HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

PROYECTO TÉCNICO

TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA (CÁCERES)

A. DATOS DEL TÉCNICO PROYECTISTA

- ***Nombre*** */ NIF/ Teléfono:* **PEDRO ANTONIO LÓPEZ RODRÍGUEZ / 34778358N / 658977323**

  Dirección: **Plaza Regimiento Infantería Castilla XVI, P5-2B, 06300, Zafra (Badajoz)**

  Titulación: **Ingeniero Industrial (MECES: Nivel 3 [Máster] / EQF: Nivel 7)**
  Máster en PRL y Cumplimiento Normativo (MECES: N 3 / EQF 7)

  Colegio profesional / email: **Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Extremadura(COIIEX); Colegiado número 724 /** pedrolopez@extrepronatur.es

- ***Empresa*** */ CIF/ Teléfono:* **EXTREPRONATUR, S.L. / B06601124 / 924094049**

  Dirección / email: **Ctra. de Villafranca, s/n, 06360, Fuente del Maestre (Badajoz) /** hola@extrepronatur.es

B. DECLARACIÓN RESPONSABLE

Declaro responsablemente que:

1. Poseo las titulaciones oficiales indicadas en el apartado A.
2. Cumplo con los requisitos legales establecidos para el ejercicio de la profesión.
3. No estoy inhabilitado, ni administrativa ni judicialmente, para el ejercicio de laprofesión.
4. De acuerdo con las atribuciones profesionales de las titulaciones obtenidas y según la experiencia acreditada, tengo competencia para la redacción y firma del documento denominado: ***Proyecto Técnico para la Hibridación de Planta Solar Fotovoltaica "HIB LAS CRUCES I", mediante la incorporación de un Módulo de Almacenamiento de Baterías de Ion-Litio, en el término municipal de Plasencia (Cáceres)***, realizado a petición de la empresa **DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.** con CIF B-02.855.062.
5. Dicho proyecto cumple con los requisitos técnicos establecidos en la **normativa sectorial de aplicación** para este tipo de instalaciones eléctricas, en concreto con los establecidos en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, y en los reglamentos de calidad y seguridad industrial que le resultan de aplicación.
6. La empresa EXTREPRONATUR, S.L., encargada de la realización del proyecto y en la cual desarrollo mis tareas profesionales en exclusividad, cuenta con **seguros de responsabilidad civil profesional** con la aseguradoras ZURICH (nº de póliza 00000129137345) y BERKLEY ESPAÑA (nº de póliza 2064524), con hasta 1.600.000 € de cobertura máxima conjunta admitida por reclamación individual.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información.

El Ingeniero Industrial Autor del Proyecto Técnico

PEDRO LOPEZ RODRIGUEZ
Ingeniero Industrial

Firmado digitalmente por LOPEZ RODRIGUEZ PEDRO ANTONIO - 34778358N
Fecha: 2026.08.19 11:59:27 +02'00'

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

- **DOCUMENTO I – MEMORIA DESCRIPTIVA**
  - **DOCUMENTO I.I – ANEXOS**
- **DOCUMENTO II – PLANOS**
- **DOCUMENTO III – PLIEGO DE CONDICIONES**
- **DOCUMENTO IV – SEGURIDAD Y SALUD**
- **DOCUMENTO V – MEDICIONES Y PRESUPUESTO**
- **DOCUMENTO VI – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS**

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. ANTECEDENTES 1
1.1.1. RESUMEN DE DATOS DEL PROYECTO 1
1.1.2. MOTIVACIÓN DE LA INSTALACIÓN 2
1.1.3. TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA MEDIANTE BATERÍAS DE LITIO 8
1.1.4. CRONOLOGÍA DEL PROCESO ADMINISTRATIVO 14
1.1.5. PROCEDIMIENTOS DE AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA 15
1.2. OBJETO 16
1.2.1. SOLUCIÓN DE ACCESO Y CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE 17
1.2.2. ALCANCE DEL PROYECTO TÉCNICO 18
1.2.3. INSTALACIONES PROYECTADAS 20
1.2.4. POTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ELECTRICIDAD MEDIANTE BATERÍAS 23
1.3. AGENTES INTERVINIENTES EN EL PROYECTO 26
1.4. DATOS DE PARCELA CATASTRAL AFECTADA POR LAS INSTALACIONES PROYECTADAS 27
1.5. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS DEL PROYECTO 29
1.6. MARCO LEGAL 29
1.6.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 29
1.6.2. INSTALACIONES GENERADORAS / CONSUMIDORAS 30
1.6.3. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL 32
1.6.4. SEGURIDAD Y SALUD 32
1.6.5. MEDIO AMBIENTE 33
1.6.6. NORMAS URBANÍSTICAS 34

2. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES 35

2.1. DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES 36
2.2. SUPERFICIES CARACTERÍSTICAS 39
2.3. ACCESO A LAS INSTALACIONES 40
2.4. COORDENADAS DE INSTALACIONES PROYECTADAS 43
2.4.1. CENTRO GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA 43
2.4.2. POLIGONAL DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO 44
2.4.3. LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO 45

3. DISEÑO DE INSTALACIONES 46

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES PREVIAS DE DISEÑO 46
3.2. SOLUCIÓN PROYECTADA 47
3.3. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 49
3.4. CONTAINERS DE BATERÍAS DE ION-LITIO (ESS) 50
3.4.1. BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO 55
3.4.2. MODELOS SELECCIONADO PARA EL DISEÑO 56
3.5. INVERSORES BIDIRECCIONALES (PCS) 58
3.6. SKIDS DE ESTACIONES DE POTENCIA (PWS) 63
3.6.1. ESTACIONES DE POTENCIA (TRANSFORMACIÓN) 68
3.6.2. CELDAS DE CABINA DE SECCIONAMIENTO 69
3.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN 71
3.7.1. NIVEL 1 73

3.7.2. NIVEL 2 ..... *78*
3.7.3. RESUMEN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN *81*
3.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN INTERNA 82
3.8.1. CABLEADO RED MEDIA TENSIÓN *82*
3.8.2. PROTECCIONES RED MEDIA TENSIÓN *84*
3.8.3. ZANJAS RED MEDIA TENSIÓN *85*
3.8.4. RESUMEN DE INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN INTERNA *86*
3.9. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN 87
3.9.1. CABLEADO DE LÍNEA DE CONEXIÓN *87*
3.9.2. PROTECCIONES LÍNEAS DE CONEXIÓN *89*
3.9.3. ZANJAS DE LÍNEA DE CONEXIÓN *89*
3.9.4. CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO *91*
3.10. AMPLIACIÓN DE INSTALACIONES EN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA" 92
3.10.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL EMBARRADO DE MEDIA TENSIÓN *94*
3.10.2. CELDAS DE LÍNEA *96*
3.10.3. CELDA DE MEDIDA *97*
3.10.4. CELDAS DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO *98*
3.10.5. SALA DE CONTROL Y MEDICIÓN *100*
3.11. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 102
3.12. SERVICIOS AUXILIARES (SSAA) 104
3.12.1. INSTALACIONES DE SERVICIOS AUXILIARES *104*
3.12.2. POTENCIA PREVISTA Y SUMINISTRO DE SERVICIOS AUXILIARES *108*

4. ACTUACIONES OBRA CIVIL 111

4.1. VIALES INTERIORES Y DE ACCESO 111
4.2. ACTUACIONES SOBRE EL TERRENO 111

5. AFECCIONES A ORGANISMOS POR LA IMPLANTACIÓN DE LAS INSTALACIONES 115

5.1. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS 115
5.2. RESUMEN DE AFECCIONES 115
5.3. CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA 117
5.4. CALIFICACIÓN AMBIENTAL 119

6. SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA 121

7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 128

8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 129

9. CONCLUSIÓN 130

ANEXOS A LA MEMORIA

- **ANEXO A: CÁLCULOS ELÉCTRICOS**
- **ANEXO B: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**
- **ANEXO C: PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**
- **ANEXO D: ESTUDIO DE DESMANTELAMIENTO**
- **ANEXO E: ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**

1. INTRODUCCIÓN

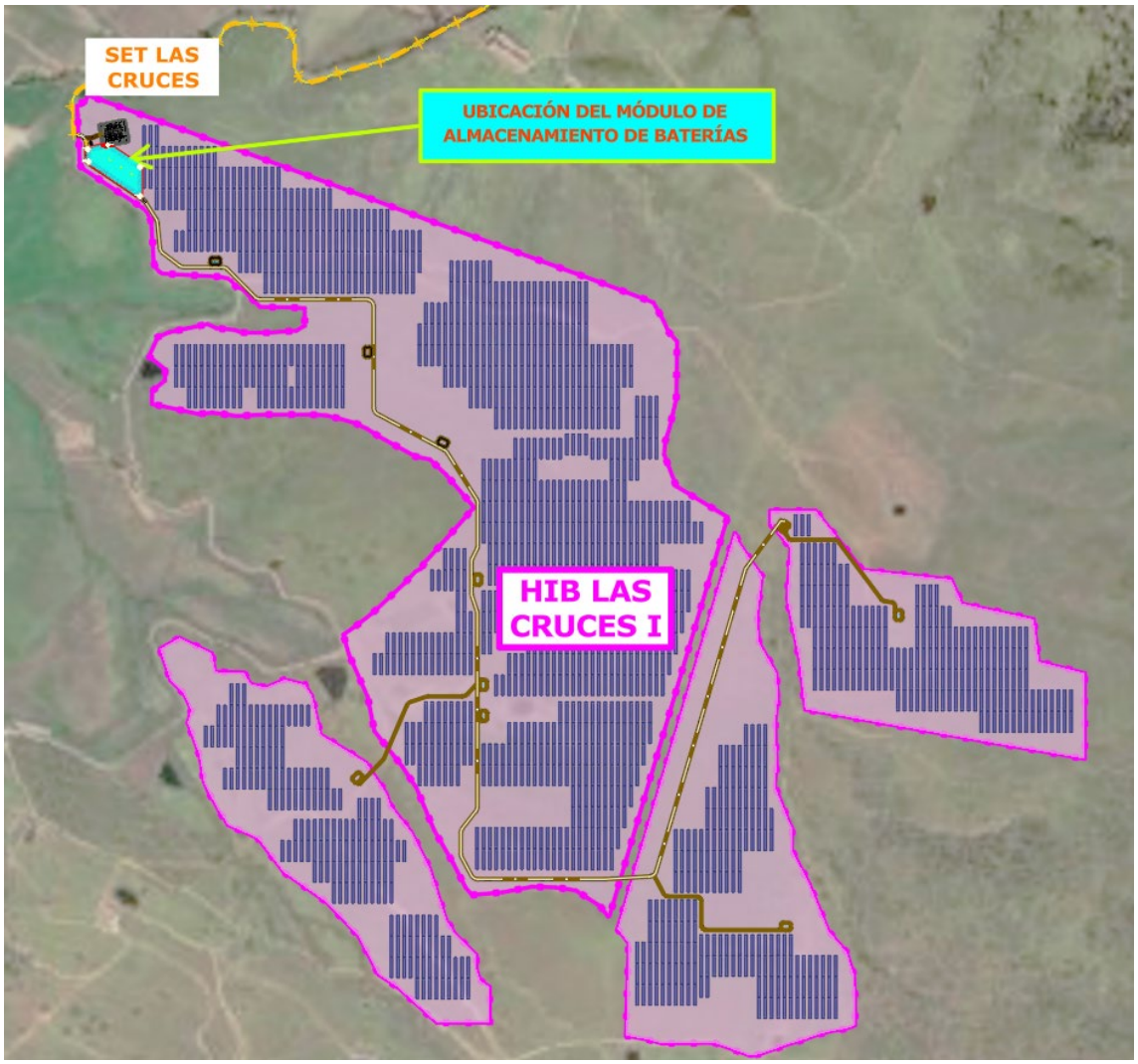
1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. RESUMEN DE DATOS DEL PROYECTO

Los datos principales del presente proyecto técnico, diseñado para poder realizar una hibridación efectiva, sobre el **Módulo de Generación Fotovoltaico** de la Planta Solar Fotovoltaica **"FV LAS CRUCES I"**, mediante la incorporación de un **Módulo de Almacenamiento de Baterías de Ion-Litio "ALM LAS CRUCES I"**, para poder formar conjuntamente la futura **Planta Solar Fotovoltaica Hibridada "HIB LAS CRUCES I"** son las siguientes:

- Tipo de Instalación Hibridada: Solar Fotovoltaica con almacenamiento mediante baterías de ion-lito
- Ubicación Planta Hibridada: Parcelas 19,24 y 25, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Ubicación Módulo Almacenamiento: Parcela 24, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Superficie vallada Planta Hibridada: 146,75 ha
- Superficie actuada Módulo de Almacenamiento: 0,51 ha
- Containers de Baterías de Ion-Litio (ESS): 35 uds
- Skids de Estaciones de Potencia (PWS): 5 uds
- Inversores bidireccionales Almacenamiento (PCS): 210 uds de 200 kVA @40°C
- Casetas de Servicios Auxiliares y Telec.: 8 uds DTS y 5 uds MTS
- Potencia instalada en inversores (@40°C): 42.000 kVA (42,00 MVA)
- Energía bruta total almacenable: 175.525 kWh (175,53 MWh)
- Potencia total de Transformadores de Servicios Auxiliares: 1.705 kVA
- Línea de Conexión del Módulo de Almacenamiento: Subterránea a 30 kV, 128 m, 3 circuitos
- Ampliación de subestación eléctrica (sala de celdas): Nuevo embarrado 30 kV con 6 celdas MT
- Ampliación de subestación eléctrica (sala de control): Armarios de control y medida
- Potencia Instalada de Planta Hibridada según RD 997/2025: 50,00 MW

Como característica principal de la instalación de almacenamiento de energía objeto del proyecto, indicar que todas las instalaciones proyectadas, incluidas las líneas eléctricas necesarias propias de los equipos de almacenamiento y también la denominada de conexión, se ubican en el **interior de uno de los vallados perimetrales de seguridad de la planta solar fotovoltaica autorizada objeto de la hibridación**, autorizado administrativamente por parte de la Junta de Extremadura dentro del **Expediente GE-M/02/24**.



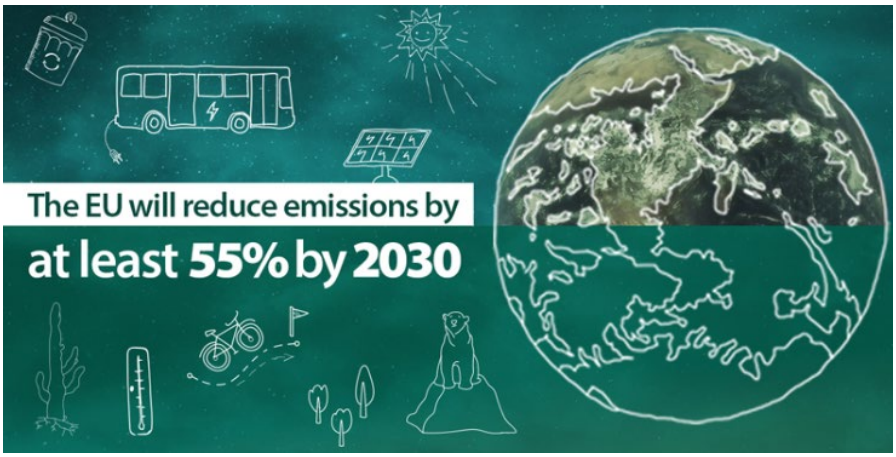
1.1.2. MOTIVACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El **almacenamiento temporal de electricidad** para su posterior vertido a la red en tramos de mayor demanda, utilizando exclusivamente como **fuente de energía la electricidad excedentaria producida por diferentes instalaciones del parque de renovables**, supone un recurso energético respetuoso con el medio ambiente, debido a que se dispone de recursos inagotables de energías renovables, a escala humana, y de suma importancia, ya que, en la actualidad se está llegando al límite de la capacidad de los ecosistemas, para absorber la contaminación producida por el hombre.

