p> <p>Mandiles de soldador.</p> <p>Polainas de soldador.</p> <p>Manguitos de soldador.</p> <p>Cinturón antivibratorio.</p> <p>Arnés de seguridad con sistema anticaídas.</p> <p>Línea de vida.</p>
---	--

*\*Para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.*

## 7.2 PROTECCIONES COLECTIV-AS.

Pórticos protectores de líneas eléctricas. Vallas de limitación y protección. Señales de tráfico. Señales de seguridad. Cintas de balizamiento. Topes de desplazamiento de vehículos. Barandillas. Redes. Lonas. Soportes y anclajes de redes, lonas.	Cables de sujeción de cinturón de seguridad. Anclajes de cables. Casetas de operadores de máquinas. Limitadores de movimiento de grúas. Anemómetros. Balizamiento luminoso. Extintores. Interruptores diferenciales. Tomas y red de tierra. Transformadores de seguridad.
--	--

## 7.3 FORMACIÓN.

Corresponde a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos adoptar las medidas pertinentes para la adecuada formación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.

### OBSERVACIONES:

## 8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.

### 8.1 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La tabla siguiente contiene la relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se definen en el presente documento.

## 8.2 RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión)	Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes

### TODA LA OBRA

#### RIESGOS

Caídas de operarios al mismo nivel.  
Caídas de operarios a distinto nivel.  
Caídas de objetos sobre operarios.  
Caídas de objetos sobre terceros.  
Choques o golpes contra objetos.  
Trabajos en condiciones de humedad.  
Contactos eléctricos directos e indirectos.  
Cuerpos extraños en los ojos.  
Sobreesfuerzos.

MEDIDAS PREVENTIV-AS Y PROTECCIONES COLECTIV-AS	Grado
Orden y limpieza en los lugares de trabajos.	Permanente.
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas B.T.	Permanente.
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).	Permanente.
No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	Permanente.
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente.
Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente.
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.	Alternativa al vallado.

Extintor de polvo seco, de eficacia 21A – 113B.	Permanente.
Evacuación de escombros.	Frecuente.
Escaleras auxiliares.	Ocasional.
Información específica.	Para riesgos concretos.
Cursos y charlas de formación.	Frecuente.
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b>	<b>Empleo</b>
Cascos de seguridad.	Permanente.
Calzado protector.	Permanente.
Ropa de trabajo.	Permanente.
Ropa impermeable o de protección.	Con mal tiempo.
Gafas de seguridad.	Frecuente.
Línea de vida.	Permanente.
Arnés de seguridad.	Permanente.
Gautes para trabajos en tensión.	Permanente.
Elementos aislantes (Banqueta aislante, pértigas, etc).	Frecuente.
<b>MEDIDAS ALTERNATIV-AS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN</b>	<b>Grado de Eficacia</b>

**OBSERVACIONES:**

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

## 9. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

Estos riesgos especiales se definen en el ***Real Decreto 1627/97 Anexo II. Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.***

Los trabajos necesarios para el desarrollo de las obras definidas en el Proyecto de referencia y que implican un riesgo especial serán:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta y media tensión.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En el siguiente apartado se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

### 9.1 RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

**Estabilidad y solidez.** Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si sus propios elementos no aseguran la estabilidad deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

**Caída de objetos.** Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra así como para toda aquella persona que visite la misma. Los materiales, equipos y herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

**Caídas de altura.** Los andamios, pasarelas y plataformas en las que el riesgo de altura de caída sea superior a los 2,00 m irán equipados con barandillas resistentes de 0,90 m de altura equipadas con reborde de protección, pasamanos y protección intermedia. En

los trabajos de montaje de estructura, cubiertas y otros se colocarán redes horizontales y línea de vida, y se utilizarán con carácter obligatorio, arnés de seguridad con sistema anticaídas. Todos los trabajadores deberán de estar unidos a la línea de vida en todo momento, cuando se encuentren trabajando sobre la cubierta del edificio.

**Factores atmosféricos:** Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

**Andamios.** Tendrán las condiciones de estabilidad y solidez anteriormente señaladas. Así mismo quedarán protegidos y utilizados de modo que se evite que las personas caigan o estén expuestas a las caídas de objetos. Los andamios móviles deberán asegurarse contra desplazamientos involuntarios. Todos los andamios serán inspeccionados por personal competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, período de utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

**Escaleras de mano.** Se cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 486/97 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

**Aparatos elevadores y accesorios de izado.** Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante deberán ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido la formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.

**Vehículos y maquinaria para manipulación de materiales.** Deberán ajustarse a su normativa específica. Si bien deberán estar diseñados y contruidos en la medida de lo posible en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en

buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal capacitado. Con el fin de evitar caídas en las excavaciones o en el agua se dispondrán en el perímetro de éstas las correspondientes balizas, topes y señalizaciones. Los vehículos irán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

**Instalaciones, máquinas y equipos.** Estarán a lo dispuesto en su normativa específica si bien deberán estar diseñados y construidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado.

**Instalaciones de distribución de energía.** Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

**Instalación eléctrica.** Se estará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

**Ataguías.** No se prevén en la obra.

**Vías y salidas de emergencia.** Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de

trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al Real Decreto 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la obra. Las vías de salida de emergencia así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno, de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónomo.

**Ventilación.** Las condiciones particulares de la obra hace que no se requieran medidas concretas en relación con la ventilación; las disponibilidad de aire limpio en cantidad suficiente para los trabajadores queda asegurada en cualquier caso sin necesidad de adoptar ninguna medida específica.

**Ruido.** No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Se facilitarán cascos de protección acústica para los trabajos de utilización de compresores neumáticos o equipos que así lo requieran.

**Polvo, gases y vapores.** No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Para casos específicos se facilitarán a los trabajadores mascarillas para protección contra polvo; no se prevé que en la obra se produzcan riesgos de inhalación de gases, ni vapores, ni presencia de atmósferas peligrosas.

**Iluminación.** Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra dispondrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tendrán iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color de la luz artificial no alterará la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en

caso de avería de la iluminación artificial, deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

**Temperatura.** Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

**Puertas y portones.** Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que impida salirse de los raíles y caerse. Las que se abran hacia arriba deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse. Las situadas en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de modo adecuado. En las inmediaciones de los portones destinados a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas mecánicas deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores; deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abre automáticamente.

**Vías de circulación y zonas peligrosas.** No se prevé que en la obra existan zonas de acceso limitado. Las vías de circulación destinadas a vehículos se situarán a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

**Muelles y rampas de carga.** Serán adecuados a las cargas transportadas. Los muelles deben tener al menos una salida y las rampas deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

**Espacio de trabajo.** Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

**Primeros auxilios.** Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante, se adoptarán las medidas pertinentes

para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde transportar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

**Servicios higiénicos.** Los trabajadores deberán disponer en la propia obra de vestuarios, lavabos y retretes; los vestuarios contarán con taquillas y bancos. Serán utilizados por separado por hombres y mujeres.

**Locales de descanso.** Los trabajadores deberán poder disponer en la propia obra de un local con al menos una mesa y asientos con respaldo con capacidad para acoger a todos los trabajadores que simultáneamente estén presentes en el trabajo.

**Locales de alojamiento.** No se requieren.

**Mujeres embarazadas y madres lactantes.** Deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

**Trabajadores minusválidos.** Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

**Acceso a la obra y perímetro de la misma.** Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

**Agua potable y bebida.** Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Se analizará el agua

destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

**Comidas.** Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## **10. PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES.**

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.
- Línea de vida.
- Puntos de anclaje permanentes.

## **11. CONDICIONES GENERALES.**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra será designado por el promotor. Sus responsabilidades serán las que establece el artículo 8 del Real Decreto 1627/97.

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas son las que señala el artículo 11 del Real Decreto 1627/97 siendo las de los trabajadores autónomos las indicadas en el artículo 12.

Se llevará el libro de incidencias conforme al artículo 13 del Real Decreto 1627/97. La información a los trabajadores se llevará a cabo conforme al artículo 15.

Se llevará a cabo el aviso previo por parte del promotor a la autoridad laboral competente antes del inicio de los trabajos conforme a lo señalado en el artículo 18 del Real Decreto 1627/97 y con el contenido indicado en el anexo III de dicha norma.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde trasladar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

## **12. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

Para los trabajos eléctricos, se consideran los siguientes riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Contactos con elementos candentes y quemaduras.

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por personal cualificado, no obstante, se tomarán las medidas preventivas y se utilizarán las protecciones colectivas e individuales necesarias.

Como medidas previas a la realización de trabajos, se suprimirán los reenganches automáticos si existen, y se prohibirá la puesta en servicio de la instalación en caso de desconexión, sin previa conformidad del responsable de los trabajos. Se establecerá una comunicación con el lugar de trabajo que permita cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.

Deberá existir en todo momento, coordinación con la empresa suministradora, de forma que estén bien definidas las maniobras a realizar. En caso de realizar trabajos en los que sea necesario que la Compañía Distribuidora deje sin tensión la instalación, ésta deberá informar por escrito a las partes implicadas en el trabajo, de que se han realizado las operaciones necesarias y que la instalación está sin tensión, indicando exactamente lugar y hora de la desconexión.

En todos los trabajos eléctricos en media tensión, se deberá seguir estrictamente el siguiente procedimiento (**5 Reglas de Oro**):

**1. Seccionamiento de las instalaciones de la zona de trabajo.** Cortar todas las posibles alimentaciones de alta y baja tensión de los elementos en los que haya que intervenir, utilizando al menos, casco, banqueta aislante, guantes aislantes y gafas protectoras.

Desenergización el tramo mediante:

- Apertura de los aparatos de maniobra (interruptores automáticos, reenganches automáticos, etc.).
- Apertura VISIBLE de el/los seccionador/es correspondiente/s.

**2. Enclavamiento o bloqueo (si es posible) de los aparatos de corte y señalización en los mandos de los aparatos de corte con un cartel que indique la prohibición de la maniobra.**

**3. Verificación de la ausencia de tensión en la red.** Mediante un voltímetro adecuado para la red en la cual se está trabajando, se verificará que las tres fases están sin tensión, así como, en caso de existir, entre conductor neutro y tierra.

**4. Colocar las puestas a tierra y en cortocircuito, aislando la zona de trabajo.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA  
BESS DE 15 MW DE POTENCIA INSTALADA (30 MWh CAPACIDAD DE  
ALMACENAMIENTO) CON EXCEDENTES CONECTADA A LA RED  
INTERNA DE M.T.



5. **Señalar la zona de trabajo.** Si no se cumpliera alguna de las condiciones anteriores, los trabajos deberán ser interrumpidos inmediatamente, y no serán reestablecidos hasta el cumplimiento estricto de todos los procedimientos.

En Alicante, Noviembre de 2025.

*Jose Luis Vázquez Fernández*  
*Ingeniero Industrial*  
*Nº Colegiado 7.590 COIICV*



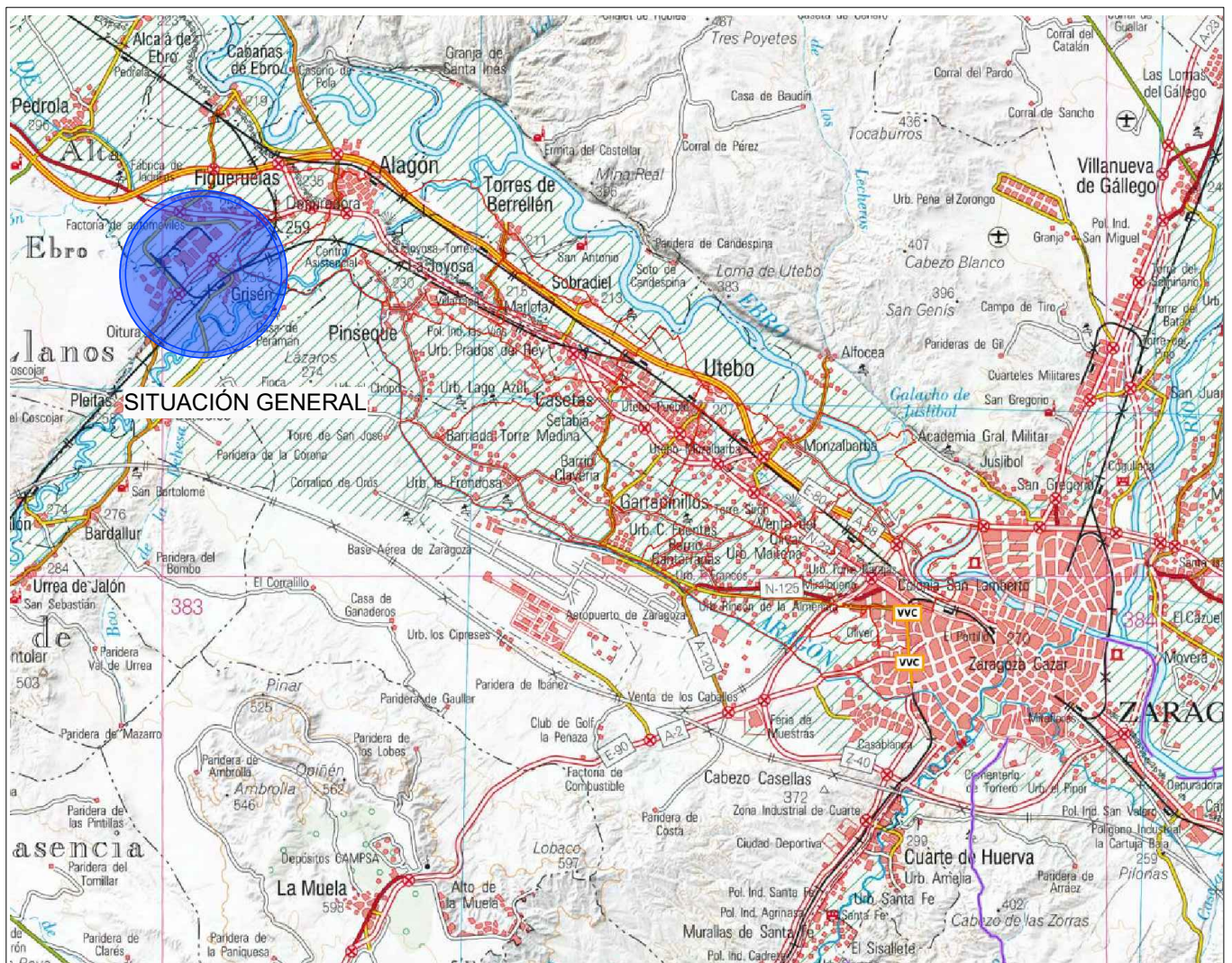
Pol. Industrial Pla de la Vallonga, Calle Viento 14, 03006 Alicante.