Cada kilovatio hora de electricidad, generada por una instalación renovable, evita la emisión de, aproximadamente, un kilogramo de dióxido de carbono a la atmósfera, si éste se hubiera generado en una central térmica de gas o de carbón.

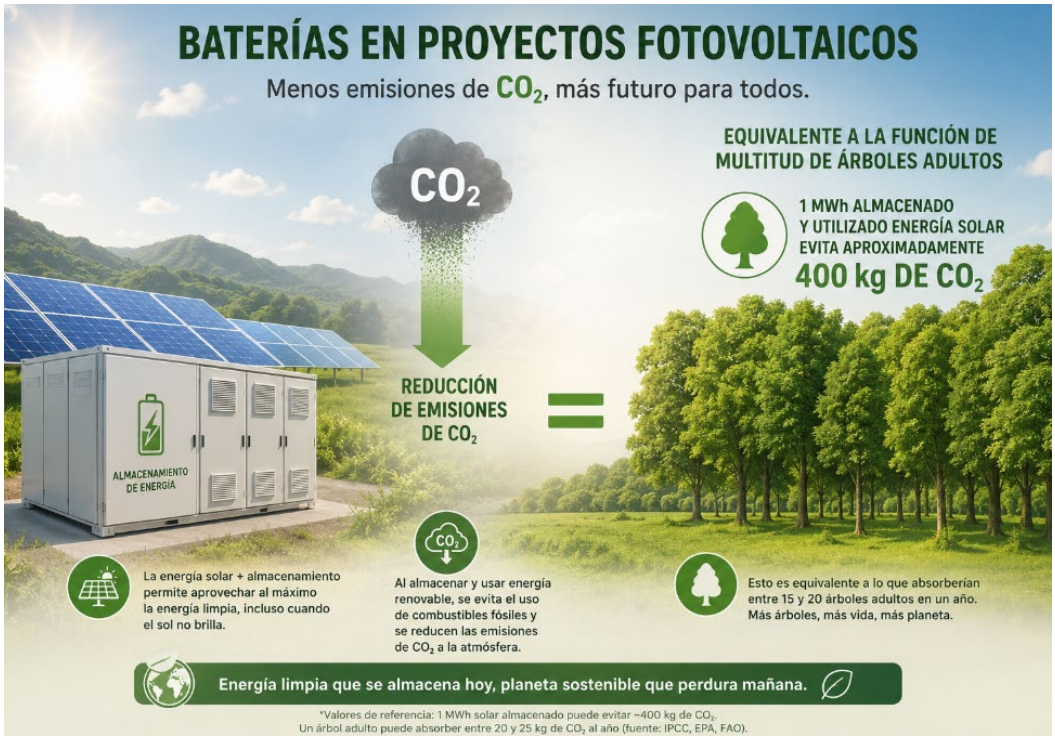
La transición hacia la **neutralidad climática** supone una profunda transformación del sistema energético, que pasará a estar alimentado, fundamentalmente, por recursos renovables. El carácter variable y estocástico de algunas de estas fuentes energéticas hace necesario contar con diversas herramientas que confieran flexibilidad al sistema.

Desde los diferentes organismos medioambientales se han puesto en marcha diversos instrumentos, tanto a nivel europeo como nacional, en respuesta al nuevo contexto del mercado de la electricidad y del aprovechamiento de recursos renovables. Así, el aumento de ambición climática a nivel europeo establece la necesidad de reforzar la autonomía estratégica, el progreso en la implementación de las medidas establecidas en El **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima: Actualización 2023-2030 (PNIEC)**, entre las que se encuentra el almacenamiento energético, como también en los avances logrados gracias a los planes anteriores todavía vigentes, cuyas estrategias y medidas han sido algunos de los factores clave que han marcado este proceso de actualización.



Para alcanzar las metas propuestas, se prevé el desarrollo del **almacenamiento energético** como una de las herramientas clave para otorgar flexibilidad al sistema eléctrico de cara a dar apoyo al crecimiento significativo de generación renovable, así como contribuir a la

gestión de las redes eléctricas, la participación de la ciudadanía en el cambio de modelo energético, y una mayor competencia e integración en el mercado eléctrico.



Las necesidades mínimas de almacenamiento para España, derivadas de los objetivos del PNIEC y de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP) 2050, se han cuantificado en esta Estrategia, pasando de los 9,3 GW disponibles en la actualidad a un valor de alrededor de 22,5 GW en 2030 y 30 GW en 2050 de potencia de almacenamiento total disponible en esos años. Esta cuantificación incluye el almacenamiento a gran escala diario y semanal, almacenamiento detrás del contador y almacenamiento estacional, según el estado actual de la tecnología.

Según el **plan actualizado PNIEC 2023-2030**, se incluyen unos objetivos coherentes con la reducción de emisiones adoptada a nivel europeo, y que se deben concretar en los siguientes resultados en 2030:

- 32% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990
- 48% de renovables sobre el uso final de la energía
- 43% de mejora de la eficiencia energética en términos de energía final
- 81% de energía renovable en la generación eléctrica
- Disponer de 19 GW de autoconsumo y 22,5 GW de almacenamiento

- Reducción de la dependencia energética hasta un 50%

En el PNIEC se refuerza la apuesta por el almacenamiento para asegurar la integración de renovables en el 'mix' eléctrico. Se establece como necesario acelerar la instalación de sistemas de almacenamiento y de gestionabilidad de la demanda, previendo disponer de 22,5 GW de almacenamiento, ascendiendo el diario y semanal a los 12,5 GW y el estacional a los 10 GW.

Parque de generación del Escenario PNIEC 2023-2030. Potencia bruta (MW)				
Años	2019	2020	2025	2030
Eólica	25.583	26.754	36.149	62.054
Solar fotovoltaica	8.306	11.004	46.501	76.277
Solar termoeléctrica	2.300	2.300	2.304	4.804
Hidráulica	14.006	14.011	14.261	14.511
Biogás	203	210	240	440
Otras renovables	0	0	25	80
Biomasa	413	609	1009	1409
Carbón	10.159	10.159	0**	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	5.446	5.276	4.068	3.784
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.660	3.660	2.847	1.830
Residuos y otros	600	609	470	342
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento*	6.413	6.413	9.289	18.913
Total	111.100	115.015	151.173	214.236

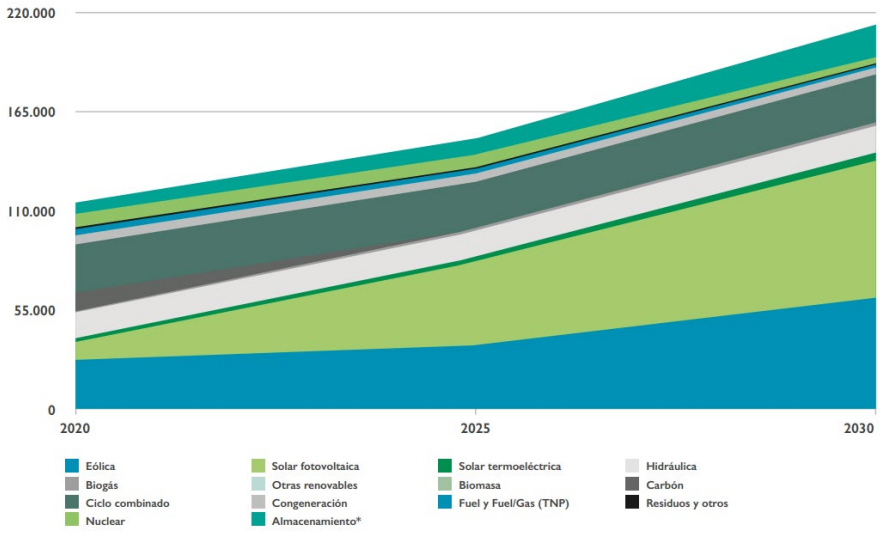
Puesto que la futura provisión de energía provendrá fundamentalmente de fuentes renovables en muchos casos intermitentes y no gestionables, el almacenamiento de energía será uno de los principales elementos que proporcione flexibilidad al sistema energético.

Con respecto a la primera edición del PNIEC 2021-2030, en la actual revisión se destaca un incremento de ambición en reducción de emisiones, pasando de una reducción del 23% respecto a 1990 a una reducción del 32%.

En el sector eléctrico, las energías renovables aportarán el 81% de la generación en 2030, frente al 74% del PNIEC anterior, con especial protagonismo del **autoconsumo**, que gracias a los cambios normativos de los últimos años y al impulso del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, alcanzará los 19 GW en 2030.

Para integrar esta cantidad de renovables en el sistema eléctrico es necesario el incremento de la presencia del almacenamiento energético hasta los 22,5 GW. Derivado de lo anterior, otra de las grandes palancas de la descarbonización de la economía será la

electrificación, que alcanzará cerca del 34% de la economía, que aumentará en casi 9 puntos porcentuales respecto a los niveles de 2019.



En resumen, la construcción de plantas de almacenamiento BESS, tanto en la modalidad de Stand Alone como formando parte de hibridaciones, permite retener energía cuando la red no acepta más inyección y devolverla cuando haya capacidad, reduciendo pérdidas por cortes y mejorando también el aprovechamiento del módulo de generación convencional en el caso de plantas hibridadas.

Las baterías también pueden aportar respuesta rápida (regulación de frecuencia, reserva primaria/secundaria, control de tensión), algo cada vez más valorado por el operador del sistema para mantener la estabilidad con mucho renovable variable. Eso convierte a la instalación híbrida en un activo más útil para la red.

Además, la hibridación permite desplazar generación solar o de otras fuentes renovables como la eólica, a las horas de mayor precio o demanda (arbitraje), reduciendo los picos de inyección por la tarde y ayudando a cubrir horas punta, sin recurrir a combustibles fósiles mediante por ejemplo los ciclos combinados.

Recientemente el Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico, así como otras normativas asociadas, han dado prioridad y seguridad jurídica al desarrollo de almacenamiento, eliminando cuellos de botella administrativos y reconociéndolo como elemento estratégico para las redes de transporte y distribución de la energía en España y por ende a nivel global.

En particular, en el nudo de la red de transporte en el que ya se encuentra integrada la instalación fotovoltaica que forma parte de la **planta hibridada en estudio**, denominado REE ZARZON 400, se cuenta con una posición de generación planificada, para conexión de instalaciones de generación y almacenamiento, en la cual se integran los permisos de acceso y conexión vigentes para la instalación de generación solar fotovoltaica que se pretende hibridar.

Por tanto y por todo lo expuesto anteriormente, resulta lógico y necesario abordar un rápido aumento de la potencia instalada del parque de almacenamiento energético, como complemento al aumento de potencia del parque de instalaciones de energía renovables, para proporcionar estabilidad y capacidad de operación al sistema eléctrico estatal, incluidas las **hibridaciones de plantas fotovoltaicas ya autorizadas mediante módulos de almacenamiento de energía mediante baterías**, como la diseñada. Siendo, por tanto, la **finalidad y motivación** de la ejecución de este proyecto el aumento de la capacidad del parque de almacenamiento del sistema estatal español en general, y de la Comunidad de Extremadura en particular. Destacar además que en todo caso se utilizarán las **mismas infraestructuras de evacuación** autorizadas, aprovechando así su utilización y mejorando la eficiencia de las mismas.

1.1.3. TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA MEDIANTE BATERÍAS DE LITIO

Las aplicaciones del almacenamiento como instalaciones de generación eléctrica son variadas, pudiendo separarse, en dos grandes grupos:

- Instalaciones aisladas de la red eléctrica de energía, de **autoconsumo**, normalmente a pequeña escala. Presentes en diferentes actividades productivas, viviendas residenciales y coches eléctricos fundamentalmente.
- Instalaciones de almacenamiento **conectadas a la red, de transporte o de distribución**, de energía eléctrica, usualmente a gran escala. Siendo los principales tipos el bombeo reversible y el almacenamiento en baterías.

Los sistemas de almacenamiento conectados a las redes eléctricas han sido objeto de un interés creciente durante los últimos años, en todos los países industrializados, aunque, actualmente, solo un porcentaje muy pequeño de la electricidad generada se almacena en instalaciones conectadas de las redes eléctricas. Siendo las instalaciones de almacenamiento aisladas de autoconsumo, de pequeño tamaño, las más implantadas en la actualidad.

Las instalaciones de almacenamiento a gran escala, conectadas a las diferentes redes eléctrica, como la analizada en este estudio, son las que pueden alcanzar una producción más elevada y también más eficiente, debido a las características implícitas de las mismas.

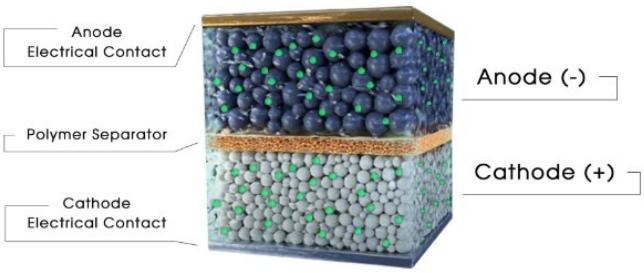
Actualmente, las formas de acumular energía y las principales tecnologías que permiten transformar y almacenar energía de manera eficiente son:

- Bombeo Hidroeléctrico Reversible: Es el sistema de almacenamiento a gran escala más eficiente en funcionamiento. Es una tecnología rentable y probada que proporciona estabilidad al sistema eléctrico y puede generar cantidades significativas de energía limpia con tiempos de respuesta rápidos.
- Instalaciones de Aire Comprimido: Estas instalaciones cuentan con un motor reversible que, durante los momentos de exceso de energía, almacena el aire ambiente a altas presiones en cubículos bajo tierra. Es un sistema de almacenamiento mecánico equiparable en capacidad al bombeo hidroeléctrico.
- Materiales Térmicos: Consiste en acumular energía en materiales que permitan retenerla y liberarla de manera controlada, a través de métodos que incluyen desde la refrigeración mediante acumulación de hielo hasta la exposición a temperaturas extremadamente elevadas.
- Supercondensadores: Es un dispositivo capaz de almacenar grandes cantidades de energía eléctrica en forma de cargas electrostáticas, por lo que no hay reacciones químicas. Los supercondensadores pueden ser cargados y descargados en cuestión de segundos, siendo así ideales para responder a necesidades de puntas de potencia o a breves interrupciones del suministro.
- Volantes de Inercia: Es un sistema de almacenamiento mecánico consistente en un disco metálico que comienza a girar cuando se le aplica un par motor para, a continuación, intentar frenar el volante con un par resistente conservando la energía eléctrica en forma cinética.
- **Baterías electroquímicas**: Es un dispositivo que almacena energía en compuestos químicos capaces de generar carga eléctrica. Existen multitud de tipos, como las pilas de plomo-ácido, las de ion de litio o las de níquel-cadmio. Las principales ventajas de las baterías son su rapidez de respuesta milisegundos, su facilidad de instalación y escalabilidad y, finalmente, los múltiples beneficios que pueden aportar a activos renovables a los que vayan asociadas.
- Pilas de Hidrógeno: Se trata de un tipo de almacenamiento químico continuo. Se diferencia de las baterías en que el hidrógeno abastece permanentemente la pila desde el exterior permitiendo su uso constante. Existen otros tipos de pilas de combustible, pero el hidrógeno es el combustible más utilizado.

En los últimos años, el sector de las energías renovables ha visto en las **baterías de ion de litio** la solución a su principal problema: el almacenamiento de la energía generada. Siendo uno de los elementos más pequeños de la tabla periódica, el litio cuenta con un elevado potencial electroquímico y puede acumular grandes cantidades de energía.

La **batería de iones de litio**, también denominada batería Li-Ion, es un dispositivo con celdas de energía conectadas en serie o en paralelo, diseñado para el almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la **reacción electroquímica** reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

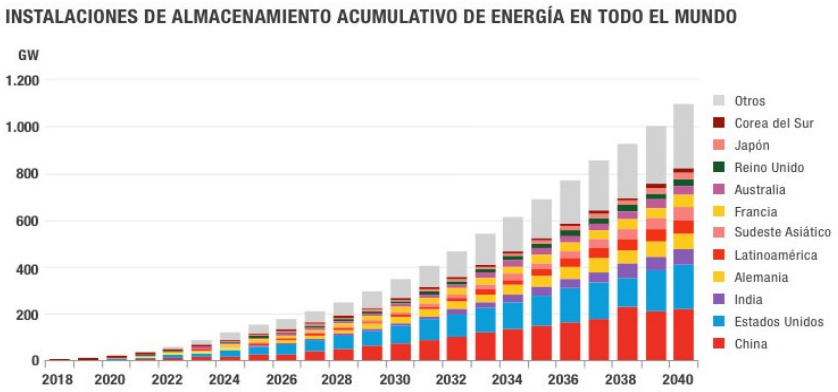
La batería de ion de litio se conforma de 4 fragmentos: ánodo, cátodo, separador y electrolito. el primero al descargarse pierde electrones y se oxida, y cuando se carga se reduce ya que gana electrones. lo opuesto sucede en el caso del cátodo.



Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, junto con el poco efecto memoria que sufren o su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido diseñar acumuladores ligeros, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo.

Dotadas de un reducido peso y una alta eficiencia, solo un escollo ha apartado hasta ahora a las baterías de litio de convertirse en la principal tecnología de almacenamiento de las renovables: su elevado coste. Según las previsiones, el coste de las baterías de ion de litio se reducirá notablemente en los próximos años más allá incluso de la reducción del 85% que se produjo entre 2010 y 2018. En concreto se pronostica una reducción a la mitad de los costes de las baterías de ion de litio por kW/h para 2030, a medida que la demanda despega en dos mercados diferentes: almacenamiento estacionario y vehículos eléctricos.

Esto propiciará que las instalaciones de almacenamiento de energía a nivel mundial se multipliquen exponencialmente, desde unos modestos 9 GW / 17 GWh (autoconsumo / utility) implementados a partir de 2018 hasta los 1.095 GW / 2.850 GWh previstos para 2040.



Las instalaciones de almacenamiento mediante baterías de litio serán el estándar de la industria en los años venideros. Comúnmente nombradas como **BESS** (de Battery Energy Storage System), se define las plantas de baterías como un sistema de almacenamiento de energía que utiliza baterías para almacenar y distribuir la energía en forma de electricidad.

En un sentido básico, un BESS es un sistema de baterías que permite almacenar la energía para usarla en otro momento. Estos tipos de baterías son mucho más flexibles y eficientes que otros tipos de sistemas de almacenamiento. Cuando estas instalaciones se asocian directamente a una planta de generación existente, por ejemplo, fotovoltaica o eólica, se hablarán entonces de una **hibridación de la planta de generación existente**.

Dentro de las baterías de litio, recientemente se ha empezado a incrementar el uso de la tecnología mediante cátodo mediante fosfato de hierro-litio ($LiFePO_4$), mediante pequeñas láminas de dicho material. Estas baterías, comúnmente denominadas como **baterías de litio LFP o baterías de litio-ferrofosfato** presentan una serie de ventajas para el uso que se le pretende dar en la instalación en estudio.

En concreto, este tipo de tecnología de baterías de litio LPF presentan una densidad energética algo menor que las tradicionales usadas hasta ahora, cuyo es cátodo de óxido de litio cobalto ($LiCoO_2$), pero, en contraprestación, ofrecen una **mayor durabilidad, mayor potencia y son inherentemente más seguras**, ya que las reacciones presentan una mayor estabilidad química y térmica. Además, presentan una mayor profundidad de carga-descarga en condiciones óptimas de operación. Finalmente, la utilización de ferrofosfato en lugar de cobalto, además de evitar un mayor coste de adquisición del propio cobalto, evita la posibilidad de provocar riesgos medioambientales por un desecho inadecuado del producto.

Además, se están desarrollando también nuevos materiales para los ánodos de las baterías de litio, alternativos al grafito, como son el silicio, fósforo negro o incluso nanocompuestos, con un rendimiento mayor al actual y con ventajas adicionales.

La acumulación de energía eléctrica para un posterior aprovechamiento, mediante el uso de baterías, presenta como principales ventajas las siguientes:

- Pequeña huella de implantación
- Desarrollo tecnológico
- Fiabilidad de equipos
- Operatividad
- Facilidad de instalación
- Posibilidad de instalación en zonas cercanas a núcleos de población
- Fuente de energía renovable
- Modularidad y Escalabilidad
- Vida útil elevada de las instalaciones
- Costes por mantenimiento reducidos

- Emisiones de ruidos pequeñas
- Ausencia de emisiones nocivas o gases polucionantes

En la actualidad, la tecnología de almacenamiento mediante baterías sigue optimizando su diseño y reduciendo los costes de instalación, operación y mantenimiento, atisbándose una constante penetrabilidad del sector en el mercado de la energía, en los años venideros.

Además, los beneficios colaterales, que origina la conexión a la red estatal, de instalaciones de almacenamiento a gran escala, pueden repercutirse beneficios sociales y beneficios medioambientales al entorno de la instalación, además de los además de los propiamente económicos de la actividad.

Entre los **beneficios sociales** se puede destacar la repercusión positiva en la zona de intervención, de las consecuencias directas e indirectas provenientes de la futura inversión prevista, así como también mencionar los beneficios de la adecuada imagen asociada a la ejecución de este tipo de instalaciones, en comparación con las alternativas altamente contaminantes.

Desde la perspectiva de los **beneficios medioambientales**, se puede destacar la reducción de las emisiones de CO_2, principal causante del efecto invernadero, así como otros gases perniciosos para el medio ambiente como son los NOx o el SO_2, causantes de la lluvia ácida.

Cabe destacar finalmente, que la mayor parte de los elementos y equipos empleados durante la ejecución de la presente instalación, serán fácilmente recuperables y reciclables al final de su vida útil.

1.1.4. CRONOLOGÍA DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L. es la empresa promotora de la Planta Solar Fotovoltaica Hibridad con Baterías de Almacenamiento **"HIB LAS CRUCES I"**, proyectada para su futura implantación en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres, cuya conexión con la Red de Transporte debe realizarse en la futura subestación **ZARZÓN 400 kV**, de nueva planificación estratégica de la Red Eléctrica de Transporte.

En lo que respecta al proceso administrativo, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Extremadura es el órgano sustantivo encargado de tramitar las instalaciones de generación fotovoltaicas, mediante el expediente **GE-M/02/24**. Esta misma administración se observa como la encargada de la tramitación del módulo de almacenamiento proyectado, dentro del mismo expediente indicado, como una ampliación del mismo.

Destacar que el módulo de almacenamiento utilizará el mismo permiso de acceso y conexión a la red de Transporte, actualizado evidentemente, de la planta de generación fotovoltaica, mediante el código de proceso **GENT-13750-22**.

En lo que respecta a las autorizaciones ambientales, el Módulo de Generación Solar Fotovoltaico, actualmente se cuenta con la RESOLUCIÓN de 3 de abril de 2026, de la Dirección General de Sostenibilidad, por la que se formula **declaración de impacto ambiental** del proyecto de instalación solar fotovoltaica "LAS CRUCES I", a realizar en el término municipal de Plasencia (Cáceres). **Expte.: IA26/0079**.

Destacar adicionalmente que se cuenta con el preceptivo **acuerdo de promotores**, para realizar un diseño conjunto de las Infraestructuras Comunes de Evacuación (ICE), que también serán utilizadas por la presente instalación fotovoltaica en su conexión final. Dichas instalaciones de uso común serán diseñadas de manera que se pueda evacuar al menos la potencia total de todo el contingente de generación aprobada en este nudo, esto es, 1.142 MVA.

Las Infraestructuras Comunes de Evacuación (ICE) forman parte del expediente administrativo GE-M/35/23, tramitadas por la sociedad Cañonera Solar, S.L.

1.1.5. PROCEDIMIENTOS DE AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

En el artículo 1 del 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, se establece el régimen de autorización correspondiente a todas las instalaciones eléctricas competencia de la Administración General del Estado y el procedimiento de inscripción en los distintos registros administrativos previstos en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

La instalación objeto del proyecto necesitará las siguientes autorizaciones administrativas establecidas en el artículo 115.1 del Real Decreto referido anteriormente.

a) Autorización administrativa previa (AAP), que se refiere al anteproyecto de la instalación como documento técnico que se tramitará, en su caso, conjuntamente con el estudio de impacto ambiental. Asimismo, en los casos en los que resulte necesario, permitirá la iniciación de los trámites correspondientes para la ocupación del dominio público marítimo-terrestre.

b) Autorización administrativa de construcción (AAC), que se refiere al proyecto concreto de la instalación y permite a su titular la construcción o establecimiento de la misma.

d) Autorización de explotación (AE), que permite, una vez ejecutado el proyecto, poner en tensión las instalaciones y proceder a su explotación comercial.

Mediante la presentación de un proyecto técnico anterior, en el cual no estaban definidas correctamente las Infraestructuras de Conexión finalmente acordadas entre los promotores y que por tanto queda sustituido por el presente proyecto, se obtuvo dentro del plazo establecido el hito número 1, en relación a la admisión a trámite de la autorización administrativa previa de las instalaciones.

Por todo lo comentado, para la autorización administrativa completa de las instalaciones en estudio se necesitará de **Autorización Administrativa Previa (AAP)**, Autorización **Administrativa de Construcción (AAC)** y Autorización de Explotación (AE), pudiendo conseguirse las dos primeras autorizaciones de manera simultánea, por parte del organismo territorial sustantivo comentado en el apartado anterior.

En relación a los procedimientos administrativos de autorización de las instalaciones en estudio, en primer lugar, según lo establecido en el artículo 111 del Real Decreto 1955/2000, habrá que tener en cuenta que la instalación en estudio **afecta solamente a la Comunidad Autónoma de Extremadura**, no cumpliéndose ningún punto de los establecidos en el artículo de aplicación de la normativa estatal.

Será por tanto de aplicación la **normativa autonómica** específica para este tipo de instalaciones de generación, basada en la normativa estatal referida anteriormente, y en concreto la establecida en la Circular de **PROCEDIMIENTO DE AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS, Revisión 9, de fecha 07/03/2022.**

Por todo lo comentado, para la autorización administrativa completa de las instalaciones en estudio se necesitará de **Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Autorización de Explotación**, solicitando las dos primeras autorizaciones de manera simultánea.

De manera intermedia, una vez concedidas las autorizaciones previa y de construcción, se deberá solicitar la Licencia de Obra (LO), en el municipio afectado de Plasencia, en la provincia de Cáceres; y conjuntamente con la solicitud de autorización de explotación, deberá solicitarse también la Licencia Municipal de Actividad (LM).

1.2. OBJETO

El objeto del presente **PROYECTO TÉCNICO** es el describir y definir las características técnicas generales y específicas de las instalaciones para la **HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA (CÁCERES),** para documentar convenientemente la solicitud de una serie de **AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS** previas que la legislación relativa observa como necesarias a obtener, previamente a la ejecución de las instalaciones del módulo de almacenamiento de baterías, para hibridación del proyecto fotovoltaico "FV LAS CRUCES I", ya autorizado administrativamente de manera previa y constructiva mediante el expediente GE-M/02/24.

1.2.1. SOLUCIÓN DE ACCESO Y CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE

El **nudo de conexión a la red de transporte** establecido, para la evacuación y también para el suministro, de la energía almacenable en el módulo de almacenamiento proyectado, será el mismo sobre el que se cuenta con los permisos de acceso y conexión de la planta fotovoltaica que se hibrida, el ubicado en la **subestación eléctrica de la Red de Transporte "ZARZON 400"**, propiedad de la compañía **RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (REE)**, con un punto de conexión (frontera) establecido en una posición de generación y almacenamiento existente.

Las coordenadas de este **punto de conexión (frontera)** situado en la subestación de REE, en el término municipal de Pozuelo de Zarzón, en la posición de generación planificada, se reflejan en la siguiente tabla:

COORDENADAS CARTESIANAS DEL PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE EN EL NUDO DESTINO		
HUSO ETRS 89 UTM 29NORTE		
REFERENCIA	Coordenada X	Coordenada Y
PC	723.707	4.432.300

No se solicita en ningún caso la actualización de las infraestructuras de evacuación, propias ni compartidas, a excepción de la incorporación de un nuevo embarrado de 30 kV para el módulo de almacenamiento dentro de la subestación eléctrica propia, para conectar ambos módulos de la instalación en la misma infraestructura de evacuación, formado por un total de 6 celdas, con equipos de medida fiscal para el módulo de almacenamiento, y compartiendo en todo caso a partir del mismo transformador 45/50 MVA autorizado para la planta solar fotovoltaica, las mismas líneas e instalaciones de alta tensión, propias y compartidas, previstas, hasta su conexión final con la red de transporte.

En relación al diseño del módulo de almacenamiento mediante baterías proyectado, las **potencias instaladas** y la **capacidad de almacenamiento** para la instalación serán las siguientes:

- Potencia instalada de **carga de baterías**: **42,00 MW**
- Potencia instalada de **descarga de baterías**: **42,00 MW**
- Capacidad bruta del módulo de almacenamiento: **175,53 MWh**

Adicionalmente, para determinar las **potencias máximas de consumo y generación de electricidad del módulo de almacenamiento de manera individual**, desde y hacia la red de transporte, en el mismo punto de conexión para generación vigente, se tomarán, la misma

potencia máxima de generación autorizada para la planta solar fotovoltaica y el mismo valor para la potencia máxima de consumo del nuevo módulo de almacenamiento. En concreto, se tendrán los siguientes valores:

- Potencia máxima de **generación para módulo de almacenamiento**: **42,00 MW**
- Potencia máxima de **consumo para módulo de almacenamiento**: **42,00 MW**

Por lo tanto, según estas condiciones principales de acceso y conexión a la red comentadas, se han diseñado convenientemente las instalaciones para la hibridación de la planta solar fotovoltaica, pasando a denominarse como "HIB LAS CRUCES I", mediante la incorporación de un módulo de almacenamiento de baterías de litio, utilizando sin modificar las actuales instalaciones de conexión a la red de transporte para la evacuación, individuales o conjuntas de todas las instalaciones que utilizan actualmente o utilizarán en un futuro, la misma posición del nudo.