Tfno: 965. 296. 650

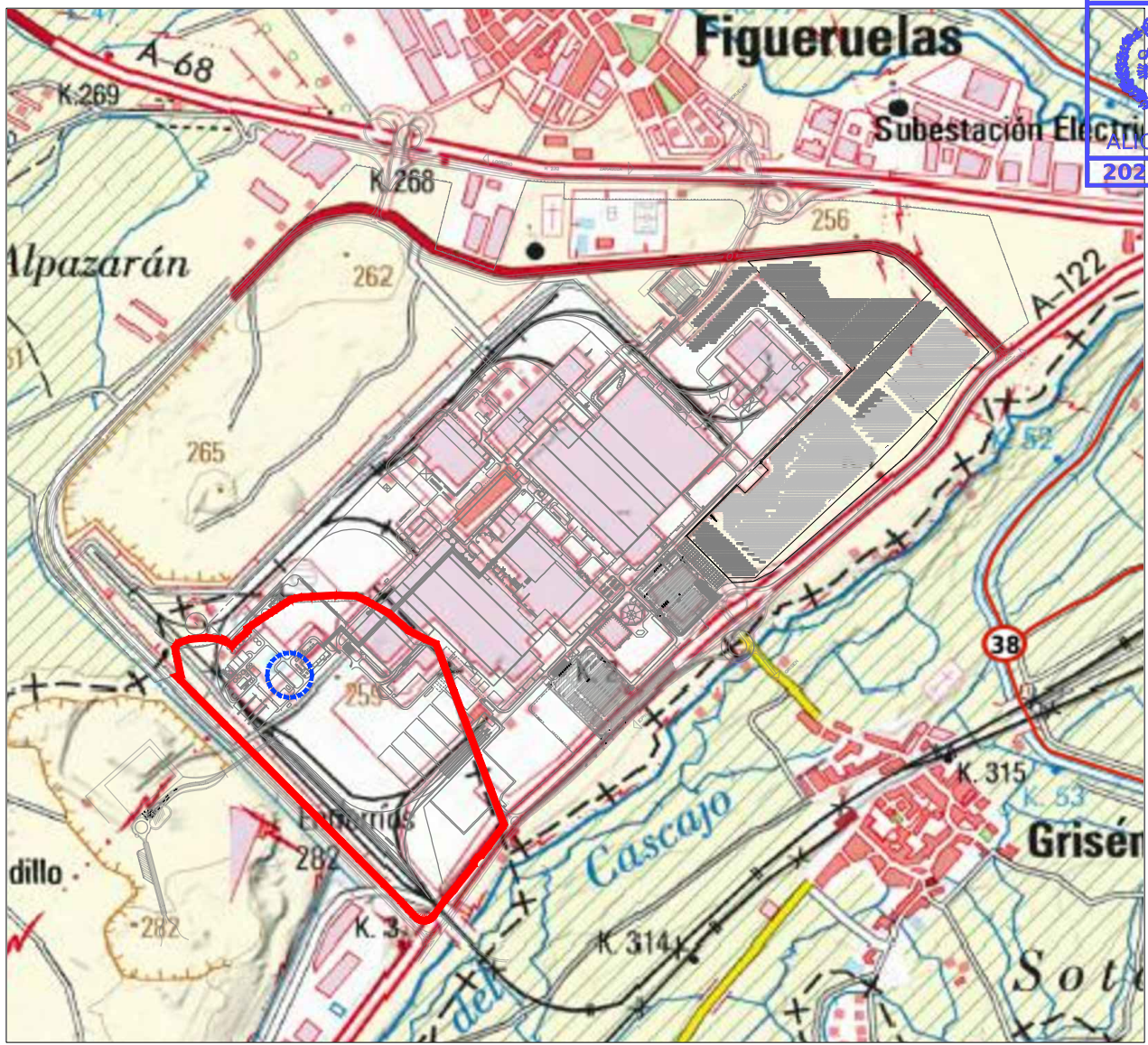
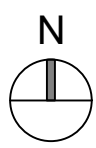
Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

# DOCUMENTO N°4

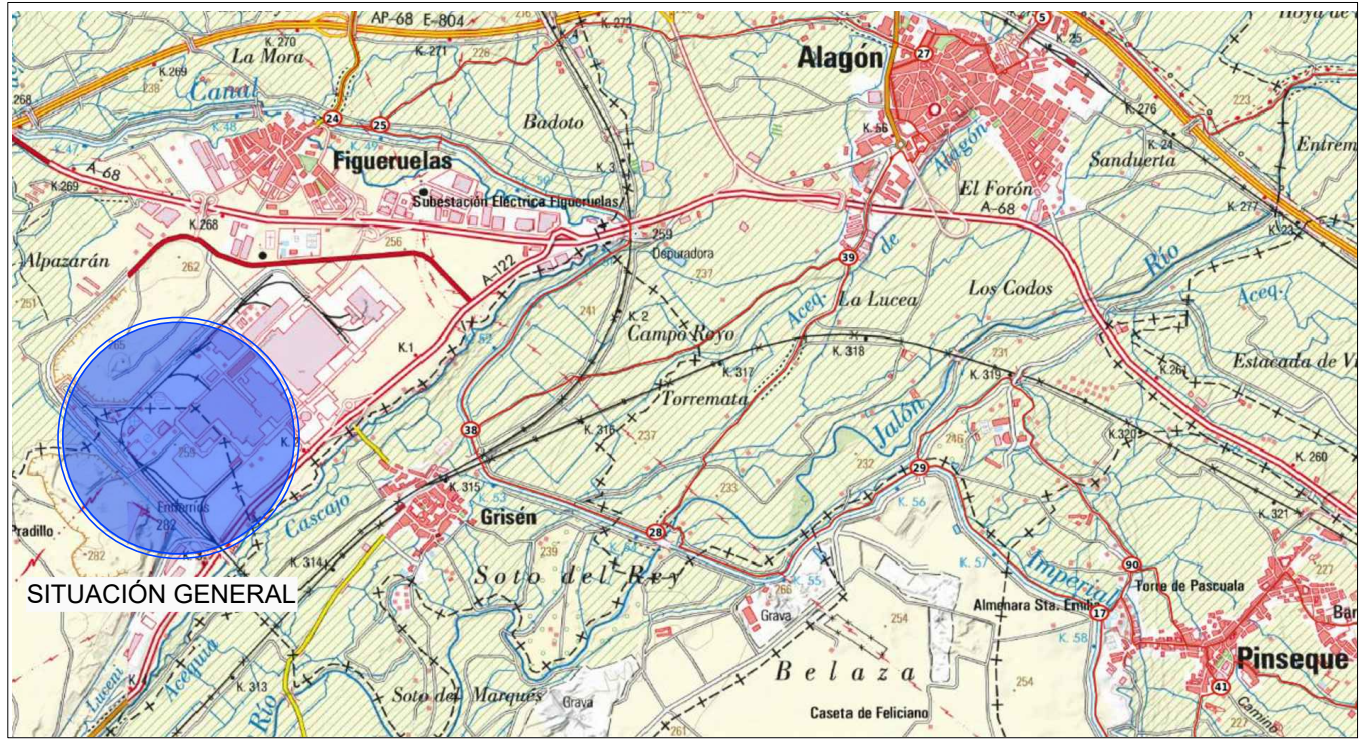
## PLANOS



SITUACIÓN GENERAL ESCALA 1/200.000



EMPLAZAMIENTO ESCALA 1/20.000



SITUACIÓN GENERAL ESCALA 1/50.000

- PARCELA CATASTRAL
- UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

## OPEL ESPAÑA

LOCALIZACIÓN

Polígono Entrerriós s/n. 50690 PEDROLA (ZARAGOZA)

Latitud: 41.749438°

Longitud: -1.185531°

PARCELA CATASTRAL

Ref.: 3510001XM5331B0001ZX

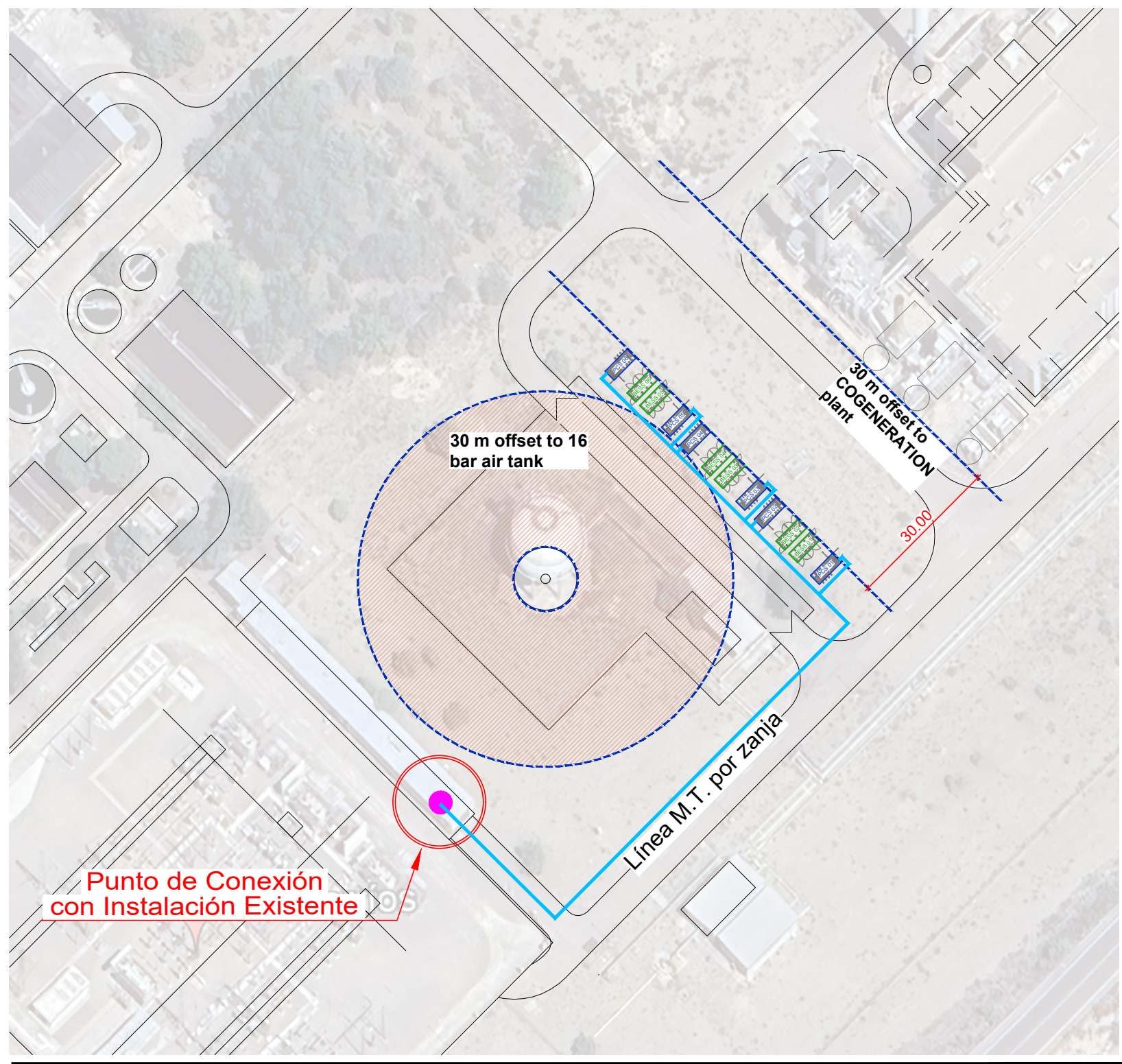
Sup. Parcela: 495.234 m<sup>2</sup>

Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
Dibujo		
Comp.		
Revis.		
Cliente	Situación	
OPEL ESPAÑA	Polígono Entrerriós s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)	
Escala	Designación	Nº Plano
	Situación y Emplazamiento	01




COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
DEMARCACION ALICANTE

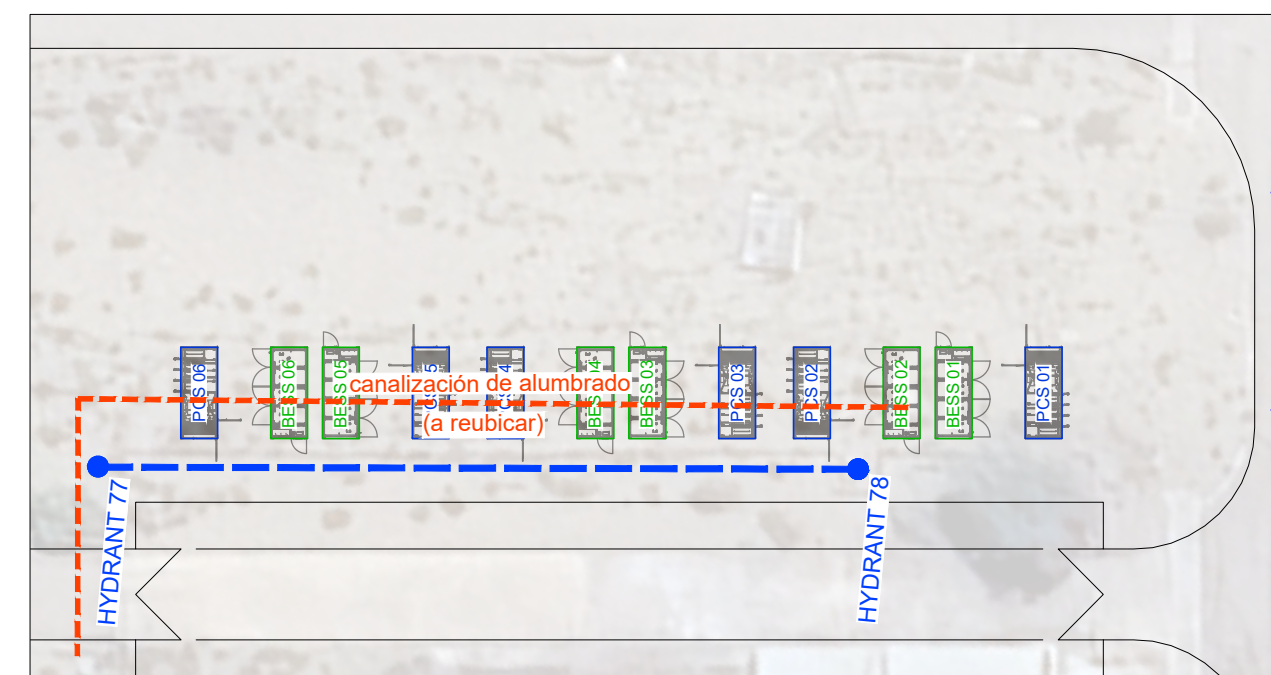
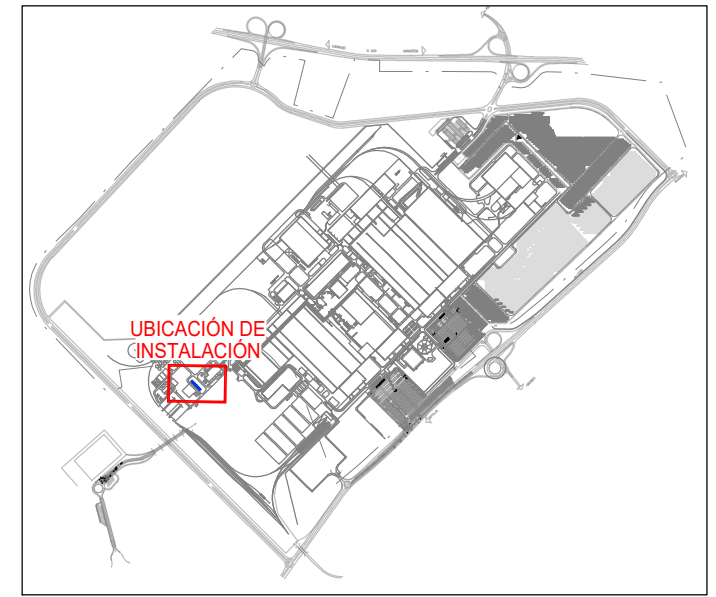
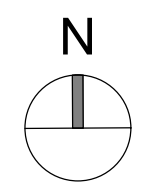
Nº COLEGIADO 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ  
FECHA: 26/02/2026 Nº VISADO: 2026/897

PROSOLIA energy  
VISADO  
P.I. Pla de la Vallonga, C/ Viento, 14.  
03006 Alicante (España)  
Tfno: (34) 96 529 66 50  
Mail: info@prosolia.com  
http://prosolia.com



Ubicación de Componentes

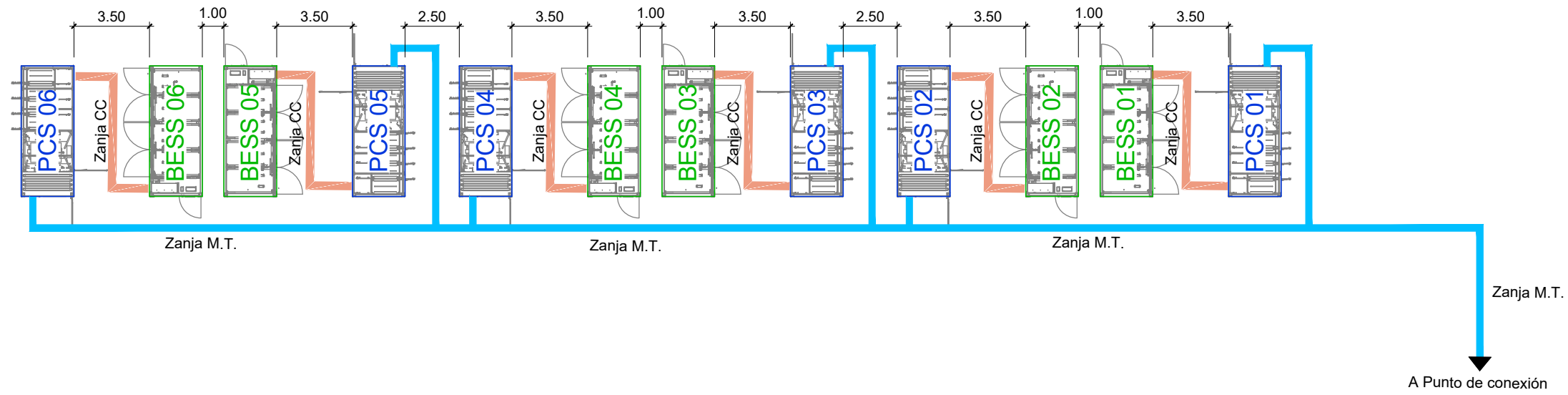
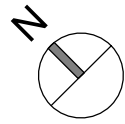
-  PCS - MV Skid 20 ft container - 2,5 MW
-  BESS 20 ft container - 5,16 MWh
-  Punto de Conexión (POI)