1.2.2. ALCANCE DEL PROYECTO TÉCNICO

El contenido y alcance del proyecto en su conjunto, incluyendo las modificaciones planteadas, estará de acuerdo con lo dispuesto en la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, para informar a la Administración sobre las características de las instalaciones a fin de obtener las correspondientes autorizaciones, según el alcance de los estudios detallados en el mismo.

Además, el desarrollo del PROYECTO justificará el cumplimiento de los requisitos técnicos que están recogidos en la normativa sectorial de aplicación; en particular con los establecidos en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para **baja tensión** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 52; en 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, aprobado por el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo; en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en **líneas eléctricas de alta tensión** y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

Para todo ello, y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 123 del 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, la **solicitud de autorización administrativa** se acompañará un anteproyecto de la instalación, que deberá contener:

A) Memoria en la que se consignen las especificaciones siguientes:

a) Ubicación de la instalación o, cuando se trate de líneas de transporte o distribución de energía eléctrica, origen, recorrido y fin de la misma.

b) Objeto de la instalación.

c) Características principales de la misma.

B) Planos de la instalación a escala mínima 1: 50.000.

C) Presupuesto estimado de la misma.

D) Separata para las Administraciones públicas, organismos y, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general con bienes o servicios a su cargo afectadas por la instalación.

E) Los demás datos que la Administración encargada de tramitar el expediente estime oportuno reclamar.

En relación a la aprobación del proyecto de ejecución, según se establece en el artículo 130 del Real Decreto 1955/2000:

El peticionario o el titular de la autorización presentará ante el área o, en su caso, dependencia de Industria y Energía de las Delegaciones o Subdelegaciones del Gobierno de las provincias donde radique la instalación, la correspondiente solicitud dirigida a la Dirección General de Política Energética y Minas, con los requisitos señalados en el artículo 70 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, junto con el proyecto de ejecución elaborado conforme a los Reglamentos técnicos en la materia.

Con respecto a las instalaciones que requieran de Declaración en concreto de Utilidad Pública, según se establece en el artículo 143 RD 1955/2000, se acompañará a la solicitud de un documento técnico y anejo de afecciones del proyecto que contenga al menos la siguiente documentación:

a) Memoria justificativa y características técnicas de la instalación.

b) Plano de situación general, a escala mínima 1 : 50.000.

c) Planos de perfil y planta, con identificación de fincas según proyecto y situación de apoyos y vuelo, en su caso.

d) Relación de las distintas Administraciones públicas afectadas, cuando la instalación pueda afectar a bienes de dominio, uso o servicio público o patrimoniales del Estado, Comunidad Autónoma y Corporaciones locales, o a obras y servicios atribuidos a sus respectivas competencias.

e) Relación concreta e individualizada, en la que se describan, en todos sus aspectos, material y jurídico, los bienes o derechos que considere de necesaria expropiación, ya sea ésta del pleno dominio de terrenos y/o de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

Partiendo de esos requisitos previos, se ha elaborado el presente **proyecto técnico, con un considerado alcance constructivo**, en el cual se abordan los aspectos solicitados para las diferentes autorizaciones establecidas y los aspectos de interés que el técnico redactor estima necesarios de informar adicionalmente, para una correcta interpretación de las características particulares del proyecto.

Se elaborarán igualmente **separatas específicas** para todos los organismos que se entiendan como afectados, de manera que la administración competente para la tramitación del expediente pueda remitir las separatas del proyecto, a las distintas Administraciones, Organismos o Empresas de servicio público o privadas afectadas, con bienes y derechos a su cargo, al objeto de que establezcan el condicionado técnico procedente, en el plazo de treinta días establecido, si así lo estiman conveniente.

1.2.3. INSTALACIONES PROYECTADAS

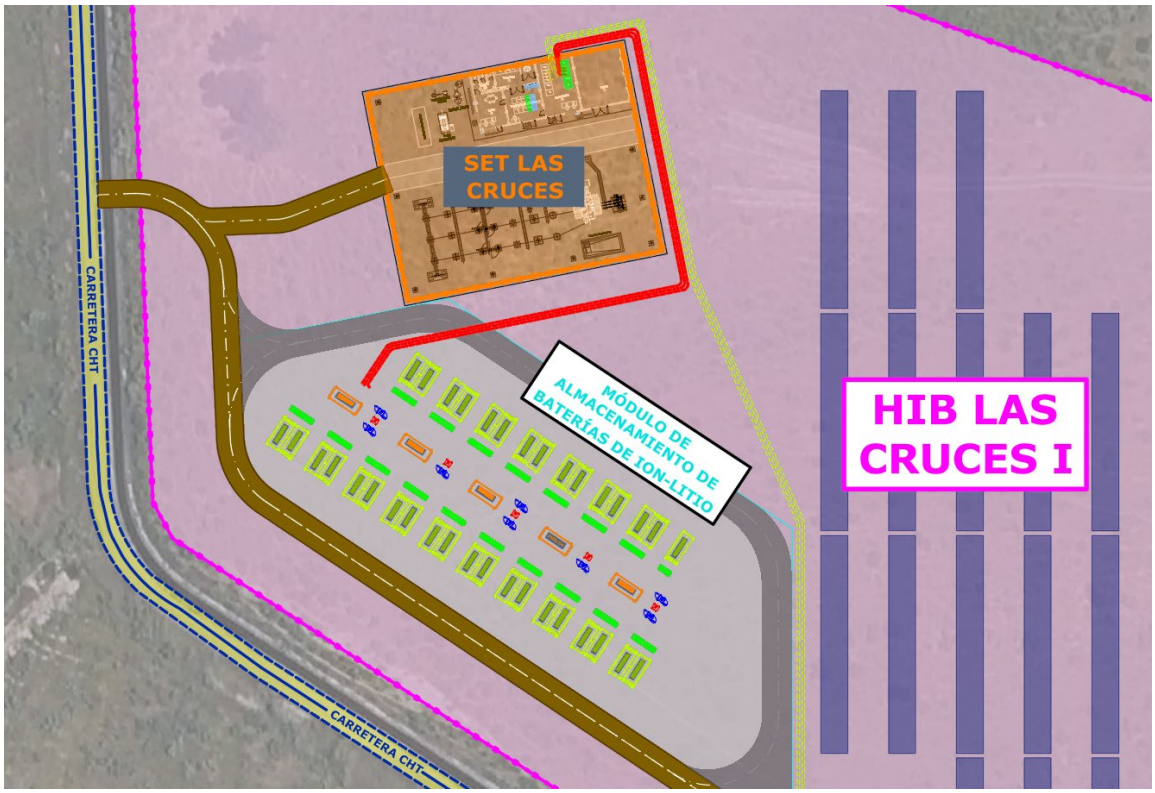
El presente Proyecto Técnico determina la definición de las características técnicas de ejecución de las futuras obras para la **hibridación de la planta solar fotovoltaica "HIB LAS CRUCES I", mediante la incorporación de un módulo de Baterías de Litio, en el Término Municipal de Plasencia.** Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas instalaciones e infraestructuras, así como la puesta en servicio de las mismas.

En resumen, el **módulo de almacenamiento** a incorporar denominado **"ALM LAS CRUCES I",** abarca la implantación de los equipos de almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías de ion-litio y sus conexiones eléctricas entre equipos de baja y media tensión, en una zona de actuación situada en el interior del vallado de la propia planta fotovoltaica **(ALM**),

una Línea Subterránea de Conexión en Media Tensión del módulo de almacenamiento con la subestación eléctrica de la planta **(LSMT)** y la ampliación de dicha subestación eléctrica mediante la incorporación de un nuevo embarrado de 30 kV , que contará con 6 celdas en configuración y de los equipos de control y operación necesarios para operar los nuevos equipos de almacenamiento **(SET)**. Este módulo de almacenamiento, junto con el módulo de generación fotovoltaico autorizado **(FV)**, formarán la futura planta solar fotovoltaica hibridada **(HIB)**.

Por tanto, según el diseño de las instalaciones necesarias para la hibridación de la planta solar fotovoltaica ***"HIB LAS CRUCES I"***, se abordará en el presente documento la definición exclusiva de los siguientes elementos proyectados:

- **INSTALACIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS DE ION-LITIO *"ALM LAS CRUCES I"*, de 42,00 MW [Instalados] / 175,53 MWh [Capacidad]**
- **LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO, de 30 kV, 3 circuitos y 128 m**
- **AMPLIACIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA "SET LAS CRUCES", con un nuevo embarrado 6 celdas de 30 kV y equipos de control.**



Además de las instalaciones mencionadas y contempladas en el proyecto, para la conexión con la Red de Transporte se utilizarán las mismas **infraestructuras de evacuación propias y comunes,** previstas a utilizar por la planta solar fotovoltaica que se pretende hibridar mediante el módulo de almacenamiento. En concreto, las siguientes **infraestructuras propias**:

- SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRANSFORMADORA "SET LAS CRUCES", de 132/30 kV – 45/50 MVA
- LÍNEA DE CONEXIÓN AÉREA DE ALTA TENSIÓN "LAAT LAS CRUCES – PROMOTORES ZARZÓN", de 132 kV y 21,65 km
- PARTE PRIVATIVA DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COLECTORA "SEC PROMOTORES ZARZÓN", de 400/132 kV – 45/50 MVA

, y las siguientes **infraestructuras comunes**:

- PARTE COMÚN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COLECTORA "SEC PROMOTORES ZARZÓN" de 400 kV
- LÍNEA DE ENLACE AÉREA DE ALTA TENSIÓN "LAAT PROMOTORES ZARZÓN - ZARZÓN" de 400 kV y 0,46 km
- POSICIÓN DE GENERACIÓN EN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA RED DE TRANSPORTE DE REE SE "ZARZÓN 400", de 400 kV

Las Infraestructuras Comunes de Evacuación utilizadas son tramitadas por la sociedad Cañonera Solar, S.L. bajo el número de expediente **GE-M/35/23**. El expediente de la planta solar fotovoltaica autorizada termina en la posición de transformación privativa de la Subestación Eléctrica Colectora de Promotores.

Recalcar nuevamente que **no será necesario realizar ningún tipo de modificación en las infraestructuras de evacuación autorizadas**, a excepción de la ampliación interior de la subestación eléctrica propia, contando en su interior con un nuevo embarrado con 6 celdas seccionadas y nuevos equipos de control y medida para el módulo de almacenamiento proyectado.

Puede consultarse la ubicación de todos los elementos comentados, en los planos anexos que acompañan a este documento.

Por tanto, el presente proyecto recoge la documentación necesaria para acompañar el procedimiento de **SOLICITUD CONJUNTA DE AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS PREVIA (AAP) Y DE CONSTRUCCIÓN (AAC),** , según las directrices mencionadas en las Secciones 1ª y 2ª del Capítulos II, del Título VII del 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 y teniendo también en cuenta los procedimientos específicos de la normativa autonómica de la Comunidad de Andalucía, de autorizaciones para instalaciones de almacenamiento, para **HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA (CÁCERES),** dentro del mismo expediente administrativo **GE-M/02/24** y utilizando el vigente permiso de acceso y conexión al nudo de red de transporte en la subestación existente "**SE REE ZARZÓN 400"**, perteneciente a la compañía **RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE), S.A.U** para la instalación **"FV LAS CRUCES I"** con código de proceso **GETN-13750-22.**

1.2.4. POTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ELECTRICIDAD MEDIANTE BATERÍAS

Para determinar la potencia instalada individual de los módulos y conjunta de la planta hibridada, se tendrá en consideración lo establecido en la **Artículo 5 del Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre**, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico:

Artículo 5. Definición de potencia instalada a efectos de autorización administrativa:

1. Con carácter general, la potencia instalada de un módulo de generación de electricidad será la potencia activa máxima que puede alcanzar dicho módulo y vendrá determinada por la menor de las potencias instaladas del grupo motor, turbina, alternador, panel fotovoltaico, transformador, inversor o convertidor instalados en serie que integren el módulo. La potencia instalada de cada uno de los elementos antes señalados será la máxima de las especificadas en las placas de características.

Cuando el módulo esté configurado por varios motores o varias turbinas o varios alternadores o varios paneles fotovoltaicos o varios transformadores o varios inversores o varios convertidores conectados en paralelo, deberán sumarse las potencias especificadas en las placas de características de aquellos elementos que se encuentren en paralelo. Una vez sumadas se aplicará la definición del párrafo anterior. En el caso de que las potencias no se indiquen en potencia activa se aplicará un factor de potencia igual a la unidad, y en todo caso, para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

2.En el caso de paneles fotovoltaicos bifaciales, la potencia instalada del panel será 1,15 veces la potencia de la cara frontal medida en condiciones estándar.

*3. La potencia instalada de un **módulo de almacenamiento electroquímico**, será la menor de entre las siguientes:*

a) La suma de las potencias activas máximas unitarias de las celdas de las baterías que configuran dicho módulo.
b) La potencia activa máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los inversores que configuran dicho módulo.

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

4. La potencia instalada de una instalación será la menor entre:

a) La suma de la potencia instalada de cada uno de los módulos de generación de electricidad y de los módulos de almacenamiento electroquímico que la componen. Cuando uno o varios de los módulos de generación de electricidad y/o uno o varios de los módulos de almacenamiento electroquímico que integren la instalación se conecten a través de un mismo inversor o conjunto de inversores comunes, la potencia instalada de dicho conjunto de módulos será la menor de las siguientes:

1.º La suma de la potencia instalada de dichos módulos conectados al mismo inversor o conjunto de inversores comunes.
2.º La suma de la potencia instalada de sus inversores comunes.

Del mismo modo, cuando uno o varios de los módulos de generación de electricidad y/o uno o varios de los módulos de almacenamiento electroquímico que integren la instalación se conecten a la red a través de un mismo transformador de potencia o del mismo conjunto de transformadores de potencia, la potencia instalada de dicho conjunto de módulos será la menor de las siguientes:

1.º La suma de la potencia instalada de dichos módulos.
2.º La suma de la potencia instalada de sus inversores comunes.
3.º La potencia activa máxima del transformador de potencia. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

b) La potencia activa máxima del transformador común de la instalación, o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas del conjunto de transformadores comunes conectados en paralelo. Se entenderá que un transformador es común de la instalación o, en su caso, que varios transformadores conectados en paralelo son comunes de la misma cuando la evacuación de la energía eléctrica generada por la instalación se realiza a través de dicho transformador o conjunto de transformadores en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

La potencia máxima de un inversor o de un convertidor será la máxima potencia activa que este es capaz de producir en régimen permanente. No se tendrán en cuenta a estos efectos las limitaciones de potencia activa que puedan aplicarse al inversor o convertidor mediante firmware u otros sistemas de control programables/modulables.

En todo caso, cuando aplicando lo anterior resulten distintos valores de potencia máxima del inversor o convertidor en función del rango o valor de temperatura a la que este opere, se tomará como potencia máxima el valor del mismo a 40 °C, salvo que las especificaciones del fabricante no proporcionen valores de potencia máxima a esa temperatura, en cuyo caso se tomará como potencia máxima el valor que resulte conocido a la temperatura inmediatamente inferior a la anteriormente señalada.

No obstante, en los casos en los que la limitación de potencia activa haya sido realizada por el fabricante del inversor, convertidor o aerogenerador y se disponga de un documento firmado por este que acredite dicha limitación identificando el inversor, convertidor o aerogenerador con el modelo, fabricante y proyecto asignado o número de serie, la potencia máxima del inversor, convertidor o aerogenerador será la que figure en dicho documento.

Para la instalación proyectada, se da la casuística específica que **no se comparte equipos inversores comunes** por el módulo de parque eléctrico (fotovoltaico) y por el módulo de almacenamiento proyectado (baterías) que forman la instalación hibridada. Por el contrario, sí que se da la circunstancia de que se cuenta con **transformador común**, de potencia 45/50 MVA, de uso compartido con para la conexión a la red de transporte de los dos módulos de la hibridación proyectada.

Por tanto, según estas circunstancias específicas, para el cálculo de la potencia total instalada en la futura planta hibridada tendremos que recurrir a la menor entre el transformador

común comentado anteriormente y la suma de las potencias instaladas en los diferentes módulos que componen la hibridación.

Para el **módulo de almacenamiento** proyectado, la potencia de inversores, siendo esta suma de las potencias a la temperatura de trabajo de 40°C, será de **42,00 MW**. Esta potencia es ligeramente inferior a la instalada en inversores para el módulo fotovoltaico de 49,80 MW, a la temperatura de trabajo de 40°C. Por ello, la suma de potencias de ambos módulos es de 91,80 MW. Además, la potencia máxima del transformador común para ambos módulos de las instalación hibridada es de 50 MW.

Por tanto, la potencia total instalada de la futura planta hibridada diseñada en el proyecto será la menor entre la suma de los módulos y la del transformador común de ambos, siendo por tanto de **50,00 MW**.

En resumen, la instalación eléctrica hibridada contará con los siguientes datos generales acerca de potencias instaladas y capacidades de operación:

CUADRO RESUMEN DE DATOS TÉCNICOS DE INSTALACIÓN HIBRIDADA		
Potencia instalada en inversores del módulo de generación Fotovoltaico @40°C	49,80	MVA
Potencia pico instalada en módulos fotovoltaicos bifaciales del módulo de generación FV	**70,18**	MWp
Potencia instalada en inversores del módulo de Almacenamiento @40°C	**42,00**	MVA
Capacidad bruta almacenable en baterías del módulo de ion-litio para almacenamiento	**175,53**	MWh
Suma de potencias Instaladas en ambos módulos de la instalación (FV+ALM)	**91,80**	MW
Potencia del Transformador Común para ambos Módulos (FV+ALM) de la Instalación Hibridada	**50,00**	MW
Potencia Total Instalada en la planta Hibridada (FV+ALM) (Según RD 997/2025)	**50,00**	MW
Potencia nominal de Generación Otorgada en el Punto de Conexión (POI)	**42,00**	MWn
Potencia nominal de Consumo Solicitada en el Punto de Conexión (POI)	**42,00**	MWn

Nótese que, al NO ser la potencia total instalada superior a 50 MW, según se establece en el artículo 35 de **Competencias Administrativas**, del 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, la autorización administrativa de la instalación NO corresponderá a la Administración General del Estado, sino a la **Administración Autonómica responsable**, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Extremadura.

1.3. AGENTES INTERVINIENTES EN EL PROYECTO

Los agentes intervinientes en este proyecto se recogen en la siguiente tabla:

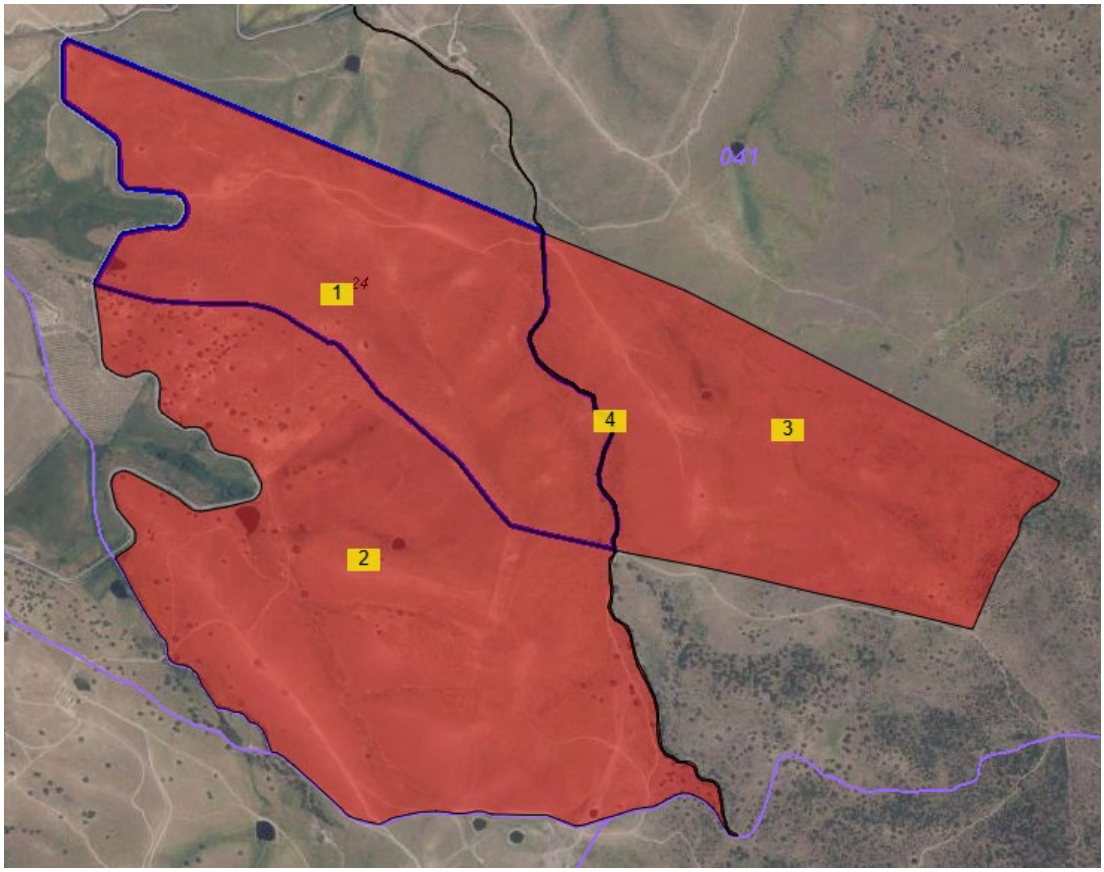
PROMOTOR	**DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.** **B-02.855.062** Ronda del Pilar, 5 – Piso 3, 06002, Badajoz
REPRESENTANTE PROMOTOR	**RAUL GARCÍA MÉNDEZ** **80.054.075-E**
CONTACTO PROMOTOR	**FILIP POPESCU** **686 787 709** fpopescu@alterenersun.com
AUTOR DEL PROYECTO	**PEDRO ANTONIO LÓPEZ RODRÍGUEZ** **34.778.358-N** Ingeniero Industrial Col. 724 COIIEX 658977323 / pedrolopez@extrepronatur.es
EMPRESA CONSULTORA	**EXTREPRONATUR, S.L.** **B-06.601.124** 924094049 / hola@extrepronatur.es Ctra. De Villafranca de los Barros, s/n, 06360, Fuente del Maestre (BADAJOZ)
UBICACIÓN DE INSTALACIÓN HIBRIDADA	➢ PARCELAS 19, 24, 25 y 9016, POLÍGONO 41 T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES) ➢ CENTRO GEOMÉTRICO (REFERENCIA) ETRS89 - UTM29: *X = 741.043,323 ; Y = 4.434.372,718*
UBICACIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS	➢ PARCELA 24 POLÍGONO 41, T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES) ➢ Interior del **recinto vallado A1** de la instalación hibridada.

La zona de actuación para la implantación del módulo de almacenamiento mediante baterías de litio se encuentra **dentro de uno de los recintos vallados de la planta solar fotovoltaica autorizada**, no modificándose dicho vallado y por tanto manteniéndose la **misma ubicación global** que la anterior para la instalación hibridada.

1.4. DATOS DE PARCELA CATASTRAL AFECTADA POR LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

Las parcelas ocupadas por la implantación hibridada en estudio se sitúan en suelo no urbanizable de tipología general **suelo rústico**, de titularidad privada, respetando la servidumbre a diferentes elementos protegidos interiores y circundantes de las mismas. No obstante, algunas parcelas de titularidad pública (caminos y cauces principalmente), podrán sufrir algún tipo de afección por la proximidad de la futura instalación o por el trazado y cruzamiento de líneas subterráneas internas de media tensión, los cuales, en el caso que se produzcan, deberán ser autorizados convenientemente por el organismo sustantivo afectado. En concreto, se afecta una parcela de dominio público correspondiente a un cauce cartografiado.

En total, para la implantación de los recintos fotovoltaicos y de la subestación eléctrica transformadora de la propia planta, se contará con **3 parcelas privadas** seleccionadas en el término municipal de **Plasencia**, en la provincia de Cáceres. Para todas estas parcelas se cuenta con contratos con **derechos de superficie** con los propietarios de las mismas.



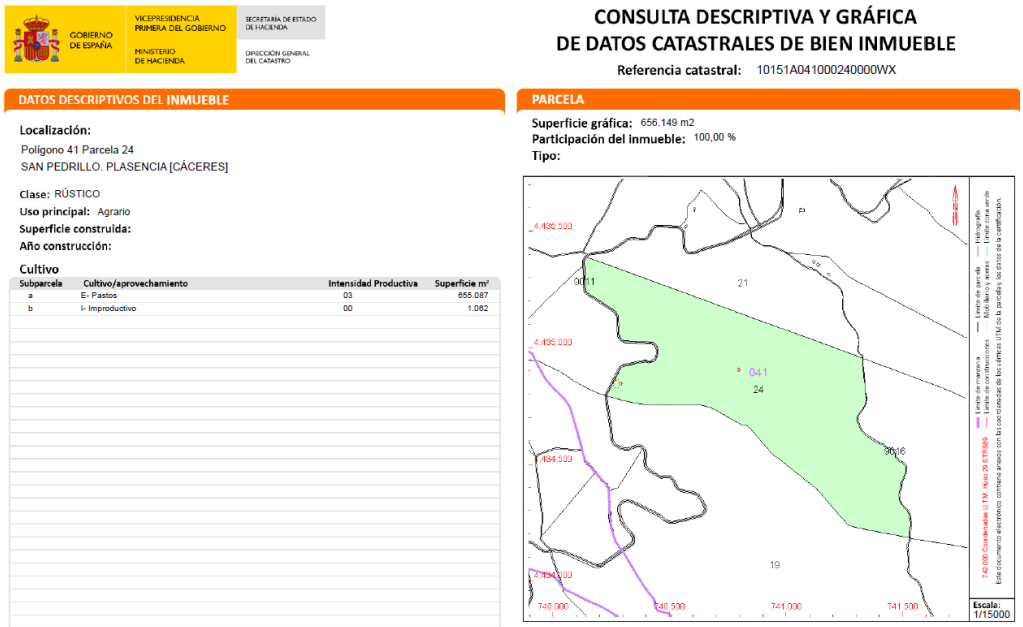
Estas **3 parcelas ocupadas privadas**, tanto por los recintos fotovoltaicos (Recintos A1, A2, B y C) como por la subestación eléctrica (SET) de la propia instalación, tienen como uso principal el agropecuario. Además, por la ubicación del **camino interior de accesos a los equipos y la zanja subterránea de conexión** de un circuito de media tensión interno de la planta, entre el recinto A2 y el recinto C, se producirá la **ocupación de una cuarta parcela de dominio público**, en concreto de un arroyo perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Se indican las referencias y superficies catastrales en la siguiente tabla:

- **TABLA DE PARCELAS CATASTRALES OCUPADAS POR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA**

PARCELAS CATASTRALES OCUPADAS POR LA INSTALACIÓN HIBRIDADA						
#	**TÉRMINO MUNICIPAL**	**PARAJE**	**REFERENCIA CATASTRAL**	**POLÍGONO**	**PARCELA**	**SUPERFICIE (m^2)**
1	Plasencia	San Pedrillo	10151A041000240000WX	41	24	656.149
2	Plasencia	Aldeanueva	10151A041000190000WR	41	19	1.080.566
3	Plasencia	Casa del Manco	10151A041000250000WI	41	25	629.437
4	Plasencia	Arroyo Pajares de San Pedro	10151A041090160000WX	41	9016	9.956

El módulo de almacenamiento de baterías y el resto de instalaciones eléctricas proyectadas se encuentran únicamente en una de las parcelas listadas, en concreto en la #1, parcela 24 del polígono 41 del T.M. de Plasencia, en la provincia de Cáceres, en concreto la mostrada en la siguiente ficha catastral.


GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA PRIMERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO DE HACIENDA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE
Referencia catastral: 10151A041000240000WX

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 41 Parcela 24
SAN PEDRILLO. PLASENCIA [CÁCERES]

Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida:
Año construcción:

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	E- Pastos	03	655.087
b	I- Improductivo	00	1.062

PARCELA

Superficie gráfica: 656.149 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:

1.5. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Según se recomienda en la norma UNE 157001:2002, y así también se constata por el técnico proyectista que suscribe el presente proyecto, el orden de prioridad de los diferentes documentos básicos del proyecto, en el caso de que exista discrepancia entre los mismos, será el siguiente (ordenados de mayor a menor prioridad):

- Planos
- Memoria
- Pliego de Condiciones
- Seguridad y Salud
- Anexos a la Memoria
- Mediciones y Presupuesto

1.6. MARCO LEGAL

Para la realización del proyecto, se ha tenido en cuenta, entre otras, la normativas, instrucciones y especificaciones, que a continuación se relaciona.

1.6.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 1110/2007 Reglamento Unificado de Puntos de Medida de Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico.
- Real Decreto-ley 7/2026, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Plan Integral de Respuesta a la Crisis en Oriente Medio.

- Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito de la energía, en la aplicación del régimen retributivo a las instalaciones de cogeneración y se reduce temporalmente el tipo del Impuesto sobre el Valor Añadido aplicable a las entregas, importaciones y adquisiciones intracomunitarias de determinados combustibles
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Reglamento (UE) 2016/1388 de la Comisión, de 17 de agosto de 2016, por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos

1.6.2. INSTALACIONES GENERADORAS / CONSUMIDORAS

- 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.
- Resolución de 18 de diciembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se establecen los criterios para participar en los servicios de ajuste del sistema y se aprueban determinados procedimientos de pruebas y procedimientos de operación para su adaptación al Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania.
- Real Decreto-ley 20/2022, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad.
- Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre, por el que se adoptan medidas para afrontar las consecuencias económicas y sociales derivadas de los conflictos en Ucrania y Oriente Próximo, así como para paliar los efectos de la sequía.
- Reglamento (UE) 2016/631 DE LA COMISIÓN de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631 v2.1
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Especificaciones particulares para instalaciones de clientes en AT. MT 2.00.03, Edición 04 de Mayo de 2019. I-DE Grupo Iberdrola.
- Especificaciones particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión. MT 2.03.20, Edición 11 de Mayo de 2019. I-DE Grupo Iberdrola.
- Especificaciones particulares para instalaciones de enlace. MT 2.80.12, Edición 05 de Mayo de 2019. I-DE Grupo Iberdrola.
- Normas UNE de aplicación.

1.6.3. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL

- Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento. UNE -EN 1991-1-4:2018
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Normas UNE de aplicación.

1.6.4. SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y todas las actualizaciones que le afectan.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de riesgos laborales y todas las actualizaciones que le afectan.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales y todas las actualizaciones que le afectan.

- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas y todas las actualizaciones que le afectan.
- 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.
- Normas UNE de aplicación.