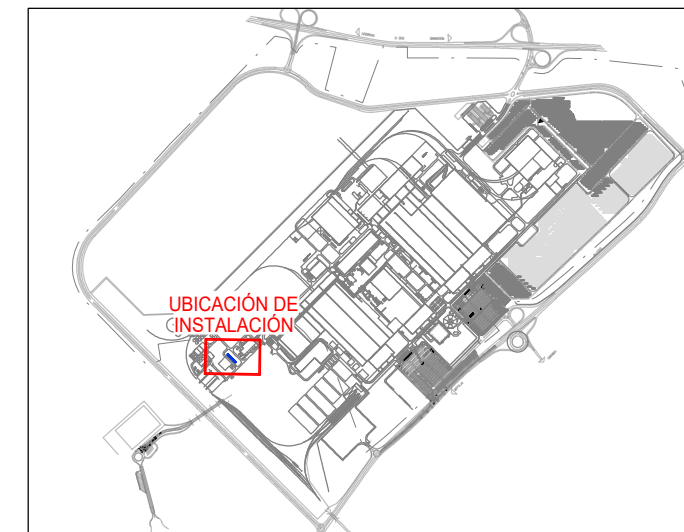
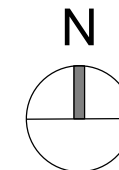
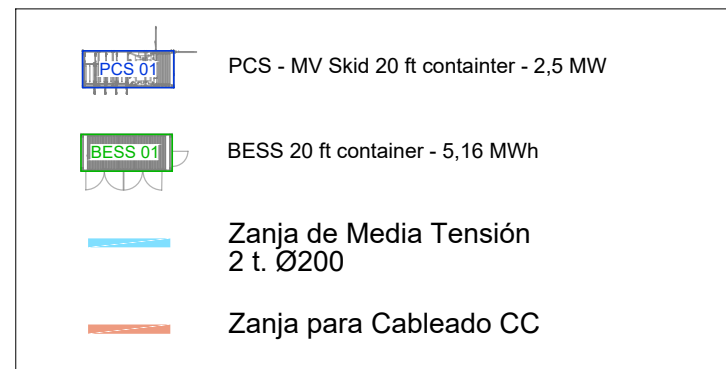
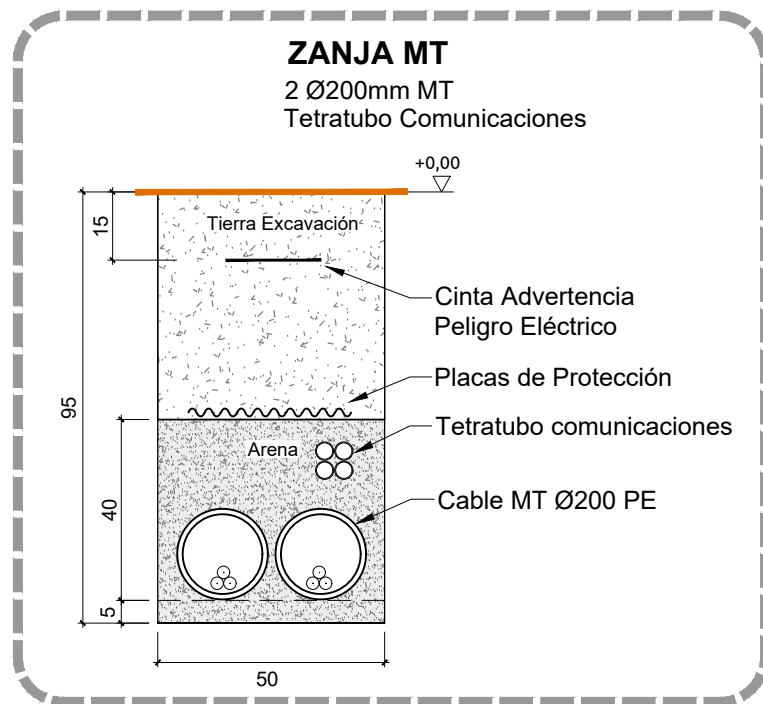
Instalaciones existentes afectadas

Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
Comp.		
Revis.		
Cliente	Situación	
<b>O P E L ESPAÑA</b>	Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)	
Escala	Designación	Nº Plano
1/1.000	Instalación Baterías Ubicación de Componentes	<b>02</b> 1 de 1

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
 DEMARCACION ALICANTE  
 Nº COLEGIADO: 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ  
 FECHA: 26/02/2026 Nº VISADO: 2026/897  
**prosolia** energy  
**VISADO**  
 P.I. Pla de la vallonga, C/. Viento, 14.  
 03006 Alicante (España)  
 Tfno: (34) 96 529 66 50  
 Mail: info@prosolia.com  
 http://prosolia.com



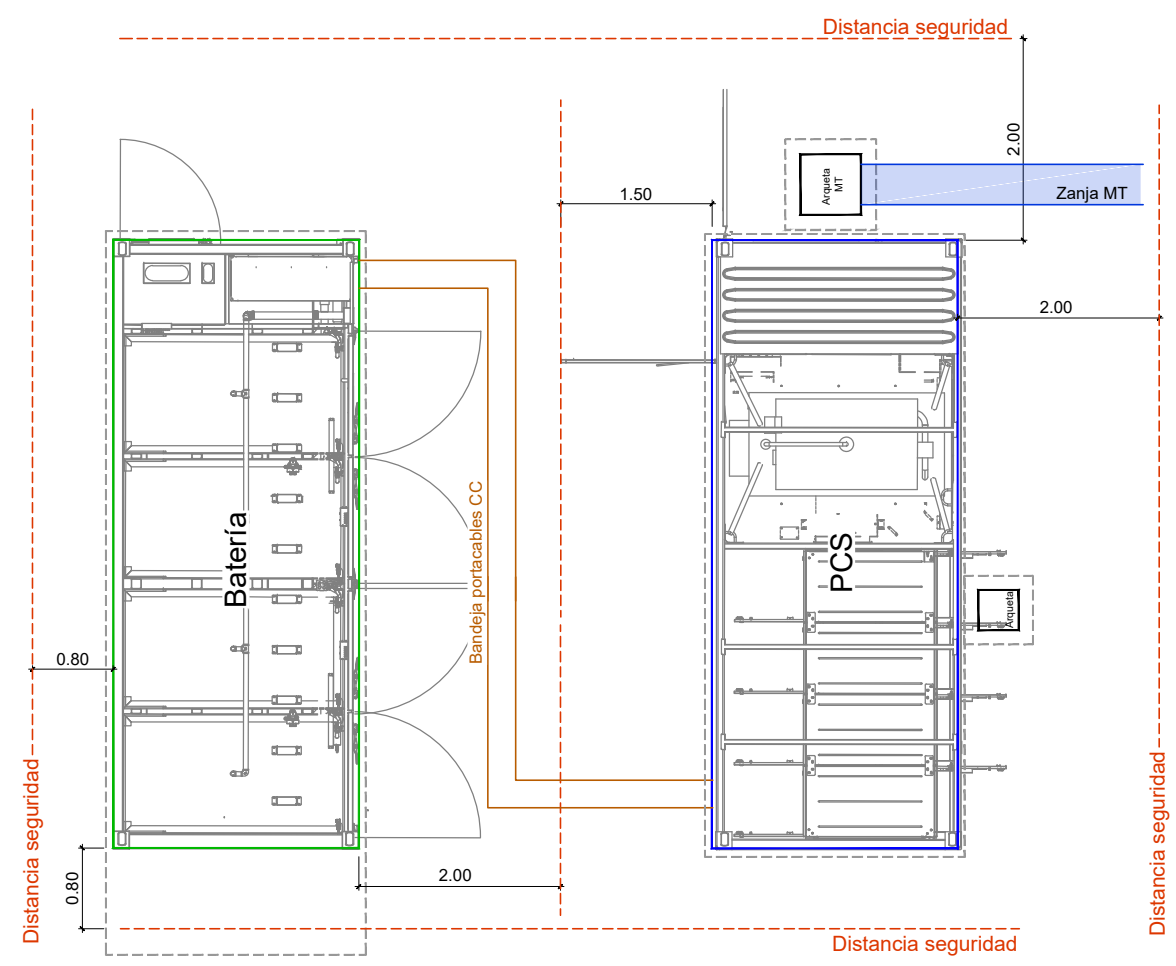
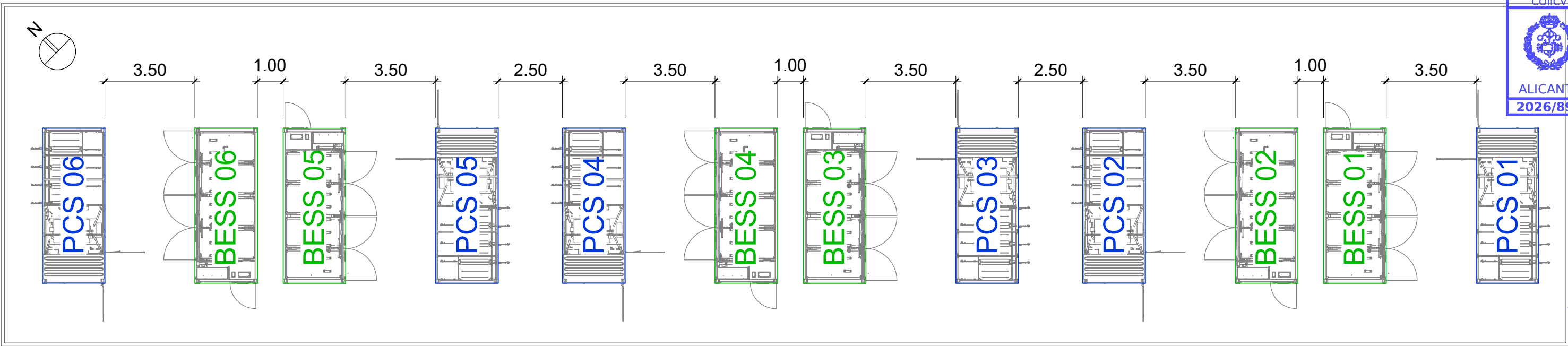
Instalación Eléctrica. Canalización



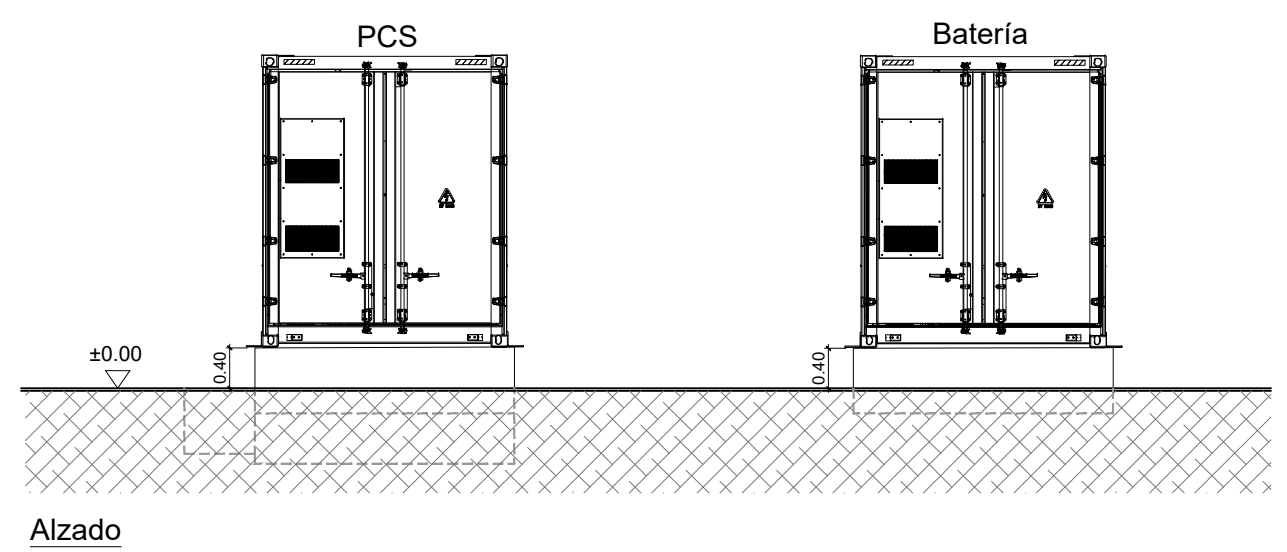
	Fecha	Nombre	Proyecto
Dibujo	2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
Comp.			
Revis.			
Cliente	Situación		
O P E L ESPAÑA		Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)	
Escala	Designación		Nº Plano
1/250	Instalación Baterías Instalación Eléctrica. Canalización		03 1 de 1

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
 DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
 DEMARCACION ALICANTE  
 COIICV  
 Nº COLEGIADO 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ  
 FECHA: 26/02/2026 Nº VISA: 2026/897  
**prosolia**  
 energy  
**VISADO**  
 P.I. Pla de la vallonga. C/. Viento, 14.  
 03006 Alicante (España)  
 Tfno: (34) 96 529 66 50  
 Mail: info@prosolia.com  
 http://prosolia.com