1.6.5. MEDIO AMBIENTE

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Real Decreto Ley 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- DECRETO 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ley 2/2008, de 16 de junio, de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Extremadura y sus normas de desarrollo.
- Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan Normas de Carácter Técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura.

- Resolución de 14 de julio de 2014, de la Dirección General de Medio Ambiente, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Extremadura y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

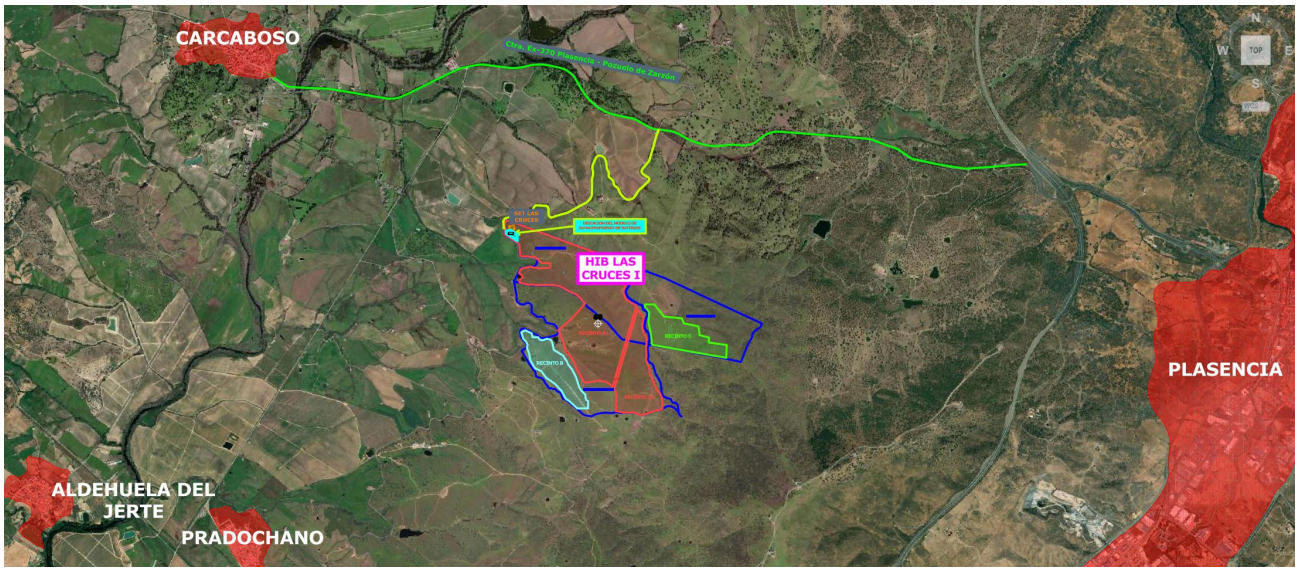
1.6.6. NORMAS URBANÍSTICAS

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de Ordenación Territorial y Urbanística Sostenible de Extremadura (LOTUS).
- Decreto 143/2021, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley De ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura (RGLOTUS).
- Plan General Municipal de Plasencia (PGM)
- Plan Territorial Riberos del Tajo - Plasencia (en tramitación)

2. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La implantación de las instalaciones eléctricas necesarias la para hibridación de la planta solar fotovoltaica **"HIB LAS CRUCES I"**, se localiza exclusivamente en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

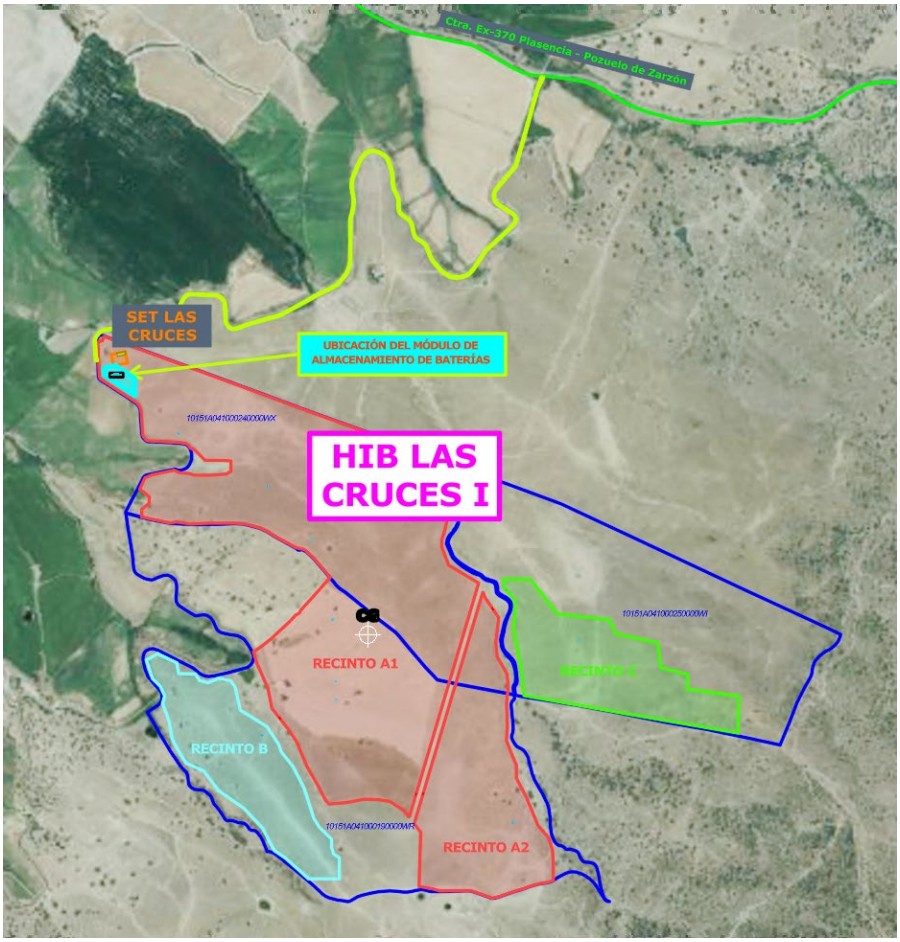
Esta implantación abarca las instalaciones de un módulo de almacenamiento mediante baterías de litio, así como las instalaciones necesarias para la conexión de estas instalaciones proyectadas con el módulo de generación de la planta solar fotovoltaica y sus infraestructuras de evacuación ya autorizadas. Todos los equipos e instalaciones proyectados se encontrarán ubicados en el interior de la planta solar fotovoltaica objeto de la hibridación, cuyos recintos vallados se encuentran definidos y localizados todos ellos en diferentes parcelas catastrales, del término municipal de Plasencia.



En particular, la zona de actuación se encuentra entre los núcleos urbanos de los municipios de Plasencia y Carcaboso, a aproximadamente 6,2 km del primero y unos 2,7 km del segundo, siendo el acceso desde la carretera EX-370 que une ambas localidades.

La implantación del campo solar del módulo fotovoltaico a hibridar está compuesta por 4 recintos fotovoltaicos definidos, denominados de oeste a este y norte sur como Recinto A1, Recinto A2, Recinto B y Recinto C. Estos **cuatro** recintos fotovoltaicos son los que componen igualmente la ahora denominada "HIB LAS CRUCES I", no realizándose ninguna variación del vallado perimetral ya autorizado para la planta solar fotovoltaica.

El módulo de almacenamiento diseñado se encuentra cercano a la subestación eléctrica propia "SET LAS CRUCES", al noroeste la implantación global, en un extremo del recinto vallado A1 cercano al punto de entrada principal a las instalaciones.



2.1. DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES

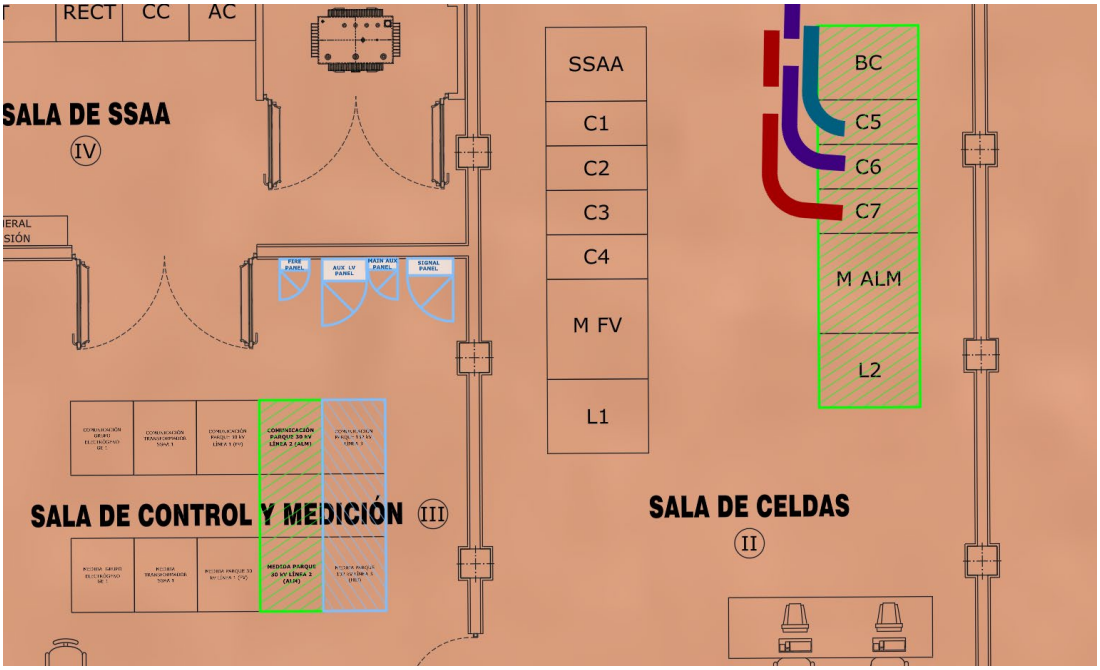
El proyecto de la Instalación Eléctrica Hibridada **"HIB LAS CRUCES I"** abarca las instalaciones necesarias a incluir en el interior de una planta solar fotovoltaica, para la hibridación de la misma, mediante la incorporación de un **módulo de almacenamiento** de baterías de litio, incluyendo equipos principales y secundarios, redes eléctricas internas del módulo de baterías de baja y media tensión y también la línea eléctrica de conexión que permitirá mediante la instalación de un nuevo embarrado en la subestación eléctrica, el funcionamiento conjunto y coordinado de la planta una vez hibridada. Esta línea de conexión será de tipología subterránea y, al igual que todos los elementos proyectados, se ubicarán en el interior del recinto vallado de seguridad autorizado.

En resumen, la instalación de almacenamiento estará formada por los **equipos principales** del sistema de almacenamiento de electricidad, como son los containers de baterías de litio y los skids de los centros de transformación asociados. Además, se instalarán las redes eléctricas internas de baja y media tensión, que conectarán dichos equipos principales, ya sea en instalación externa o interna a los propios equipos. También se dispondrá de la instalación eléctrica de puesta a tierra de todos los elementos eléctricos, con el dimensionamiento adecuado para su funcionamiento, así como redes complementarias de suministro de servicios auxiliares y telecomunicaciones.

En la zona de actuación, además de los equipos y materiales eléctricos, se implantará una **instalación de protección contra incendios** exclusiva para el módulo de almacenamiento pero también conectada con el sistema general de protección de la planta hibridada.

La **línea eléctrica subterránea de conexión en media tensión** conectará el módulo de almacenamiento con un nuevo embarrado a instalar en la sala de celdas de la subestación , que a su vez se seccionará en la posición de transformación autorizada, para el módulo de generación fotovoltaico, para poder hacer efectiva la hibridación. Esta línea tendrá 3 circuitos eléctricos que partirán conjuntamente desde la zona de equipos de almacenamiento, hasta tres celdas de línea situadas en el interior de la subestación eléctrica. A estas tres celdas se le unirán

otras tres celdas diferentes, de protecciones y medida, haciendo un total de **6 celdas de media tensión** para el nuevo embarrado proyectado.



Se contará con medidas fiscales individualizadas para los dos módulos, fotovoltaico y de almacenamiento, por separado y para la instalación final hibridada.

Además, se instalarán en la subestación algunos equipos nuevos de control del módulo de almacenamiento y se ampliarán otros cuadros ya previstos para el módulo de generación fotovoltaico.

Estos son todos los elementos que forman parte del proyecto.

2.2. SUPERFICIES CARACTERÍSTICAS

En relación a las superficies características del módulo de almacenamiento proyectado, se presentan en este apartado las superficies resultantes de las diferentes zonas diseñadas necesarias para la implantación de las instalaciones.

En primer lugar, se muestran las superficies de los equipos necesarios para la realización de la actividad, que se consideran como las superficies de implantación de la planta.

RELACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO			
EQUIPOS	**UNIDADES**	**SUPERFICIE (m^2)**	**TOTAL (m^2)**
Estación de potencia [PWS] (HUAWEI JUPITER 9000K-H0 o similar)	5	14,77	73,85
Container de baterías de Ion-Litio [ESS] (HUAWEI LUNA 2000-5015-2S o similar)	35	14,77	516,93
Inversor de almacenamiento [PCS] (HUAWEI LUNA 2000-200KTL-H1 o similar)	210	-	-
Base para montaje de rack de inversores [RACK] (HUAWEI LUNA PCS 2000HA o similar)	35	2,14	74,97
Caseta de transformador de SSAA [DTS] (HUAWEI DTS-200K-D0 o similar)	8	1,08	8,64
Caseta de distribución de telecomunicaciones y UPS [MTS] (HUAWEI MTS9000A o similar)	5	0,73	3,67
TOTAL (m^2)			**678,05 m^2**

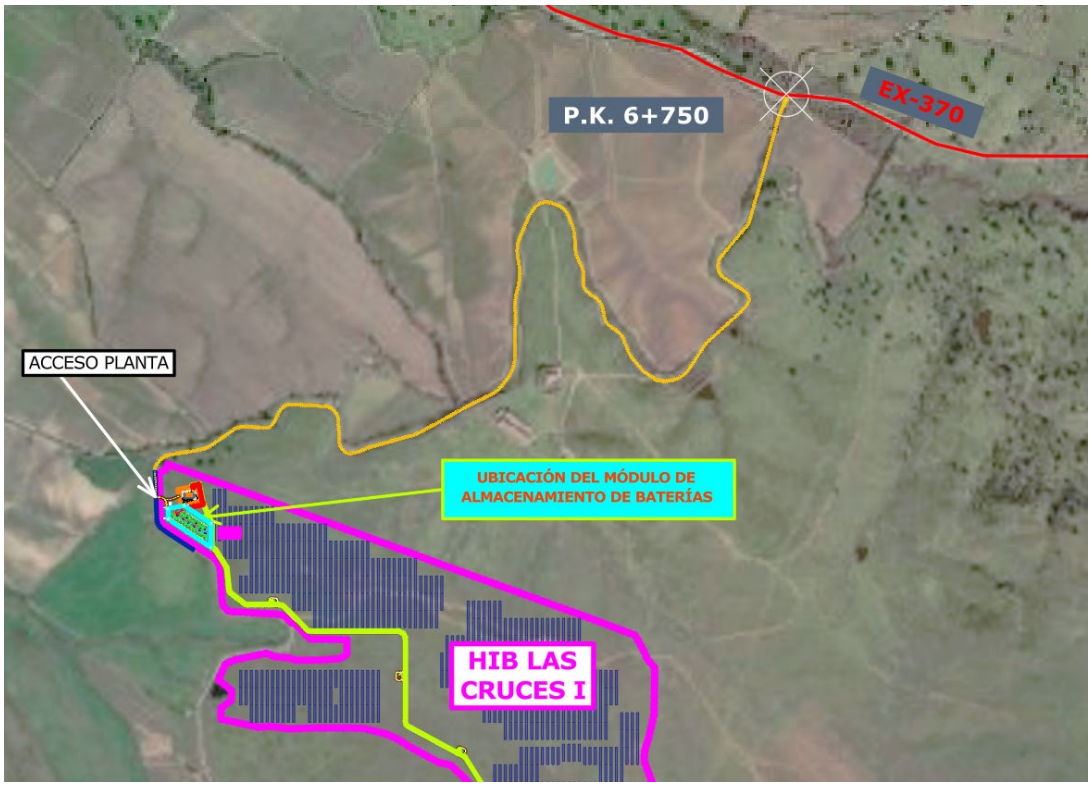
En lo que respecta a la zona de actuación y su superficie sobre el total de las parcelas afectadas, se tendrán los siguientes datos para la implantación proyectada.