Documento firmado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

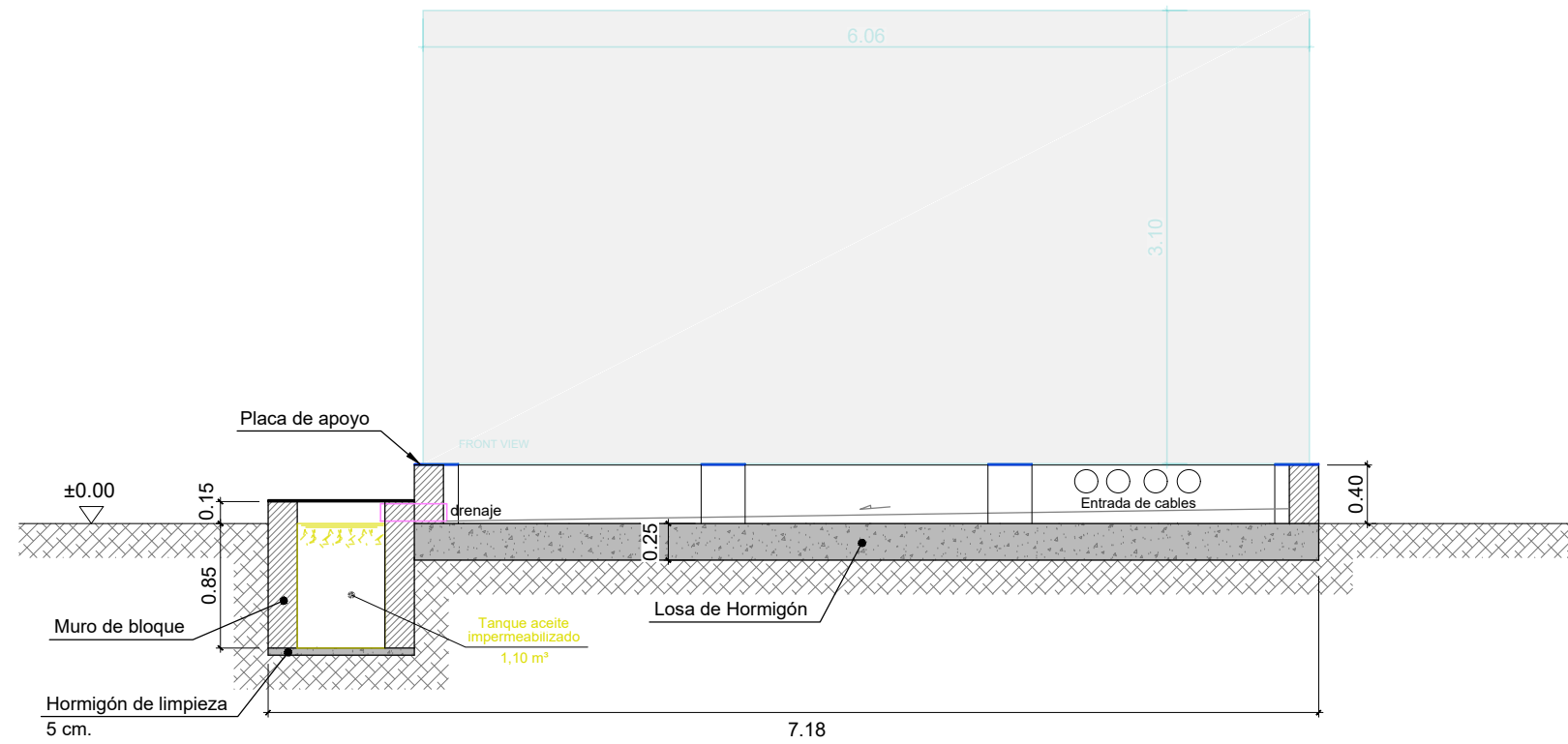


Planta General de Baterías y PCS

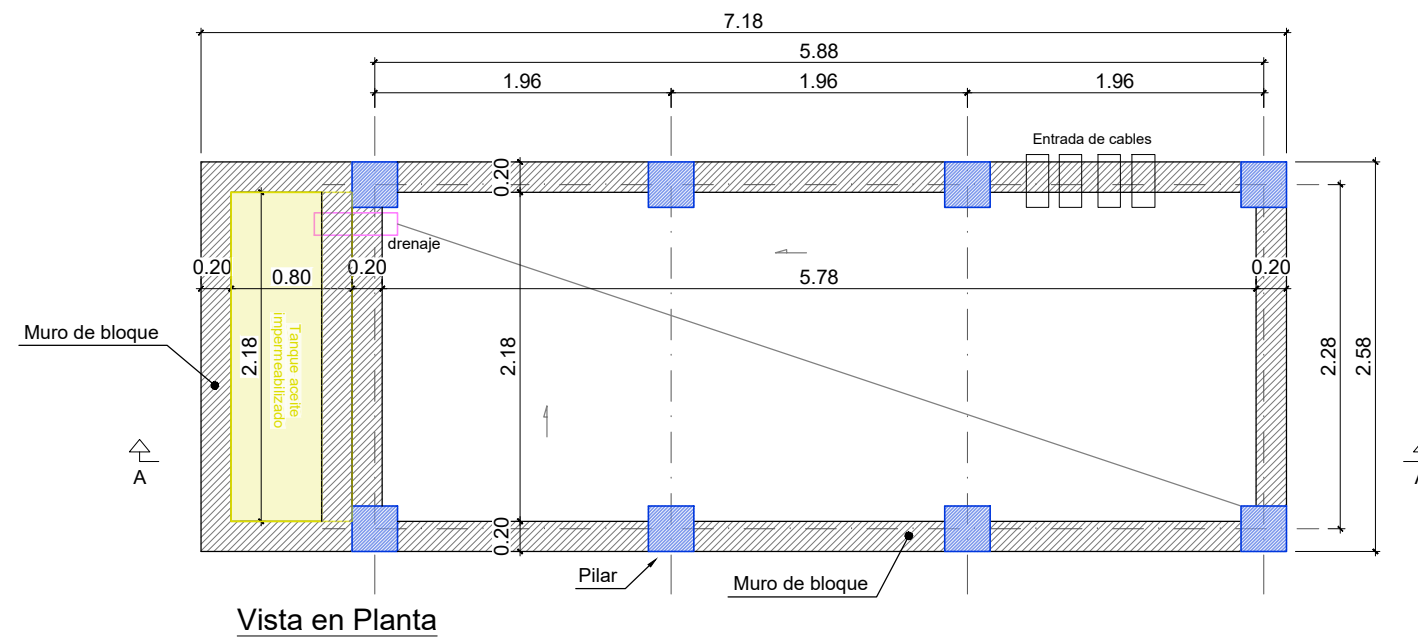


Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
<b>O P E L ESPAÑA</b> Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)		Situación Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)
Escala 1/75		Designación Instalación PCS y Baterías. Planos Generales
Cliente O P E L ESPAÑA		Situación Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)
Dibujos 2025-10		Proyecto ES436 01X
Comp. Revis.		Tarea -
Escala 1/75		Nº Plano 04.1 1 de 1

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION ALICANTE  
 Nº COLEGIADO: 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ  
 FECHA: 26/02/2026 Nº VISO: 2026/897  
**VISADO**  
 P.I. Pla de la Vallonga, C/. Viento, 14.  
 03006 Alicante (España)  
 Tfno: (34) 96 529 66 50  
 Mail: info@prosolia.com  
 http://prosolia.com



Sección A-A



Vista en Planta

Estructura de Soporte de Contenedores  
Batería

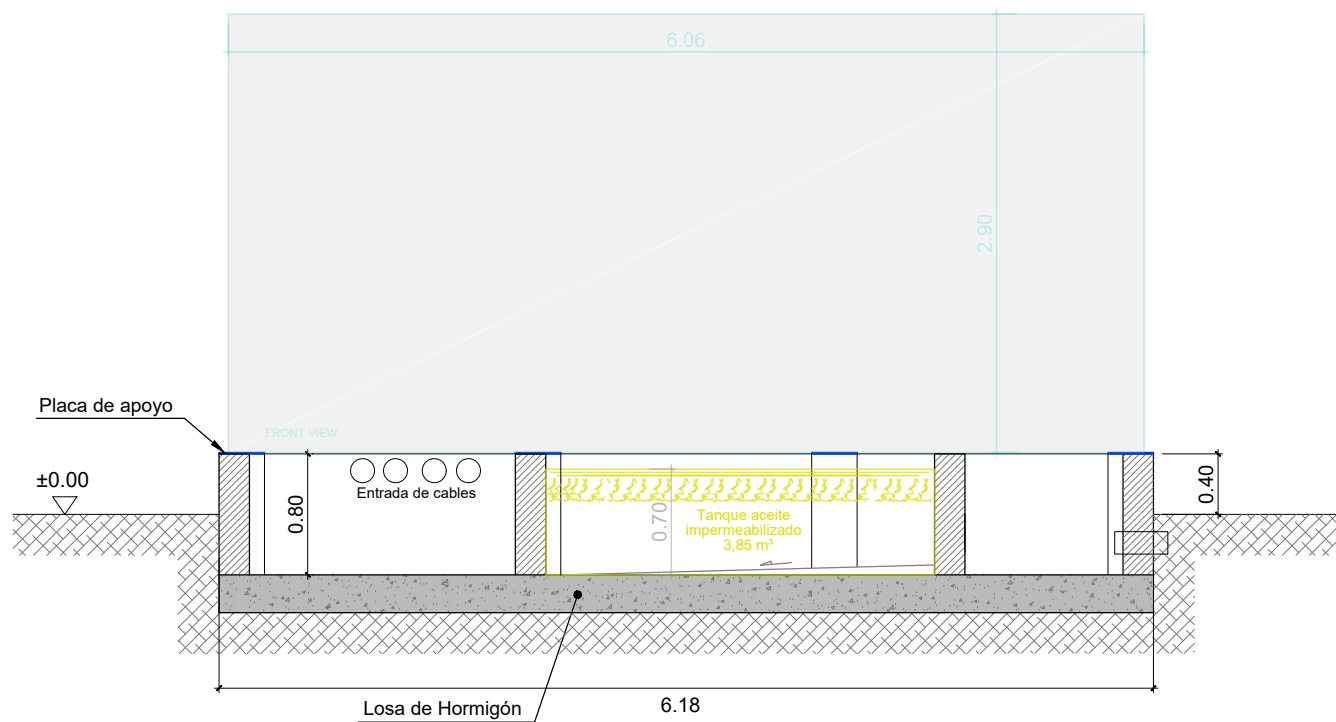
Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
Cliente	Situación	
<b>O P E L ESPAÑA</b>	Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)	
Escala	Designación	Nº Plano
1/50	Instalación PCS y Baterías. Estructura de Soporte	04.2 1 de 3

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
DEMARCACION ALICANTE

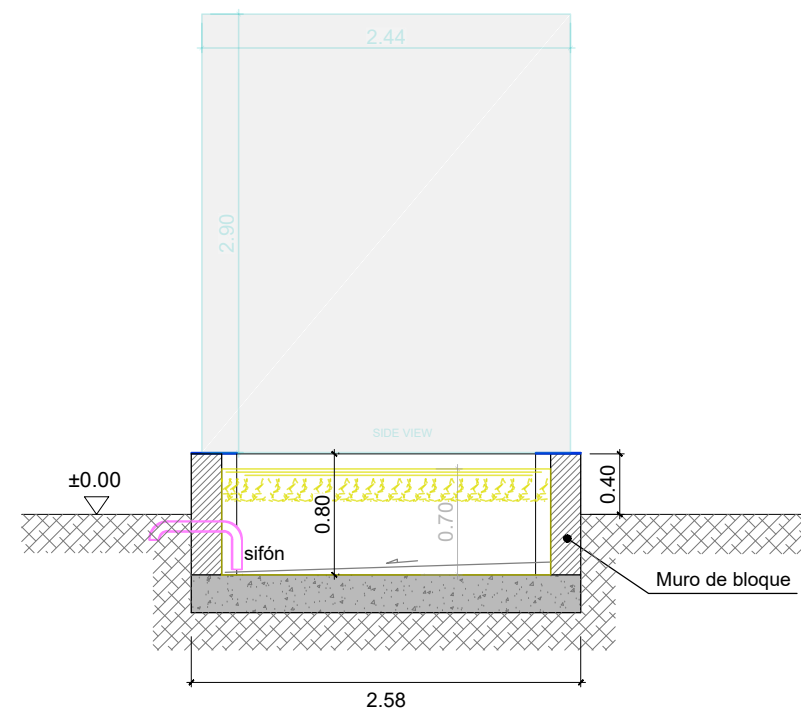
Nº COLEGIADO: 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ  
FECHA: 26/02/2026 Nº VISA: 2026/897

**prosolia**  
energía

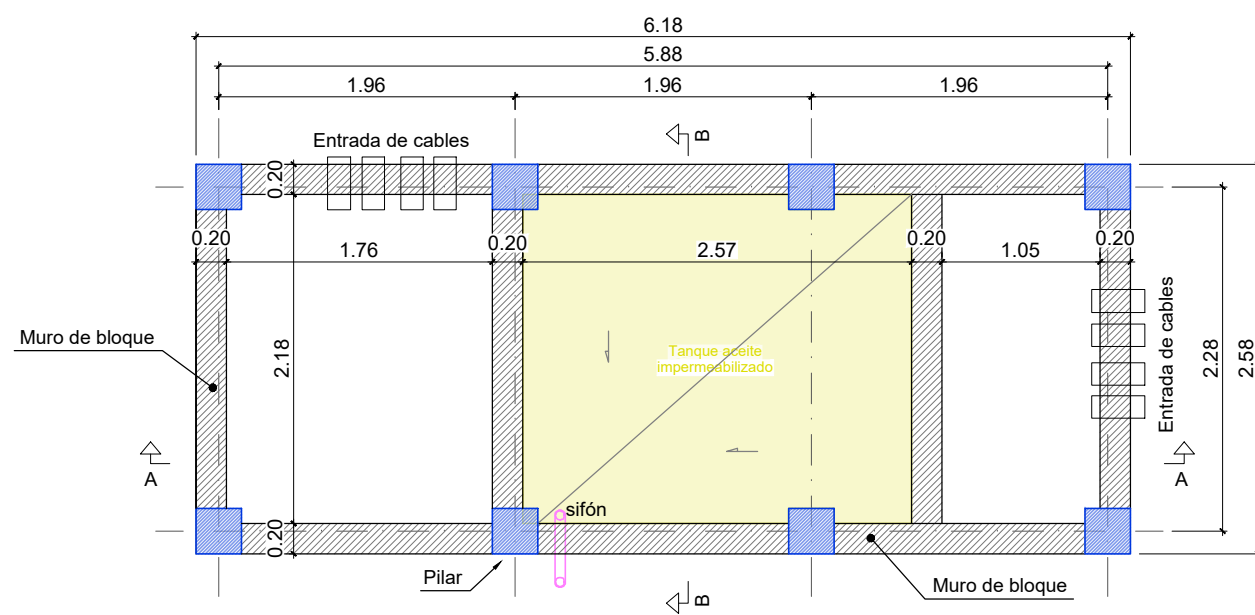
**VISADO**  
P.I. Pla de la vallonga. C/. Viento, 14.  
03006 Alicante (España)  
Tlfno: (34) 96 529 66 50  
Mail: info@prosolia.com  
http://prosolia.com



Sección A-A



Sección B-B



Vista en Planta

Estructura de Soporte de Contenedores  
PCS

Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
<p><b>O P E L ESPAÑA</b> Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)</p>		
Escala		Designación
1/50		Instalación PCS y Baterías. Estructura de Soporte

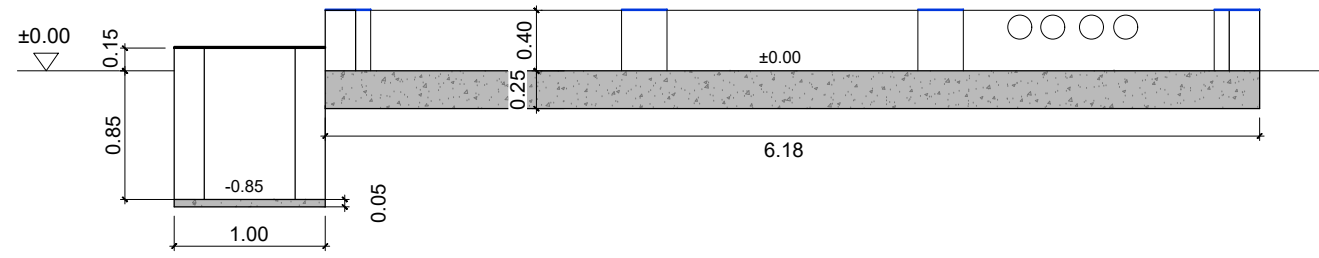
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
DEMARCACION ALICANTE

Nº COLEGIADO: 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ  
FECHA: 26/02/2026 Nº VISADO: 2026/897

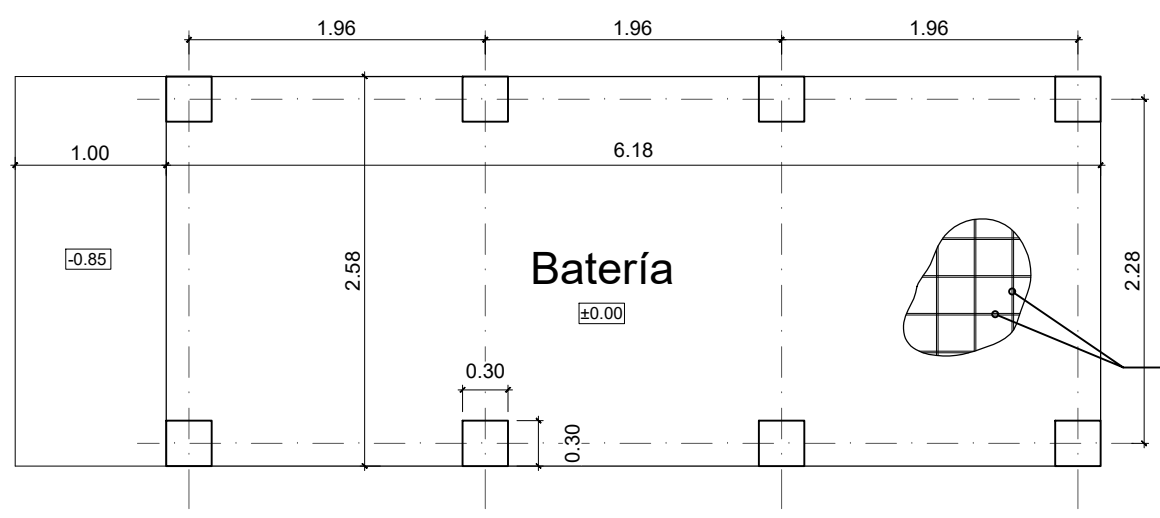
**prosolia** energy

**VISADO**  
P.I. Pla de la vallonga. C/. Viento, 14.  
03006 Alicante (España)  
Tfno: (34) 96 529 66 50  
Mail: info@prosolia.com  
http://prosolia.com

Proyecto: ES436\_01X  
Tarea: -  
Nº Plano: 04.2  
2 de 3



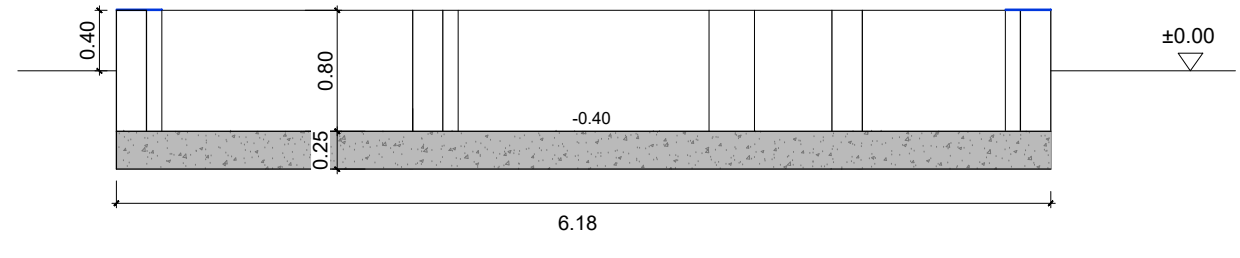
Sección



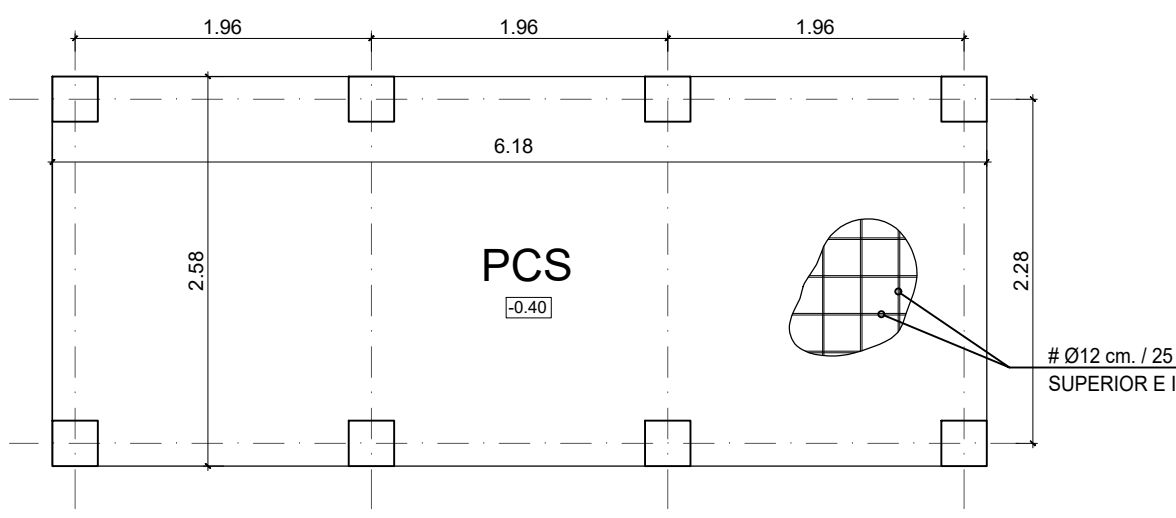
Vista en Planta

8 Pilares 30x30x40 cm.  
(ver detalle de armado y placa de apoyo)

Losa de 25 cm. de espesor  
Armadura superior e inferior  
# Ø12 cm. / 25 cm.  
(Ver detalle)



Sección



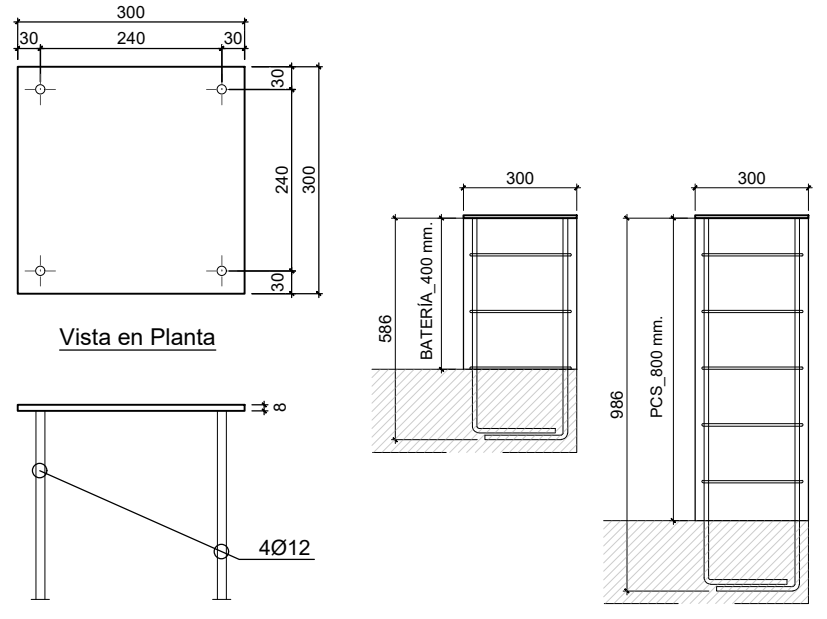
Vista en Planta

8 Pilares 30x30x80 cm.  
(ver detalle de armado y placa de apoyo)

Losa de 25 cm. de espesor  
Armadura superior e inferior  
# Ø12 cm. / 25 cm.  
(Ver detalle)

Detalles de Soporte de Contenedores

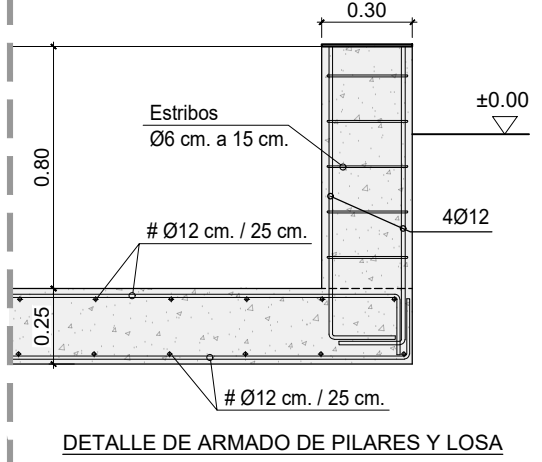
Detalle de Placa de Apoyo  
Placa de 300x300x8 mm.



Vista en Planta

PCS  
8 Pilares 30x30x80 cm.

Batería  
8 Pilares 30x30x40 cm.



DETALLE DE ARMADO DE PILARES Y LOSA

Nota:

- \* Las distancias entre ejes de las placas de apoyo son orientativas. Estas medidas se tendrán que ajustar a las distancias entre apoyos del contenedor
- \* Se comprobará que los apoyos intermedios del contenedor tengan la misma altura que los exteriores para asegurar el correcto reparto de peso.

Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
Dibujo		
Comp.		
Revis.		
Cliente		Situación
O P E L ESPAÑA		Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)
Escala	Designación	Nº Plano
1/50	Instalación PCS y Baterías. Estructura de Soporte	04.2 3 de 3

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
DEMARCACION ALICANTE

Nº COLEGIADO 7390 JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ

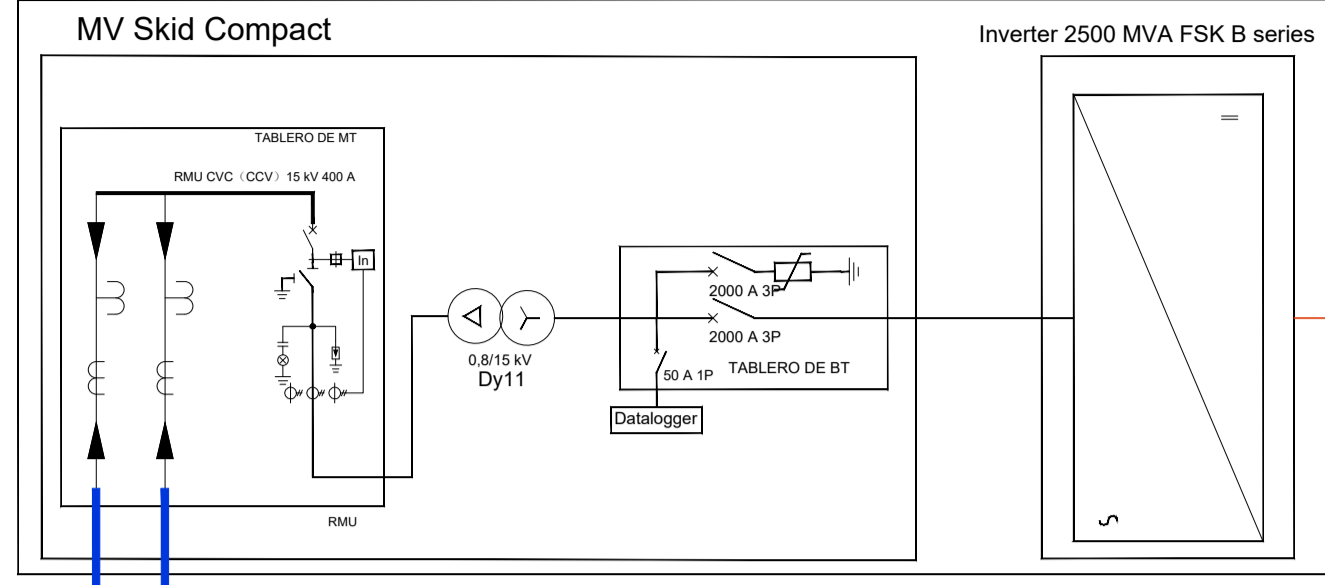
FECHA: 26/02/2026 Nº VISADO: 2026/897

PROSOLIA energy

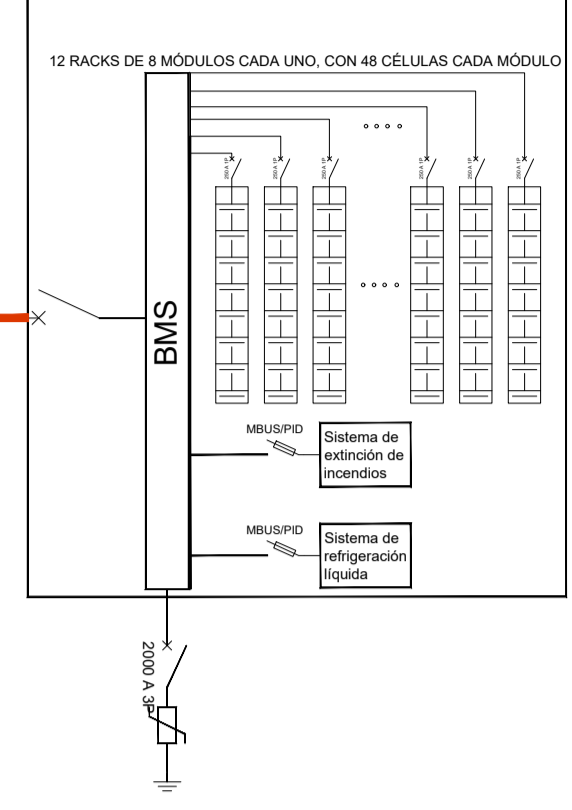
VISADO

P.I. Pla de la Vallonga. C/. Viento, 14.  
03006 Alicante (España)  
Tfno: (34) 96 529 66 50  
Mail: info@prosolia.com  
http://prosolia.com

**PCS 05**  
MV SKID + SWITCHGEAR

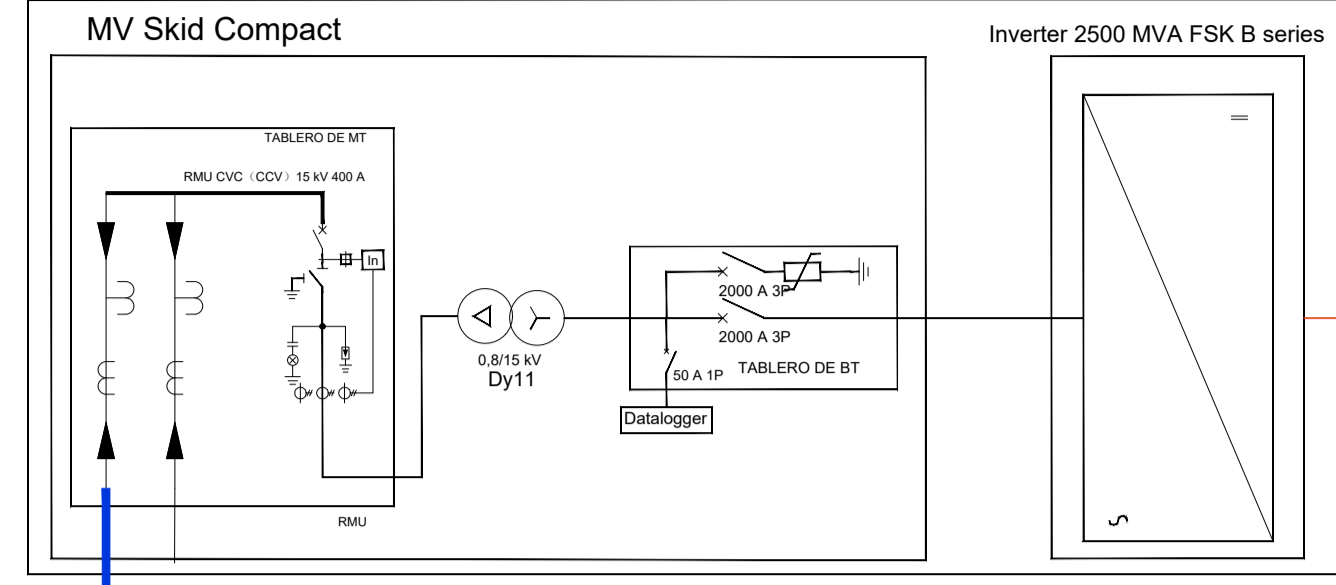


**BESS 05**  
20 ft CONTAINER BESS - 5,16 MWh

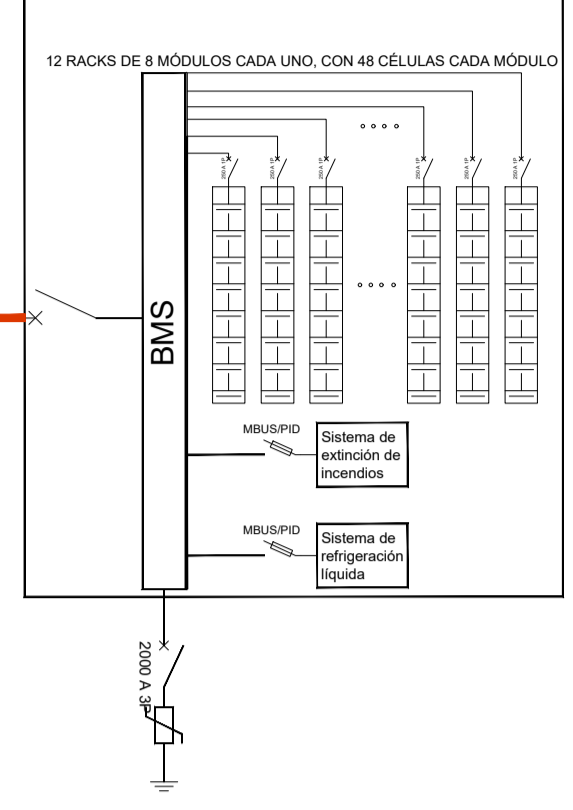


12 x 95 mm<sup>2</sup>  
10m

**PCS 06**  
MV SKID + SWITCHGEAR



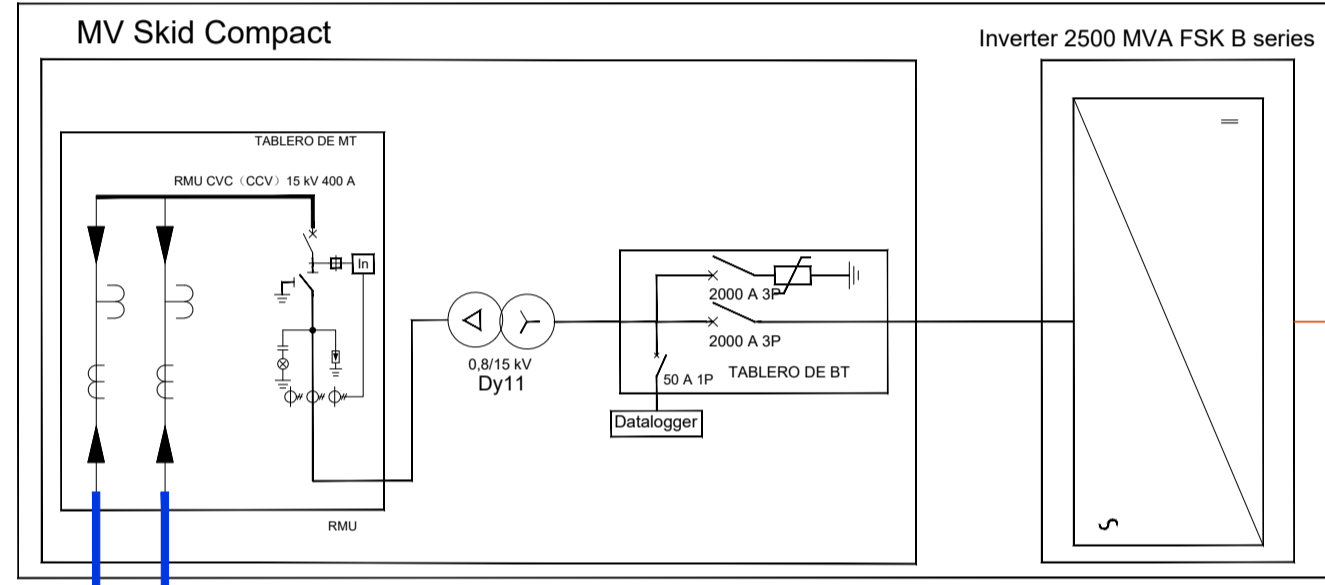
**BESS 06**  
20 ft CONTAINER BESS - 5,16 MWh