RELACIÓN DE SUPERFICIES AFECTADAS		
ELEMENTO	**SUPERFICIE (m^2)**	**PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL**
SUPERFICIE CATASTRAL DE PARCELAS DE IMPLANTACIÓN DE PLANTA SOLAR FV HIBRIDADA	**2.376.108,00**	100,00%
SUPERFICIE TOTAL OCUPADA POR INSTALACIÓN HIBRIDADA (TOTAL VALLADOS)	**1.467.457,82**	61,76%
SUPERFICIE DE EXPLANACIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO (ACTUADA)	**5.138,69**	0,22%
SUPERFICIE DE ZONA DE TRABAJO PAVIMENTADA (EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO)	**4.155,30**	0,17%
SUPERFICIE DE TRABAJO TEMPORAL PARA CONSTRUCCIÓN (ACOPIO Y CAMPA)	**1.802,67**	0,08%
SUPERFICIE DE IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS (PROYECCIÓN HORIZONTAL)	**678,05**	0,03%
SUPERFICIE DE CAMINO PERIMETRAL DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	**1.003,38**	0,04%
SUPERFICIE AFECTADA POR CIMENTACIÓN DE EQUIPOS	**213,60**	0,01%

En lo que respecta a la línea subterránea de conexión del módulo de almacenamiento, se ejecutará mediante una zanja de 130 cm de anchura y 128 metros lineales, por lo que la superficie ocupada por la línea será de **166,40 m^2**. Se ocupará unicamente suelo del interior del recinto vallado de seguridad en el cual se instalan el resto de equipos eléctricos.

2.3. ACCESO A LAS INSTALACIONES

El acceso a las instalaciones proyectadas se realizará desde el mismo punto ya autorizado para las obras de construcción y para la fase de funcionamiento de la planta solar fotovoltaica que se pretende hibridar. En concreto, en el P.K. 6+750 de la carretera EX-370, margen izquierda de la vía en sentido creciente kilométrico en dirección a Pozuelo de Zarzón desde Plasencia.



Cuando se alcanza dicho punto kilométrico, se ha de tomar el acceso que se encuentra a la izquierda de la vía si se circula en dirección a Pozuelo de Zarzón y a la derecha si se circula en dirección Plasencia. Puede realizarse la maniobra de incorporación en **ambos sentidos de la circulación**, puesto que la carretera cuenta con línea discontinua para realizar el cruzamiento del carril contrario si es necesario.

La necesaria adecuación de la plataforma de acceso desde la carretera autonómica EX-370, ya se encuentra consensuada en su fase previa básica, con el organismo autonómico de carreteras responsable, el Servicio Territorial de Cáceres de la Dirección General de Infraestructuras Viarias de la Consejería de Infraestructuras, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura.

Desde este punto de acceso se accede al camino de servicio del canal de la margen izquierda del río Jerte (M.I.R.J.), propiedad de la Confederación Hidrográfica del Tajo, por el cual se ha de continuar durante unos **2,90 km** aproximadamente.

Finalmente, para acceder a las instalaciones proyectadas, se realizar el cruzamiento del canal, a través del badén existe sobre el canal de riego, que se muestra a continuación.

Se realizará un estudio de la capacidad portante de este puente-badén, que servirá como servicio principal a la instalación global hibridada, pudiendo ser necesario adecuarlo para soportar un tránsito de vehículos pesados.

Las coordenadas de ubicación de los puntos comentados en este apartado, tanto del acceso desde carretera (AC1) como el punto de acceso final a las instalaciones (A1), se muestran en la siguiente tabla final.

COORDENADAS CARTESIANAS DE LOS PUNTOS DE ACCESO A LA INSTALACIÓN HIBRIDADA		
HUSO ETRS 89 UTM 29N		
REFERENCIA	**Coordenada X**	**Coordenada Y**
AC1 (Ctra. EX-370)	739.775,051	4.436.839,799
A1 (Recinto A1)	740.139,291	4.435.300,815

2.4. COORDENADAS DE INSTALACIONES PROYECTADAS

Para el diseño del **módulo de almacenamiento** se ha considerado una única superficie de ocupación definida por una poligonal, en una zona despejada sin uso en el interior del recinto vallado de la planta fotovoltaica, en la cual se han distribuido los equipos principales que conforman la instalación de almacenamiento mediante baterías de litio y el resto de instalaciones secundarias: eléctricas y auxiliares.

Por tanto, dentro de la poligonal definida para la actuación, además de los equipos básicos de la instalación, containers de baterías y skids de centros de transformación, también se ubicarán las zanjas de las líneas eléctricas subterráneas internas de baja y media tensión de la instalación de almacenamiento y el resto de instalaciones auxiliares, incluyendo la instalación de protección contra incendios, con el depósito de acumulación de agua en superficie.

Desde tres centros de transformación partirá la **línea subterránea de conexión en media tensión de tres circuitos**, que finalizará en la sala de celdas de la subestación eléctrica, en un nuevo embarrado también dentro del alcance del proyecto.

2.4.1. CENTRO GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA

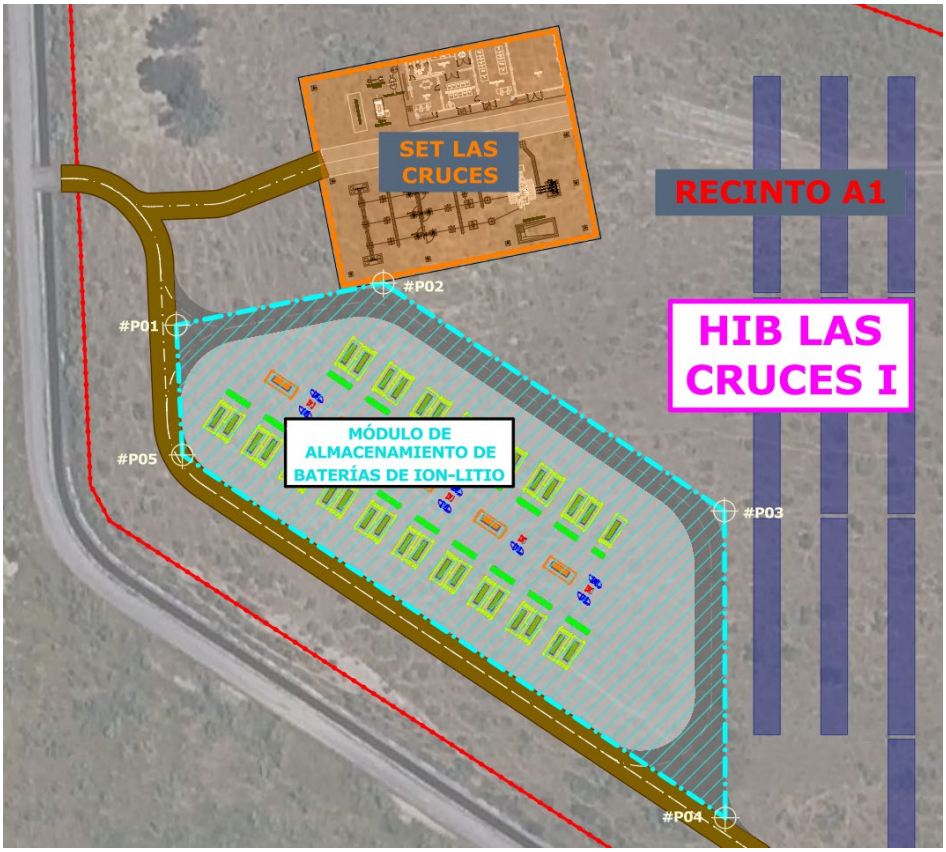
El centro geométrico de la instalación **"HIB LAS CRUCES I"** referido en coordenadas UTM de situación, se muestran en planos anexos. En particular, las coordenadas de dicho punto son las siguientes:

COORDENADAS CARTESIANAS GLOBALES DEL PUNTO DE CENTRO GEOMÉTRICO DE LA PLANTA SOLAR HIBRIDADA		
HUSO ETRS 89 UTM 29NORTE		
REFERENCIA	Coordenada X	Coordenada Y
CG	741.043,323	4.434.372,718

Este punto se corresponde con el centroide de los vallados autorizados, por lo que, al no cambiar dicho vallado, **el centro geométrico de la instalación hibridada se mantiene inalterado con respecto al centro geométrico de la planta solar fotovoltaica.**

2.4.2. POLIGONAL DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

La poligonal ocupada por el módulo de almacenamiento se encuentra en el interior del recinto A1 de la planta solar fotovoltaica autorizada.

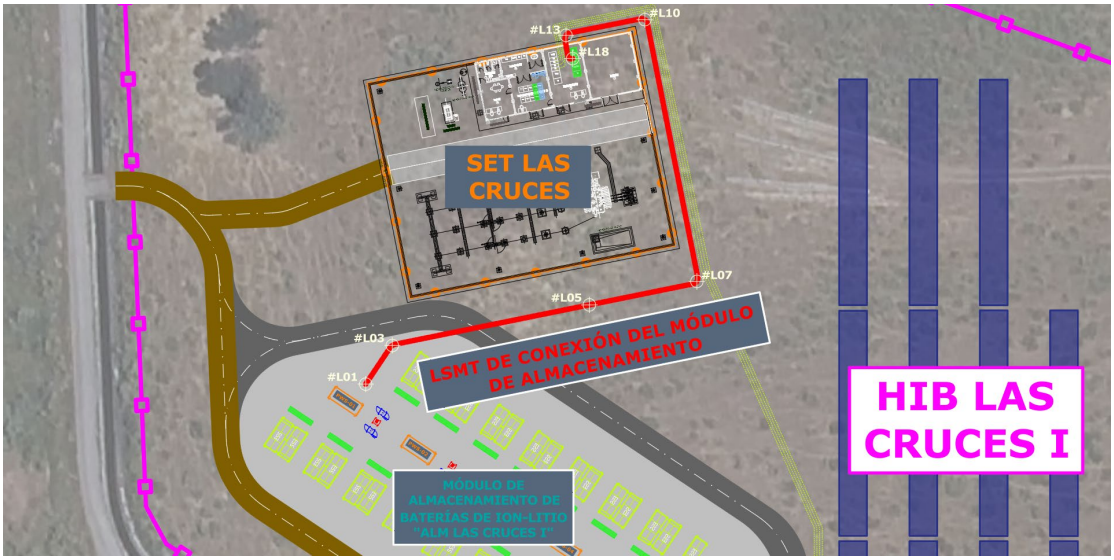


La posición de esta poligonal, georreferenciada, se muestran en los planos anexos. En particular, las coordenadas, referidas en coordenadas UTM de situación, de los vértices que define dicha poligonal son los siguientes:

COORDENADAS POLIGONALES DE LA SUPERFICIE OCUPADA POR EL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO		
HUSO ETRS 89 UTM 29 NORTE		
REFERENCIA	Coordenada X	Coordenada Y
P01	740.157,628	4.435.273,603
P02	740.196,093	4.435.281,397
P03	740.259,441	4.435.239,063
P04	740.259,601	4.435.182,073
P05	740.158,742	4.435.249,474

2.4.3. LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

La línea de conexión del módulo de almacenamiento conectará la red de media tensión interna del sistema de baterías proyectado, con la sala de celdas de la subestación eléctrica. Se ejecutará esta línea mediante una instalación subterránea de tres circuitos, con los conductores situados en el fondo de una zanja eléctrica normalizada.



La posición de esta polilínea que refleja el punto central del trazado, georreferenciada, se muestran en los planos anexos. En particular, las coordenadas, referidas en coordenadas UTM de situación, de los vértices de cambios de dirección que define esta línea son los siguientes:

COORDENADAS LINEALES DE LA LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO		
HUSO ETRS 89 UTM 29 NORTE		
#	Coordenada X	Coordenada Y
ALM LAS CRUCES I		
L01	740.180,710	4.435.265,601
L02	740.185,024	4.435.272,056
L03	740.185,436	4.435.272,468
L04	740.185,973	4.435.272,693
L05	740.220,461	4.435.279,681
L06	740.238,938	4.435.283,424
L07	740.239,572	4.435.283,850
L08	740.239,720	4.435.284,599
L09	740.230,755	4.435.329,742
L10	740.230,330	4.435.330,378
L11	740.229,579	4.435.330,527
L12	740.216,933	4.435.328,003
L13	740.216,305	4.435.327,590
L14	740.216,142	4.435.326,857
L15	740.216,649	4.435.323,836
L16	740.216,843	4.435.323,518
L17	740.217,202	4.435.323,422
L18	740.217,762	4.435.323,490
SALA DE CELDAS SET LAS CRUCES		

3. DISEÑO DE INSTALACIONES

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES PREVIAS DE DISEÑO

Para seleccionar el emplazamiento elegido para la ubicación del módulo de almacenamiento mediante baterías de litio ferrofosfato, se ha seleccionado una ubicación suficientemente amplia y convenientemente alejada de los seguidores solares, con el objeto de no proyectar sombras sobre los mismos. También lo más cercana a la subestación eléctrica de la planta solar fotovoltaica autorizada, sobre el que se realizará la conexión del módulo de almacenamiento con las instalaciones eléctricas de evacuación de la planta solar fotovoltaica, realizando de este modo la hibridación prevista.

Otro punto considerado, además de las condiciones geográficas, han sido la superficie y rugosidad del terreno y de los obstáculos, que pudiese afectar directamente a una correcta implantación de los equipos utilizados. En este sentido, cabe destacar que no existen obstáculos relevantes que provoquen servidumbres ni imposibilidad de allanar el terreno.