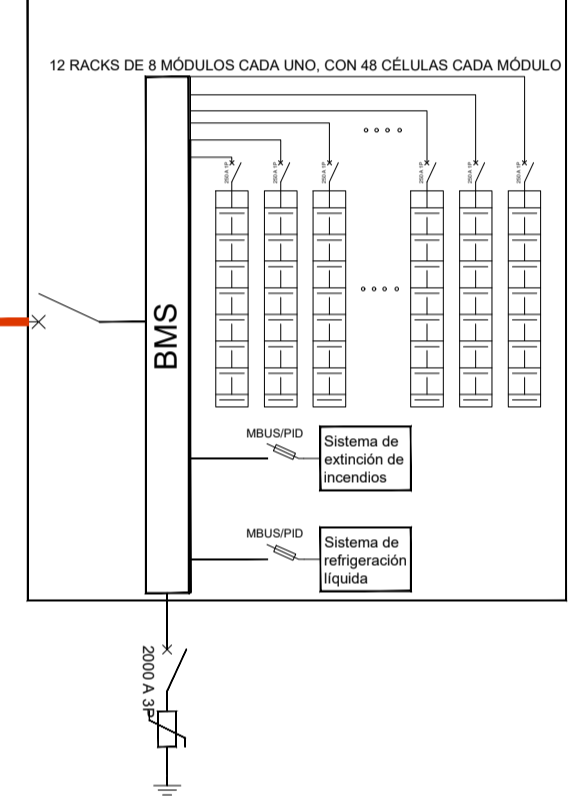
12 x 95 mm<sup>2</sup>  
10m

3x(1x150)/16 mm<sup>2</sup> AL  
CABLE AL RHZ1-OL 12/20kV  
40 m.

**PCS 04**  
MV SKID + SWITCHGEAR

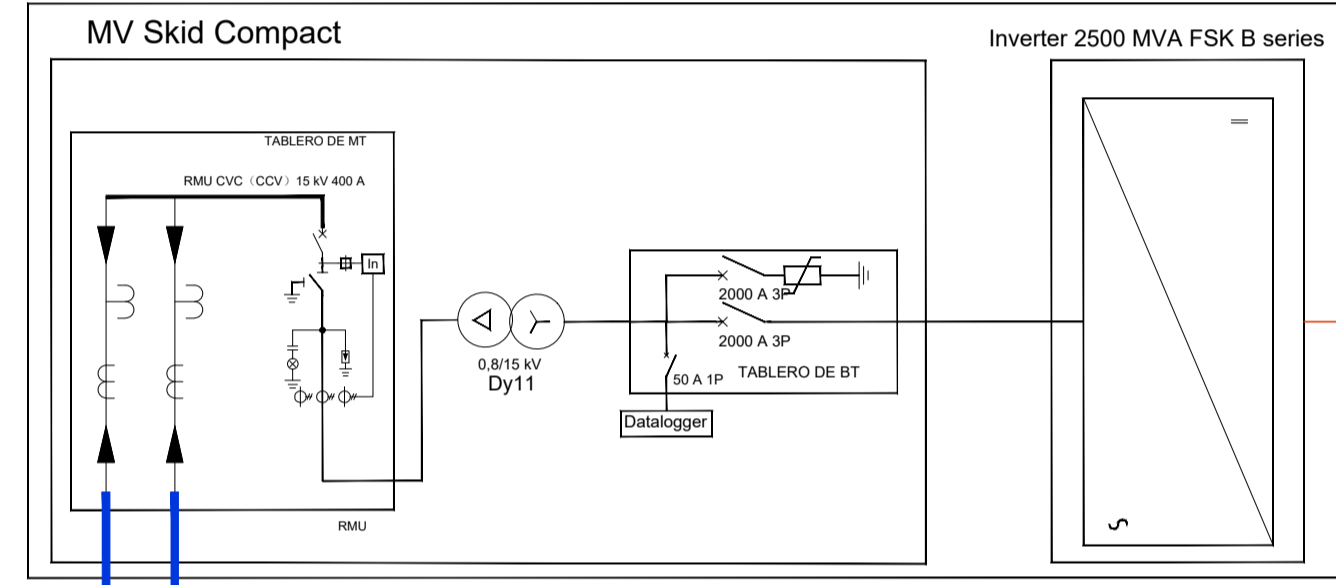


**BESS 04**  
20 ft CONTAINER BESS - 5,16 MWh

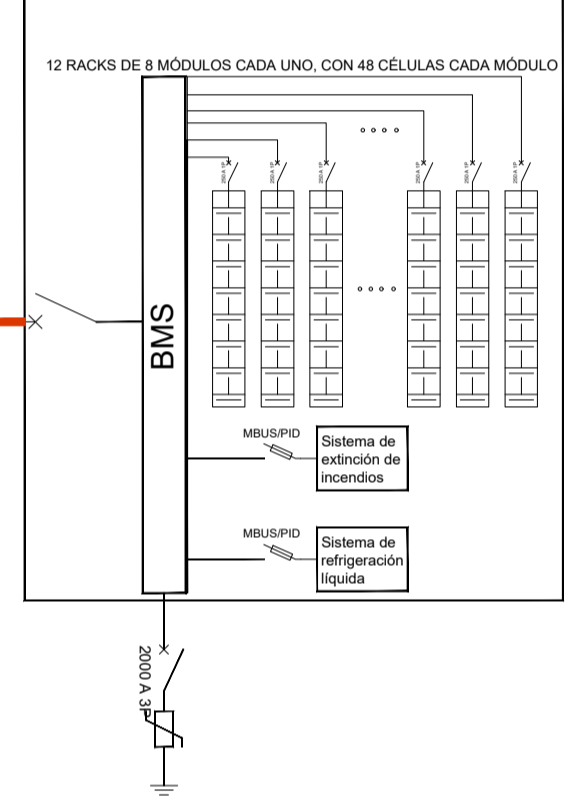


12 x 95 mm<sup>2</sup>  
10m

**PCS 03**  
MV SKID + SWITCHGEAR



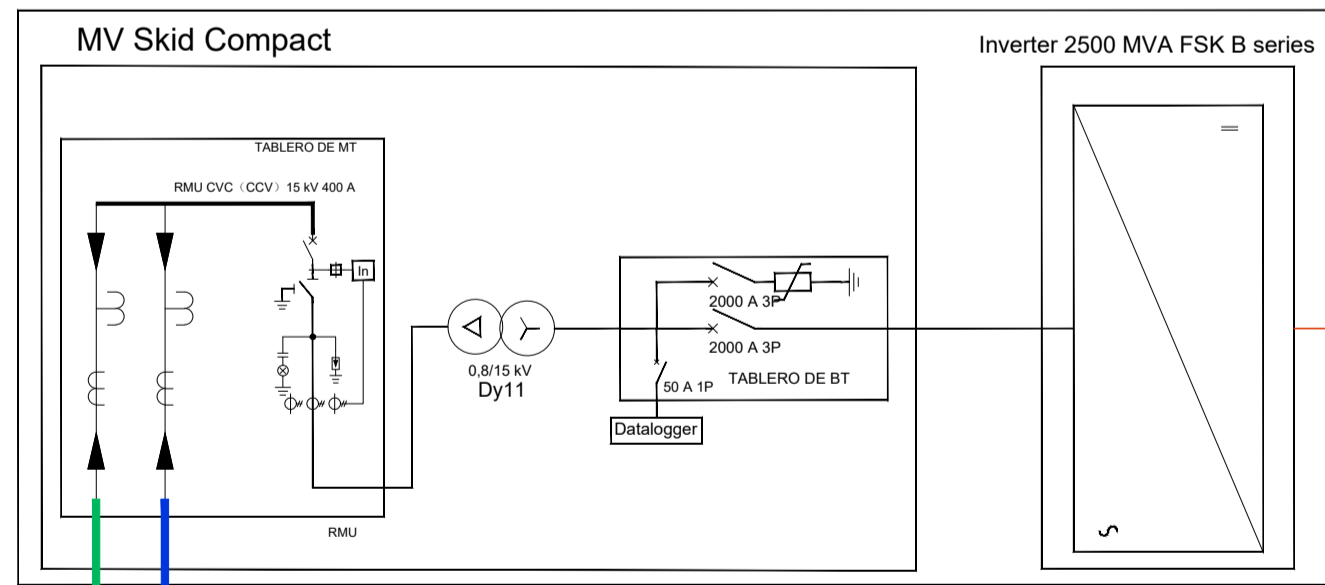
**BESS 03**  
20 ft CONTAINER BESS - 5,16 MWh



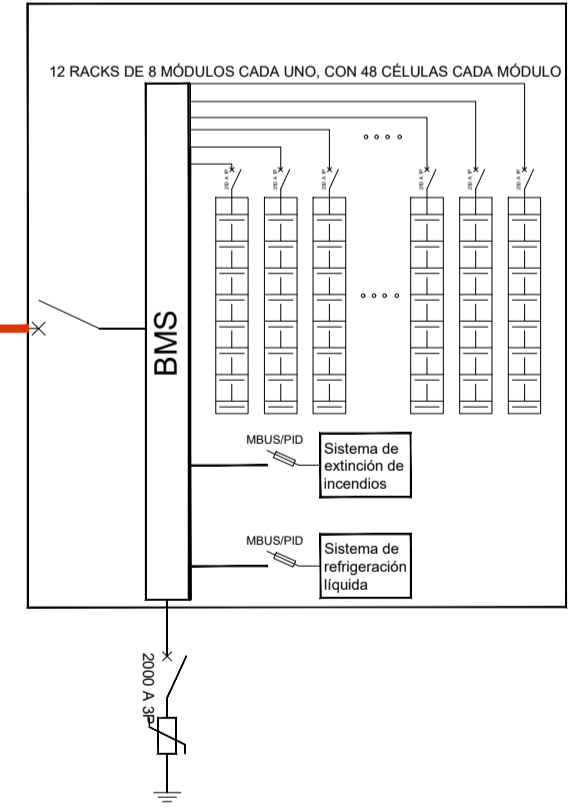
12 x 95 mm<sup>2</sup>  
10m

3x(1x150)/16 mm<sup>2</sup> AL  
CABLE AL RHZ1-OL 12/20kV  
40 m.

**PCS 01**  
MV SKID + SWITCHGEAR

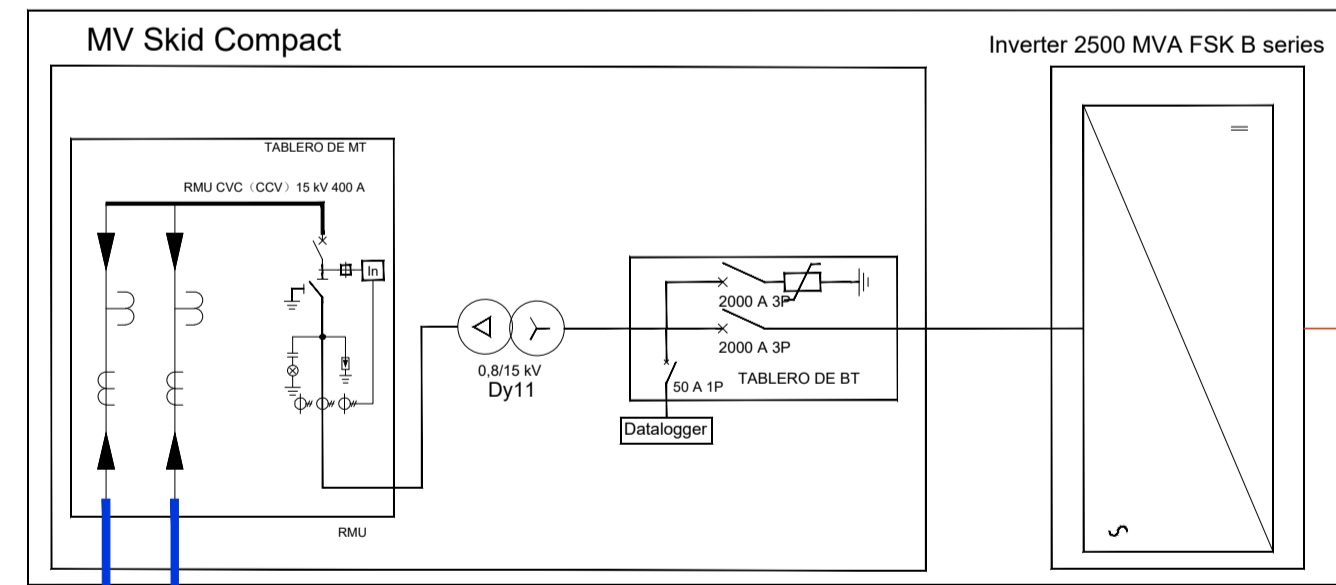


**BESS 01**  
20 ft CONTAINER BESS - 5,16 MWh

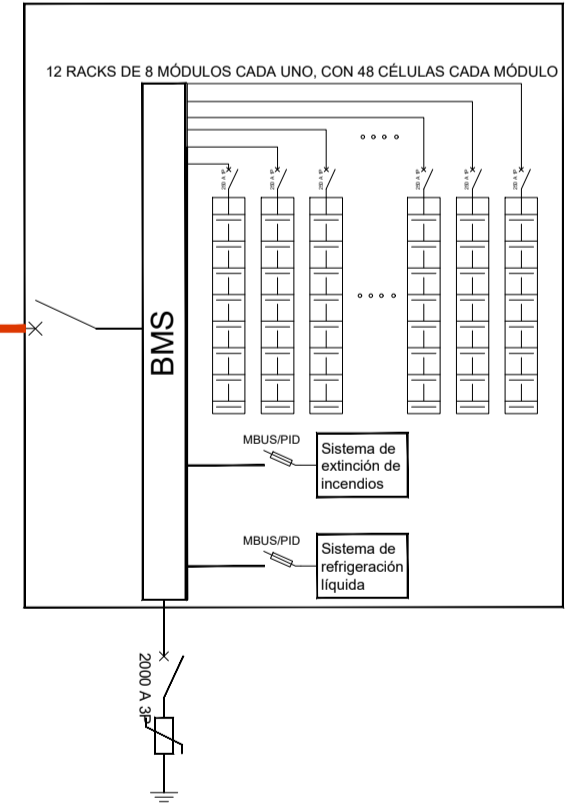


12 x 95 mm<sup>2</sup>  
10m

**PCS 02**  
MV SKID + SWITCHGEAR



**BESS 02**  
20 ft CONTAINER BESS - 5,16 MWh



12 x 95 mm<sup>2</sup>  
10m

3x(1x150)/16 mm<sup>2</sup> AL  
CABLE AL RHZ1-OL 12/20kV  
40 m.

**INTERCONNECTION LINE**

3x(1x240)/16 mm<sup>2</sup> AL  
CABLE AL RHZ1-OL 12/20kV  
200 m.

Fecha	Nombre	Proyecto
2025-10		STELLANTIS BESS - 30 MWh - 15 MW
Comp.		
Revis.		
Ciiente		Situación
O P E L ESPAÑA		Polígono Entrerrios s/n 50690 - PEDROLA (ZARAGOZA)
Escala	Designación	Nº Plano
S.E.	Esquema Unifilar	05 1 de 1

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

**prosofia**  
energy

PROSOPIA S.L. - Valencia, C/ Viento, 14.  
Tfno: (+34) 96 529 66 50  
Mail: info@prosofia.com  
http://prosofia.com

VISADO

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la verificación y validación profesional del autor del trabajo y la comprobación de la correcta e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable y vigente. En caso de datos derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable al autor del mismo, el COICV no responderá subsidiariamente de los daños que tengan origen en el uso de los datos visados.

# DOCUMENTO N°5

## PRESUPUESTO

Código	Nat	Ud	Resumen: Edificio 1	CanPres	ImpPres
<b>1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>ACTUACIONES PREVIAS</b>	<b>1</b>	<b>810,76 €</b>
01.01	Partida	Ud	Señalización Vial de obra.	1	70,13 €
01.02	Partida	Ud	Señalización SyS de obra.	1	82,92 €
01.03	Partida	Ud	Protecciones individuales de obra	1	657,71 €

<b>2</b>	<b>Capítulo</b>		<b>MÓDULOS BATERÍAS</b>	<b>1</b>	<b>3.349.744,00 €</b>
02.01	Partida	Ud	Suministro de sistema de almacenamiento (BESS). Incluidos inversores, MV Skid, EMS y pequeño material  Marca: SVOLT Short Blase II Container  Modelo: CE-L-5160-A1-EU  Potencia nominal 30MWh/15MW	1	3.349.744,00 €

<b>3</b>	<b>Capítulo</b>		<b>INST. ELECTRICA BAJA TENSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>260.541,00 €</b>
<b>03.01</b>			<b>CANALIZACIÓN ELÉCTRICA</b>		<b>9.116,00 €</b>
03.01.01	Partida	Ud	Suministro e instalación de canalización eléctrica para la conducción de las líneas eléctricas, tanto de corriente continua como de corriente alterna. Incluyendo soportación, obra civil y accesorios para su montaje.	1	9.116,00 €
<b>03.02</b>			<b>CIRCUITOS CORRIENTE CONTINUA</b>		<b>3.285,00 €</b>
03.02.01	Partida	Ud	Instalación eléctrica en baja tensión de todo el tramo de corriente continua, desde las baterías hasta los inversores incluyendo todo el cableado de conexión y pequeño material.	1	3.763,00 €
<b>03.03</b>			<b>INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN</b>		<b>245.773,00 €</b>
03.03.01	Partida	Ud	Trabajos de adecuación e instalación de Estaciones de Transformación de 2500 kVA. Zapatas de hormigón para ubicar la estructura soporte de los contenedores de baterías y MV skid.	1	43.975,00 €
03.03.02			Línea MT 20 KV: Desde MV Skid hasta conexión SET I.		78.958,00 €

03.03.02.01	Partida	ml	<p>Conductor de aluminio tipo RH5Z1 12/20 kV 3x(1x150) y 3x(1x240) mm2 AL aproximadamente 385 m de longitud.                  Línea inicio celda de línea de CT FV 04.                  Línea final celda de remonte CT FV 03.</p> <p>Suministro, acopio y confección de 10 juegos de 3 botellas terminales de interior, para celdas de línea, para conductor de aluminio tipo RH5Z1 12/20 kV 3x(1x150) y 3x(1x240) mm2 AL, incluso mano de obra y pequeño material, totalmente montado y conexionado.</p> <p>Suministro e instalación de bandeja metálica portacables y excavación de zanja, incluyendo elementos de soporte y fijación.</p>	385	78.958,00 €
03.03.03			CELDA INTERCONEXIÓN RED MT		122.840,00 €
03.03.03.01	Partida	Ud	Suministro e instalación de dos conjuntos de celdas de media tensión (línea, protección y medida) para la interconexión de la instalación de almacenamiento con la red interna de MT..	1	122.840,00 €
<b>03.04</b>	<b>RED DE TIERRAS</b>				<b>2.367,00 €</b>
03.04.01	Partida	Ud	Suministro de cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección, y picas de acero cobrizado de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro; para puesta a tierra del centro de transformación en envolventes de las celdas, rejilla de protección, carcasa del transformador y partes metálicas susceptibles de estar sometidas a tensión. Configuración 70-30/5/42, anillo rectangular, distancia de la red 7m x 3m.	1	2.367,00 €

<b>4</b>	<b>Capítulo</b>	<b>MONITORIZACIÓN Y CONTROL</b>	<b>110.154,00 €</b>
----------	-----------------	---------------------------------	---------------------

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA  
 BESS DE 15 MW DE POTENCIA INSTALADA (30 MWh CAPACIDAD DE  
 ALMACENAMIENTO) CON EXCEDENTES CONECTADA A LA RED  
 INTERNA DE M.T.



04.01	Partida	Ud	Sistema de monitorización y control de la planta mediante sistema Prisma, incluyendo tendido de fibra óptica fusión mediante latiguillo. Instalación y configuración de sensores de irradiación (sensor piranómetro).	1	110.154,00 €
-------	---------	----	---	---	--------------

**PEM**

**3.721.249,76 €**

Este presupuesto asciende a la cantidad de **Tres millones setecientos veintiún mil doscientos cuarenta y nueve euros con setenta y seis céntimos.**

En Alicante, Noviembre de 2025.

*José Luis Vázquez Fernández*  
*Ingeniero Industrial*  
*Nº Colegiado 7.590 COIICV*

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION ALICANTE	
Nº COLEGIADO: <b>7590</b>	JOSÉ LUIS VAZQUEZ FERNANDEZ
FECHA: <b>26/02/2026</b>	Nº VISADO: <b>2026/897</b>
www.prosoliaenergy.com info@prosoliaenergy.com	

Documento visado electrónicamente con número 2026/897. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

# DOCUMENTO N°1 MEMORIA DESCRIPTIVA

## ANEXO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

## 1. INTRODUCCIÓN

A efectos del cálculo eléctrico se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Intensidad nominal** de la parte de corriente continua, será la intensidad en el punto de máxima potencia. En la parte de corriente alterna será la intensidad del inversor operando en condiciones nominales.
- **Tensión nominal** de la parte de corriente continua, será la tensión en el punto de máxima de potencia. En la parte de corriente alterna será la tensión de salida del inversor operando en condiciones nominales, esto es 800 V, según sea de salida monofásica o trifásica respectivamente.
- **Intensidad máxima** de la parte de corriente continua será la intensidad de cortocircuito. En la parte de corriente alterna será la intensidad del inversor operando bajo una sobrecarga del 25% y un factor de potencia de 0,9 en inversores monofásicos y de 0,95 en inversores trifásicos.
- **Tensión máxima** de la parte de corriente continua, será la tensión de circuito abierto de los módulos. En la parte de corriente alterna será la tensión de salida del inversor operando en condiciones nominales, esto es, 800 V, según sea de salida monofásica o trifásica respectivamente.

Para el cálculo de la sección de los conductores se ha seguido lo que especifica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión actualmente en vigor, lo que especifican las Hojas de interpretación del Ministerio y las condiciones particulares que añade el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a la Red (PCT-C) del IDAE.

El conductor se escoge según la Instrucción ITC-BT-19 (Prescripciones generales de las instalaciones interiores o receptoras). No se ha considerado ningún coeficiente corrector por agrupamiento de cables ni por temperatura del entorno.

Los tubos de protección de los conductores se escogerán teniendo en cuenta la sección del conductor, tipo de aislamiento y número de conductores a instalar en el interior del tubo.

Se escoge el criterio más restrictivo entre intensidad máxima admisible y caída de tensión máxima admisible.

En el cálculo de la instalación eléctrica distinguiremos entre el tramo en corriente continua y el tramo en corriente alterna.

Para el cálculo en la parte de **corriente continua** se considerará:

- como intensidad máxima del circuito, la intensidad en cortocircuito, que es la máxima posible.
- como tensión de funcionamiento máximo, la tensión en circuito abierto por cada grupo de módulos.

Para el cálculo en la parte de **corriente alterna** se considerará:

- para cada fase una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Las caídas de tensión máximas admisibles y recomendadas serán fijadas atendiendo, tanto al R.E.B.T. como el Pliego de condiciones Técnicas del IDAE (PCT-C):

	Corriente Continua		Corriente Alterna	
	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada
R.E.B.T.	No indica	No indica	1,5	1,5

Tabla 1: Caídas de Tensión máximas admisibles en AC según R.E.B.T

De lo anteriormente expuesto fijaremos como caídas de tensión máximas admisibles las siguientes:

- Líneas de corriente continua 1,5%.
- Líneas de corriente alterna 1,5%.

## 1. FORMULAS UTILIZADAS

### 1.1. INTENSIDAD

#### A. En corriente continua.

La intensidad de corriente en líneas de corriente continua.

$$I = \frac{P}{U}$$

#### B. En corriente alterna trifásica.

La intensidad de corriente en líneas de corriente alterna trifásica.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \theta}$$

Dónde:

- $I$ : Intensidad de corriente en Amperios (A).
- $P$ : Potencia a transportar en vatios (W).
- $U$ : Tensión en voltios (V).
- $\cos \theta$ : Factor de potencia.

### 1.2. CAÍDA DE TENSIÓN

#### A. En corriente continua.

Caída de tensión en líneas eléctricas de corriente continua.

$$e = \frac{2 \times L \times I}{K \times S}$$

#### B. En corriente alterna trifásica.

Caída de tensión en líneas de corriente alterna trifásicas.

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \theta}{K \times S}$$

Dónde:

- $e$ : Caída de tensión (c.d.t.), en voltios (V).
- $L$ : Longitud de la línea en metros. (m).
- $I$ : Intensidad de corriente que circula por la línea. (A).
- $S$ : Sección del conductor en milímetros cuadrados. (mm<sup>2</sup>).
- $\cos \theta$ : Factor de potencia.
- $K$ : Conductividad (dependiente del aislamiento y de su temperatura de operación). Según la siguiente tabla:

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 2: Conductividad del Cu y Al a diferentes temperaturas.

### 1.3. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

#### A. En corriente continua.

Sección de los conductores en líneas eléctricas de corriente continua.

$$S = \frac{2 \times L \times I}{K \times e}$$

#### B. En corriente alterna trifásica.

Sección de los conductores en líneas de corriente alterna trifásicas.

$$S = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \theta}{K \times e}$$

Dónde:

- $e$ : Caída de tensión (c.d.t.), en voltios (V).
- $L$ : Longitud de la línea en metros. (m).
- $I$ : Intensidad de corriente que circula por la línea. (A).
- $S$ : Sección del conductor en milímetros cuadrados. (mm<sup>2</sup>).
- $\cos \theta$ : Factor de potencia.
- $K$ : Conductividad (dependiente del aislamiento y de su temperatura de operación). Según la siguiente tabla:

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 3: Conductividad del Cu y Al a diferentes temperaturas

En el cálculo de la sección de los conductores se consideran tres criterios:

1. **Calentamiento del conductor.** La densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. Este criterio fija la máxima intensidad admisible para el conductor seleccionado.

2. **Caída de tensión en el conductor.** La caída de tensión (diferencia entre la tensión al principio y al final de la línea), se limita para evitar el efecto que la disminución de la tensión de utilización tiene sobre el funcionamiento de los receptores, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento.

3. **Capacidad del conductor para soportar la corriente de cortocircuito.** En instalaciones interiores o receptoras de baja tensión, alejadas del centro de transformación que las alimenta, no se suele tener en cuenta este criterio para el cálculo de sección, porque se considera que la intensidad de corriente y el calentamiento producido no llegan a valores peligrosos antes de que actúen las protecciones contra cortocircuitos.

Se emplea la siguiente fórmula simplificada, tal y como se explica en el anexo 3 de la guía del REBT:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \times U}{R}$$

Dónde:

- $I_{cc}$ : La intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- $U$ : la tensión entre fase y neutro (230 V).
- $R$ : la resistencia entre el conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

#### 1.4. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

##### A. Resistencia de placas enterradas.

Resistencia que presentan las placas enterradas.

$$R_{Placa} = \frac{0.8 \times \rho}{P}$$

##### B. Resistencia de picas verticales.

Resistencia que presentan las picas enterradas verticalmente.

$$R_{Pica} = \frac{\rho}{L}$$

##### C. Resistencia de n picas verticales contiguas.

Resistencia que presentan las  $n$  picas enterradas verticalmente.

$$R_{n\_picas} = K \frac{R_1}{n} = K \frac{\rho}{n \times L}$$

#### D. Resistencia de conductor enterrado horizontalmente.

Resistencia que presenta el conductor enterrado.

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

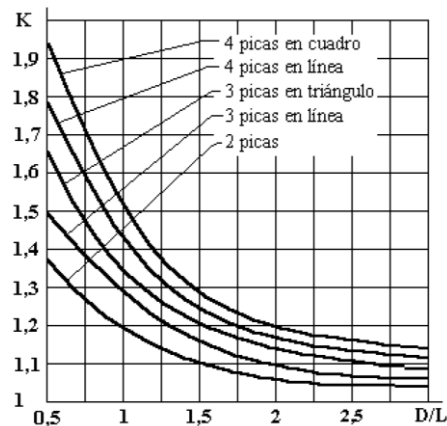
#### E. Resistencia total de la puesta a tierra.

Resistencia total que presenta la puesta a tierra.

$$R^{-1}_{total} = \frac{1}{R_{placa}} + \frac{1}{R_{pica}} + \frac{1}{R_{conductor}}$$

Dónde:

- $\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- P: Perímetro de la placa (m)
- L: Longitud de la pica o del conductor (m)
- K: Coeficiente obtenido de la siguiente gráfica que relaciona la separación entre picas y la longitud de cada pica



## 2. PREVISIÓN DE POTENCIAS

Como se ha explicado anteriormente en la Memoria Descriptiva del presente Proyecto, solamente tendremos la alimentación del sistema de almacenamiento, que tendrá una potencia nominal máxima de 15 MW.

## 3. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

No procede.

## 4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La instalación de almacenamiento dispondrá de 6 inversores HOPEWIND modelo HPPS 2500B con una potencia activa máxima unitaria de 2.500 kW, con una potencia nominal máxima en conjunto 15.000 kW, de conexión trifásica, 690 V.

Para la instalación que nos ocupa tendremos una potencia nominal máxima de 15.000 kW y una capacidad de almacenamiento de 30.965 kWh.

#### 4.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

Los cálculos de las líneas de baja tensión no se han realizado debido a que los equipos vienen diseñados y certificados por el fabricante. Se han cumplido con todos los requisitos técnicos marcados por la legislación vigente.

#### 4.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA

A continuación, se detalla el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra.

Consideraciones previas:

1. Resistividad estimada del terreno: 50  $\Omega \cdot m$
2. Longitud de las picas a instalar: 2 mts
3. Separación mínima entre las picas: 7 mts

Tal y como se ha mencionado en la memoria, la ISF esta diferenciada en dos zonas, aunque a efectos del sistema de puesta a tierra se realizará el mismo esquema de puesta a tierra en ambas zonas.

En la siguiente tabla se resume cada una de las zonas

Composición	Uds/mts	R (ohm)
Pica de acero cobreada	4	6.250
Conductor cobre desnudo	530	0.189

Aplicando la formula correspondiente de **resistencia total de la puesta a tierra** concluimos una resistencia total de puesta a tierra de:

- Resistencia  $\rightarrow$  0.183 ohm

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 35 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu.

### 4.3. CÁLCULO DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

#### 4.3.1. INTENSIDAD NOMINAL DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad nominal para la Línea de Media tensión, la calcularemos a partir de la Potencia Nominal del Transformador instalado:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

- $I_p$  = Intensidad del primario del transformador
- P = Potencia nominal del transformador
- U = Tensión nominal del Primario del transformador

Aplicando los valores de la potencia correspondientes a cada centro de transformación, se obtienen los siguientes resultados de Intensidad para cada tramo de la línea de MT:

#### Intensidad Nominal de Media Tensión

Consideramos una temperatura de 40°C

##### MV SKID 1 – SET I

Potencia Nominal Transformador (KVA)	15000
Tensión Nominal del Primario del Transformado (kV)	20
Intensidad del Primario del Transformador (A)	433,01

##### MV SKID 2 - MV SKID 1

Potencia Nominal Transformador (KVA)	12500
Tensión Nominal del Primario del Transformado (kV)	20
Intensidad del Primario del Transformador (A)	360,84

##### MV SKID 3 - MV SKID 2

Potencia Nominal Transformador (KVA)	10000
Tensión Nominal del Primario del Transformado (kV)	20
Intensidad del Primario del Transformador (A)	288,67

##### MV SKID 4 - MV SKID 3

Potencia Nominal Transformador (KVA)	7500
Tensión Nominal del Primario del Transformado (kV)	20
Intensidad del Primario del Transformador (A)	216,50

##### MV SKID 5 - MV SKID 4

Potencia Nominal Transformador (KVA)	5000
Tensión Nominal del Primario del Transformado (kV)	20
Intensidad del Primario del Transformador (A)	144,33

##### MV SKID 6 - MV SKID 5

Potencia Nominal Transformador (KVA)	2500
Tensión Nominal del Primario del Transformado (kV)	20
Intensidad del Primario del Transformador (A)	72,16

#### 4.4. CONDUCTOR LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

El tipo de cable utilizado para la línea de media tensión es el siguiente: HEPRZ1 AL y tanto las características dimensionales como las técnicas de este cable se muestran en las siguientes tablas:

1xSección Conductor (Al) / Sección Pantalla (Cu) mm2	Tensión Nominal (kV)	Diametro Nominal Aislamiento (mm)	Peso (kg/km)	Temperatura máx. admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	Temperatura máx. admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	Intensidad máx admisible enterrado bajo tubo (A)	Intensidad máx de cortocircuito en el conductor durante 1s (A)
1x95/16	15	23,8	960	105	250	215	8930
1x150/16	15	23,5	1205	105	250	255	13400
1x240/16	15	27,6	1570	105	250	345	21400
1x400/16	15	32,8	2115	105	250	450	35600

Tabla 14: Características dimensionales cable MT.

1xSección Conductor (Al) / Sección Pantalla (Cu) mm2	Resistencia del conductor a T 20°C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx 90°C (Ω/km)	Reactancia Inductiva (Ω/km)	Capacidad (µF/km)
1x95/16		0,32	0,43	0,118
1x150/16	0,206	0,277	0,112	0,329
1x240/16	0,125	0,168	0,103	0,402
1x400/16	0,078	0,105	0,097	0,480

Tabla 15: Características técnicas cable MT.

#### 4.5. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea viene dada por la siguiente fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \alpha + X \sin \alpha)$$

Siendo:

$\Delta U$ : Caída de tensión en voltios

I: Intensidad de la línea en amperios

X: Reactancia por fase y km en ohmios

R: Resistencia por fase y km en ohmios

$\alpha$ : Ángulo de desfase  
L: Longitud de línea en km

	MV SKID 6 - MV SKID 5	MV SKID 5 - MV SKID 4	MV SKID 4 - MV SKID 3	MV SKID 3 - MV SKID 2	MV SKID 2 - MV SKID 1	MV SKID 1 - SET I	TOTAL
Caída de tensión en voltios ( $\Delta V$ )	1,030	2,060	3,090	2,575	5,150	18,750	<b>32,655</b>
Intensidad de la línea en amperios (I)	72,169	144,338	216,506	288,675	360,844	433,013	
Reactancia por fase y km en ohmios (X)	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,102	
Resistencia por fase y km en ohmios (R)	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,125	
Factor de Potencia (Cos $\alpha$ )	1	1	1	1	1	1	
Seno del ángulo (Sen $\alpha$ )	0	0	0	0	0	0	
Longitud de línea en km (L)	0,040	0,040	0,040	0,025	0,040	0,200	
Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	1x150/16	1x150/16	1x150/16	1x150/16	1x150/16	1x240/16	
<b><math>\Delta V</math> Caída de Tensión (V)</b>	<b>1,030</b>	<b>2,060</b>	<b>3,090</b>	<b>2,575</b>	<b>5,150</b>	<b>18,750</b>	<b>32,655</b>
<b><math>\Delta V</math> Caída de Tensión (%)</b>	<b>0,005%</b>	<b>0,010%</b>	<b>0,015%</b>	<b>0,013%</b>	<b>0,026%</b>	<b>0,094%</b>	<b>0,163%</b>

Tabla 16: Cálculos caída de tensión en líneas de MT.

Con lo que obtenemos un valor de caída de tensión total de la línea de media tensión de  $\Delta U = 32,655 \text{ V}$  (0,163 %) para la conexión en "SET I".

#### 4.6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

##### 4.6.1. ANTECEDENTES

Tal y como se ha mencionado en la memoria, la ISF tendrá cinco CTs de 2.500 KVA, denominados MV SKID 1, 2, 3, 4, 5 y 6. El transformador tendrá una relación de transformación de 20/0,8 kV.

##### 4.6.2. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

La intensidad primaria vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Dónde:

P, potencia del transformador en KVA  
Vp, tensión primaria en KV  
Ip, intensidad primaria en A

#### CENTRO DE TRANSFORMACION 2.500 KVA (MV SKID)

La tensión primaria de alimentación para el CT es de 20 KV y la potencia es de 2.500 KVA, por lo que la intensidad en el primario será de:

$$I_p = 72,17 A$$

#### 4.7. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

La intensidad secundaria vendrá dada por la siguiente expresión.

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_s}$$

Dónde:

P, potencia del transformador en KVA  
Vs, tensión secundaria en KV  
Is, intensidad primaria en A

#### CENTRO DE TRANSFORMACION 2.500 KVA (MV SKID)

La tensión en el secundario para el CT es de 0,69 KV y la potencia es de 2.500 KVA, por lo que la intensidad de salida será de:

$$I_s = 2.091,84 A$$

#### 5. CORTOCIRCUITOS.

##### Observaciones.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, para este caso en concreto suponemos como criterio de cálculo una potencia de cortocircuito de 500 MVA.

##### Cálculo de las intensidades de cortocircuito.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Dónde:

- $S_{cc}$  Potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
 $U_p$  Tensión de servicio [kV]  
 $I_{ccp}$  Corriente de cortocircuito [kA]

#### Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

Utilizando la expresión, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Dónde:

- $S_{cc}$ , potencia de cortocircuito de la red en MVA  
 $V_p$ , tensión de servicio en KV  
 $I_{ccp}$ , corriente de cortocircuito en KA

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas, la corriente de cortocircuito será la siguiente para cada uno de los transformadores.

$$\cdot I_{ccp} = 14,433 \text{ KA}$$

#### Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot V_s \cdot (E_{cc} + X_{cc})}$$

Dónde:

- $P$  Potencia del transformador [KVA]  
 $E_{cc}$  Tensión de cortocircuito del transformador [%]  
 $V_s$  Tensión secundaria en vacío [V]  
 $I_{ccs}$  Corriente de cortocircuito en KA  
 $X_{cc}$  Impedancia de cortocircuito de la red exterior referida a la potencia base en [%]

Dónde:

$$X_{cc} = \frac{P_b}{P_{cc}} \times 100$$

Siendo:

- $P_b$ : Potencia base en MVA  
 $P_{cc}$ : Potencia de cortocircuito en MVA

Aplicando cada uno de los factores en la formula anterior y con la consideración de 500 MVA de potencia de cortocircuito, la impedancia de cortocircuito resultante será la siguiente.

#### CENTRO DE TRANSFORMACION 2.500 KVA (MV SKID)

$$X_{cc} = 0,50\%$$

Conociendo que la tensión de cortocircuito o impedancia de cortocircuito del transformador es del 8% la de la red exterior del 0,50%, la potencia para el transformador es de 2500 KVA y la tensión secundaria en vacío de 690 V. La intensidad en el lado de baja tensión será:

$$I_{cc_s} = 24,61 \text{ KA}$$

#### **6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**

En Media Tensión la protección de los transformadores la efectúan las celdas asociadas a los mismos.

La protección en media tensión de estos transformadores se realiza utilizando una celda de interruptor automático con relé, siendo esta las que efectúa la protección ante eventuales cortocircuitos.

#### **7. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA TRANSFORMADOR 2500 KVA**

##### Investigación de las características del suelo

Según datos previos del terreno, se concluye que la naturaleza del terreno está compuesta principalmente por limo, arcilla y arena, por lo que determinaremos una resistividad media en 50 Ohm·m.

En el cálculo de la puesta a tierra de servicio se ha empleado el método de cálculo de UNESA para la puesta a tierra en centros de transformación de redes de tercera categoría.

##### Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### Diseño preliminar de la instalación de tierra.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Para su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ Kv}$
- Reactancia de puesta a tierra:  $X_n = 25 \text{ ohm}$
- Resistencia del neutro:  $R_n = 0 \text{ ohm}$

#### -Duracion de la falta

- $K' = 40$
- $n' = 2$
- Tiempo máximo de eliminación del defecto a tierra: 0,5 seg

#### -Intensidad de arranque: 1 A

#### -Nivel de aislamiento de BT:

- $V_{bt} = 8.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistividad de terreno  $R_o = 50 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistividad del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio y la intensidad de defecto vendrán definidas a través de la siguiente expresión:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$
$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_N^2}}$$

Aplicando las consideraciones iniciales obtenemos una resistencia de tierra y una intensidad de defecto preliminar de:

$$R_t = 24,019 \text{ Ohm}$$

$$I_d = 333,069 \text{ A}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

Donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$K_r$  coeficiente del electrodo

#### Cálculo de las tensiones aplicadas en el CT 2500 KVA

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,480$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada.....80-40/5/42

Geometría del sistema.....Anillo rectangular  
 Distancia de la red.....8.0x4.0 m  
 Profundidad del electrodo horizontal.....0,5 m  
 Número de picas.....4 unidades  
 Longitud de las picas.....2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

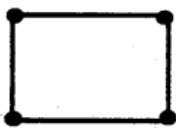

De la resistencia..... $K_r = 0,072$   
 De la tensión de paso..... $K_p = 0,0154$   
 De la tensión de contacto..... $K_c = 0,0338$

**PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA**

Rectángulo de 8.0 m x 4.0 m.

Sección conductor = 50 mm<sup>2</sup>.  
 Diámetro picas = 14 mm.  
 $L_p$  = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

CONFIGURACION	$L_p$ (m)	RESISTENCIA $K_r$	TENSION DE PASO $K_p$	TENSION DE CONTACTO EXT $K_c = K_p(\text{acc})$	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.088	0.0169	0.0508	80-40/5/00
4 picas 	2	0.072	0.0154	0.0338	80-40/5/42
	4	0.061	0.0127	0.0255	80-40/5/44
	6	0.053	0.0107	0.0204	80-40/5/46
	8	0.047	0.0093	0.0169	80-40/5/48
8 picas 	2	0.065	0.0134	0.0284	80-40/5/82
	4	0.053	0.0103	0.0192	80-40/5/84
	6	0.045	0.0083	0.0141	80-40/5/86
	8	0.039	0.0069	0.0110	80-40/5/88

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- \* Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- \* En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- \* En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

Donde:

$K_r$ : coeficiente del electrodo

$R_o$ : resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R'_t$ : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 3,60 \text{ Ohm}$$

Y la intensidad de defecto real, considerando una reactancia de 20 ohm, es la que se muestra:

$$I'd = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(Rn + R't)^2 + X_N^2}}$$

$$I'd = 568,218 \text{ A}$$

#### Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

$R'_t$ : Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'_d$ : Intensidad de defecto [A]

$V'_d$ : Tensión de defecto [V]

Por lo que, en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 2.045,584 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

$K_c$ : Coeficiente

$R_o$ : Resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$ : Intensidad de defecto [A]

$V'_c$ : Tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 569,908 \text{ V}$$

#### Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

$K_p$ : coeficiente

$R_o$ : resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$ : intensidad de defecto [A]

$V'_p$ : tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V_p = 437,527 \text{ V}$$

### Duración total de la falta

Aplicando las consideraciones iniciales, la desconexión inicial tendrá una duración que seguirá la siguiente formula:

$$t' = \frac{K'}{\left[\frac{I'd}{I'a}\right]^2 - 1}$$

Sustituyendo en la formula anterior obtenemos un valor de:

$$t' = 0.023 \text{ s}$$

Dado que el reenganche debe hacerse en un tiempo inferior de 0,5 segundos, el valor total será de 0,523 segundos.

Para obtener los valores de las constantes K y n, se toman como referencia los establecidos según la MIE-RAT 13, para una duración total de la falta igual a:

La MIE-RAT 13 establece que la tensión máxima aplicable al cuerpo humano, entre mano y pies, que puede aceptarse, es la siguiente:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} \quad (1)$$

Siendo,

$V_{ca}$ ,	tensión aplicada, en voltios		
t,	duración de la falta, en segundos		
K y n,	constantes, función del tiempo		
0,9	$\geq t > 0,1$ segundos,	K = 72	y n = 1
3	$\geq t > 0,9$ segundos,	K = 78,5	y n = 0,18
5	$\geq t > 3$ segundos,	$V_{ca} = 64 \text{ V}$	
	t > 5 segundos,	$V_{ca} = 50 \text{ V}$	

$$t = 0,523 \text{ seg}$$

$$0,9 \geq t > 0,1 \text{ segundos}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right)$$

Donde:

K: Coeficiente

T: Tiempo total de duración de la falta [s]

N: Coeficiente

R<sub>o</sub>: Resistividad del terreno en [Ohm·m]

V<sub>p</sub>: tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V_p = 1.789,675 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right)$$

Donde:

K: Coeficiente

T: Tiempo total de duración de la falta [s]

N: Coeficiente

R<sub>o</sub>: Resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'<sub>o</sub>: Resistividad del hormigón en [Ohm·m]

V<sub>p(acc)</sub>: Tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V_{p(acc)} = 13.973,231 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V_p = 437,527 \text{ V} < V_{p} = 1.789,67 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro de transformación:

$$V_c = 569,908 \text{ V} < V_{p(acc)} = 13.973,231 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 2.045,584 \text{ V} < V_{bt} = 8.000 \text{ V}$$

La intensidad de defecto calculada es superior, con lo cumplimos con la condición:

$$I_{dm} > I_d$$

$$I_a = 1 \text{ A} < I_d = 333,069 \text{ A} < I_{dm} = 342,873 \text{ A}$$

### Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

### Puesta a tierra de protección:

Se conectarán a ella todos los elementos que normalmente no estén sometidos a tensión:

- Envoltentes de las celdas
- Rejilla de protección
- Carcasa del transformador
- Partes metálicas susceptibles de estar sometidas a tensión.

### Puesta a tierra de servicio:

Se conectarán a ella:

- Neutro del transformador es flotante, la configuración del centro de transformación es Dy11-y11.

## 8. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS

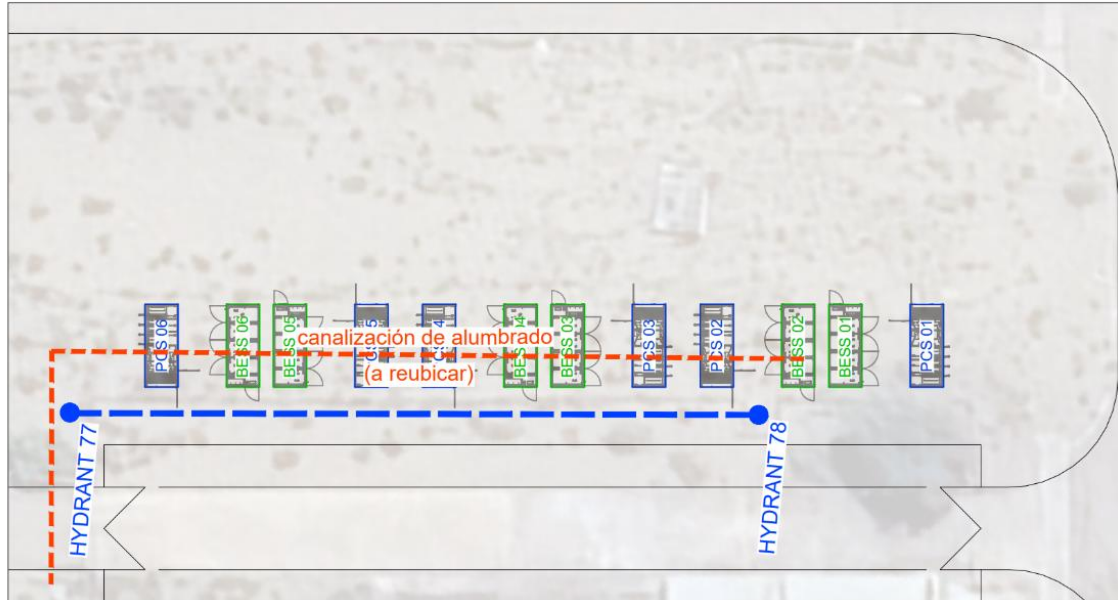


Ilustración 1: Plano de identificación de zonas.

## 9. CÁLCULOS MECÁNICOS

No procede.

## 10. CÁLCULOS DE AFORO DEL LOCAL

No procede.

# DOCUMENTO N°1 MEMORIA DESCRIPTIVA

## ANEXO 2. DOCUMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.