Las restricciones de implantación generales consideradas han sido:

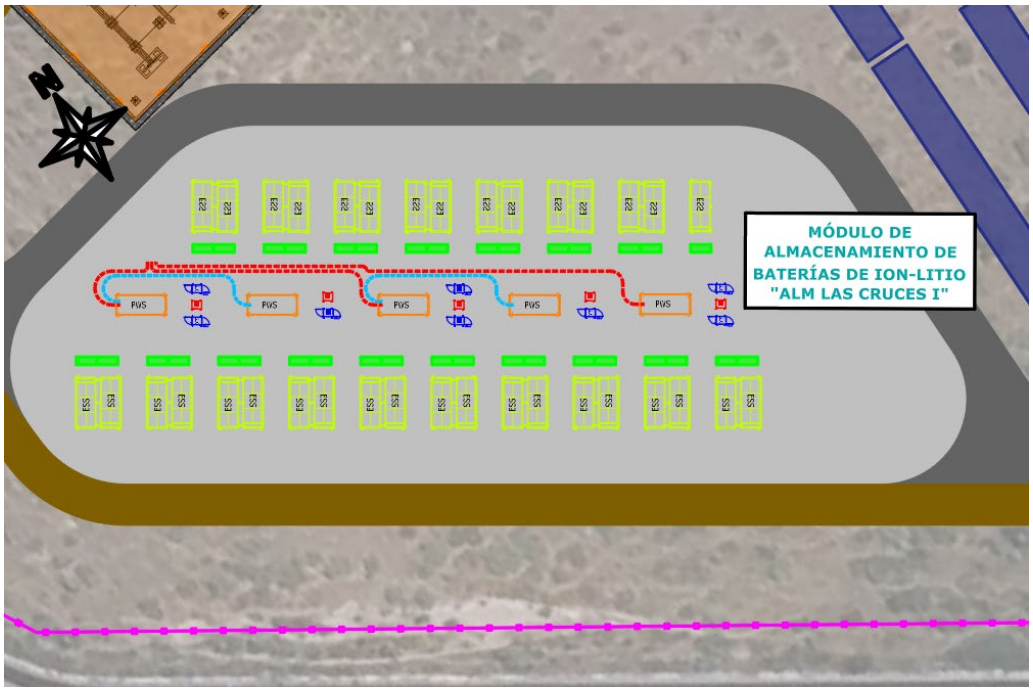
- Evitar la afectación significativa sobre el entorno de influencia, sobre el patrimonio natural, la biodiversidad y sobre el patrimonio cultural. No afectar a elementos patrimoniales ni ambientales en ningún caso.
- Respetar las servidumbres con respecto a carreteras, caminos y resto de vías públicas.
- No afectar a caminos y vías pecuarias y minimizar la creación de nuevos accesos
- Respetar las distancias a líneas eléctricas existentes y otros elementos de las redes de transporte y distribución de electricidad.
- Diseñar el trazado de las líneas eléctricas internas de manera que se minimicen la afectación del terreno y/o de arbolados existentes.
- Reducir la superficie de implantación, a la mínima posible técnicamente, de manera que la afección general sea la menor posible.

3.2. SOLUCIÓN PROYECTADA

Se construirá un sistema de almacenamiento mediante baterías de litio, utilizando como equipos principales de diseño Skids de Centros de Transformación y Containers de Racks de Baterías de Almacenamiento con Inversores Bidireccionales, ubicados todos los elementos en el interior del recinto vallado de seguridad perimetral protegido de la planta solar, en una configuración de funcionamiento tipo de **4 horas** de funcionamiento máximo ininterrumpido, según la potencia instalada en los inversores y la capacidad máxima de almacenamiento de los racks de baterías de litio.

Se acondicionará la zona de actuación, primero para las tareas de construcción y posteriormente para las operaciones de trabajo y mantenimiento de los equipos, incluyendo dos cuñas de acceso desde un camino interior autorizado de la planta fotovoltaica y un camino perimetral a los equipos de almacenamiento.

Se ejecutarán zanjas para las líneas eléctricas internas de baja y media tensión, que conectarán los equipos principales comentados, así como para la conexión de los servicios auxiliares de la instalación.



Finalmente, también se ejecutará la instalación de protección contra incendios requerida, según el nivel de peligrosidad que se estime necesario, mediante la elaboración de un estudio específico relativo.

En resumen, el **módulo de almacenamiento** estará constituido por los siguientes **elementos eléctricos principales**:

- Acumulador eléctrico mediante baterías de litio ferrofosfato dispuestos en racks, en el interior de containers de almacenamiento cerrados.
- Inversores bidireccionales de conversión de energía eléctrica, ubicados también en el interior de los containers de baterías, en la parte inferior de cada rack.
- Transformadores de voltaje de la energía intercambiada entre los inversores y la red de conexión, situados en el interior de los skids de los centros de transformación.
- Redes Eléctricas de Corriente Alterna en Baja y Media Tensión (cuadros de nivel, conducciones, cableado, protecciones eléctricas, monitorización, puestas a tierra etc.)
- Transformadores de Servicios Auxiliares y distribución de suministro.
- Redes de Telecomunicaciones y Control.

En los siguientes apartados se describirán los equipos e instalaciones que formarán parte de la instalación de almacenamiento proyectada. Se reflejan en la siguiente tabla el resumen de las principales características de la instalación.

CUADRO RESUMEN DE EQUIPOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO		
Nº de Estaciones de potencia (PWS) [Huawei JUPITER900K-H0 o similares]	**5**	uds
Nº de Containers de racks de baterías (ESS) [Huawei LUNA2000-5015-2S o similares]	**35**	uds
Nº de Inversores de baterías instalados (PCS) [Huawei LUNA2000-200KTL-H1 o similares]	**210**	uds
Nº de Bases para montaje de rack de inversores (RACK) (Huawei LUNA PCS 2000HA o similar)	**35**	uds
Nº de Casetas de transformador de SSAA (DTS) (Huawei DTS-200K-D0 o similar)	**8**	uds
Nº de Casetas de distribución de telecomunicaciones y UPS (MTS) (HUAWEI MTS9000A o similar)	**5**	uds
Potencia instalada en inversores del módulo de Almacenamiento @40°C	**42.000**	kVA
Capacidad Bruta almacenable en baterías del módulo de Almacenamiento	**175.525**	kWh
Zanjas de conductores eléctricos de Baja Tensión equipos de Almacenamiento	**573**	ml
Zanjas de conductores eléctricos de Media Tensión equipos de Almacenamiento	**85**	ml

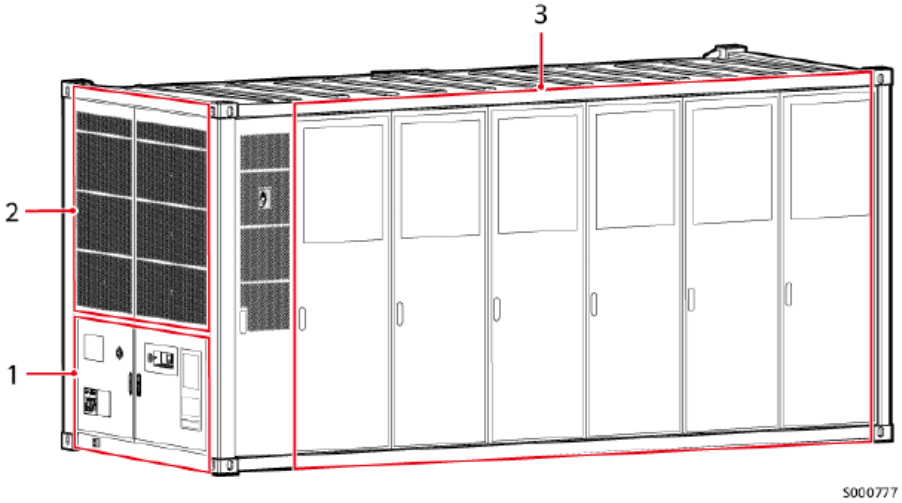
3.3. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características técnicas principales del **módulo de almacenamiento "ALM LAS CRUCES I"** objeto del proyecto, de la planta solar hibridada **"HIB LAS CRUCES I"** son las siguientes:

- Tipo de Instalación Hibridada: Solar Fotovoltaica con almacenamiento mediante baterías de ion-lito
- Ubicación Planta Hibridada: Parcelas 19,24 y 25, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Ubicación Módulo Almacenamiento: Parcela 24, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Superficie vallada Planta Hibridada: 146,75 ha
- Superficie actuada Módulo de Almacenamiento: 0,51 ha
- Containers de Baterías de Ion-Litio (ESS): 35 uds
- Skids de Estaciones de Potencia (PWS): 5 uds
- Inversores bidireccionales Almacenamiento (PCS): 210 uds de 200 kVA @40°C
- Rack de montaje de hasta 6 inversores (RACK): 42 us
- Casetas de Transformadores y Distribución SSAA (DTS): 8 uds
- Casetas de Distribución Telecomunicaciones y UPS (MTS): 5 uds
- Sistema de Control Centralizado (SPM): 1 ud
- Potencia instalada en inversores (@40°C): 42.000 kVA (42,00 MVA)
- Energía bruta total almacenable: 175.525 kWh (175,53 MWh)
- Potencia total de Transformadores de Servicios Auxiliares: 1.705 kVA
- Zanjas instalación interior Baja Tensión: 573 ml
- Zanjas instalación interior Media Tensión: 85 ml
- Línea subterránea MT conexión módulo de almacenamiento: Subterránea a 30 kV, 128 m, 3C
- Ampliación de subestación eléctrica sala de celdas Nuevo embarrado 30 kV con 6 celdas MT
- Ampliación de subestación eléctrica sala de control 4 nuevos cuadros medición y control

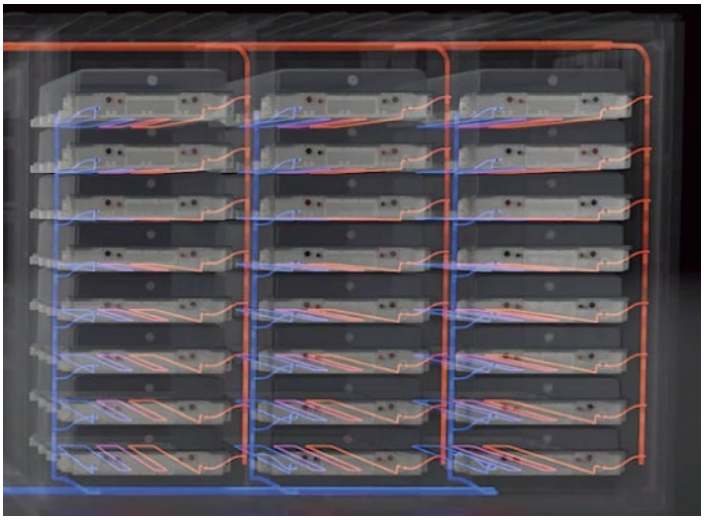
3.4. CONTAINERS DE BATERÍAS DE ION-LITIO (ESS)

Se ha seleccionado un equipo contenedor de racks de baterías de ion-litio con cátodo de ferrofosfato de hierro o batería LFP, con sistema Smart (inteligente) refrigerado por líquido. Este sistema cuenta con un diseño compacto y optimizado que permite una mayor rentabilidad y flexibilidad para las instalaciones proyectadas, así como una huella de ocupación menor que otros sistemas no compactos.

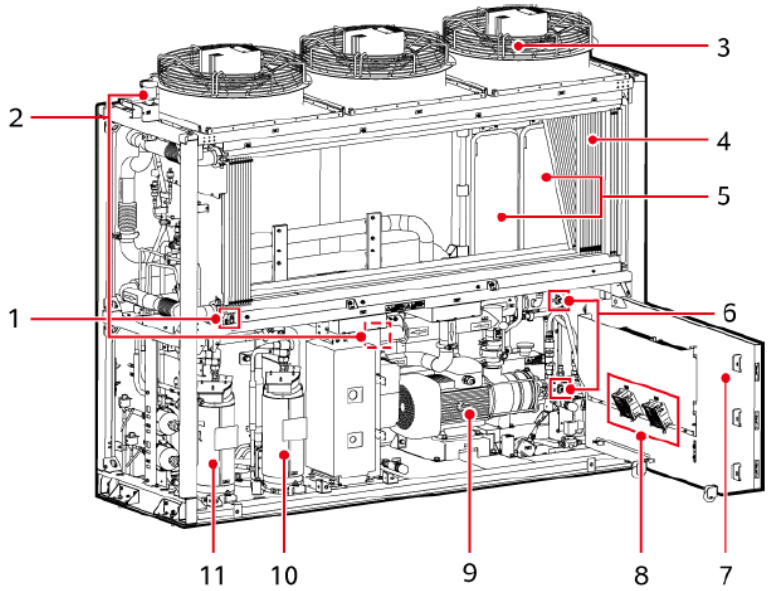


(1) Control unit cabin (2) Liquid cooling unit cabin (3) Battery cabin

El circuito de refrigeración por líquido se basa en un sistema de seguridad antifugas de tres etapas, ofreciendo por tanto un alto nivel de protección contra fugas. Gracias a la detección de fugas, el sistema se apaga inmediatamente y alertando de un funcionamiento imprevisto.



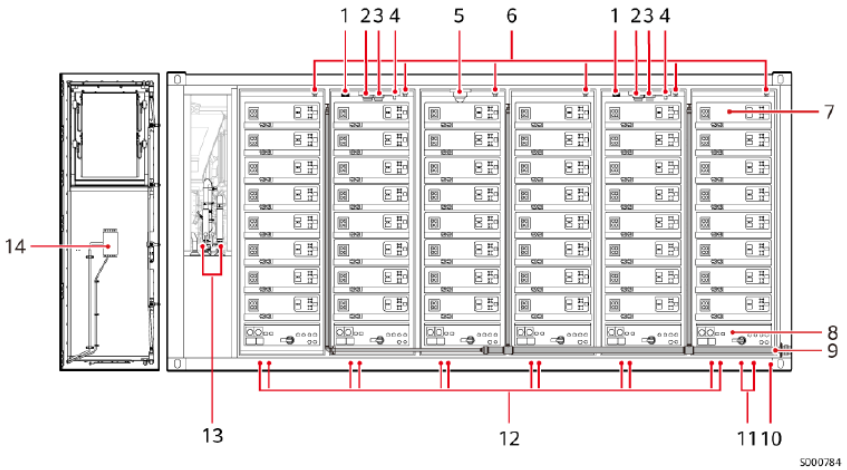
La refrigeración líquida interior, se combina con un sistema de enfriamiento HVAC exterior, por aire, para hacerla más efectiva.



(1) Outdoor ambient temperature sensor	(2) Exhaust valve	(3) Outdoor fan
(4) Micro-channel heat exchanger assembly	(5) Expansion tank	(6) Coolant temperature sensor
(7) Electric control box	(8) Drive cooling fan	(9) Circulating pump
(10) Compressor 2	(11) Compressor 1	-

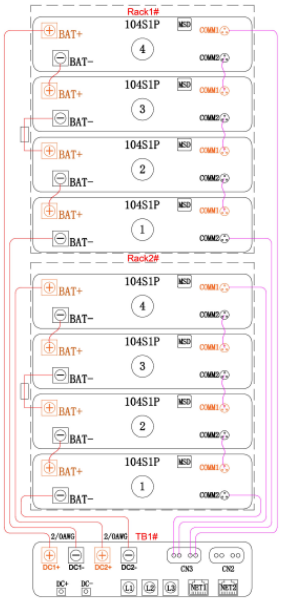
Se implantarán módulos preinstalados, con todos los componentes necesarios para el funcionamiento en un contenedor prefabricado llave en mano. Este tipo de sistemas agrupación de baterías, cuentan con un diseño compacto y optimizado que permite una mayor rentabilidad y flexibilidad. Este sistema de almacenamiento por baterías en contenedores igualmente cuenta con un sistema de seguridad mejorada con respecto a otros tipos de almacenamiento convencionales, ya que dispone de tecnología de última generación para el control y monitorización del funcionamiento de las baterías, reduciendo al mismo tiempo la huella de la instalación en aproximadamente a la mitad del total de otros sistemas similares. Al mismo tiempo, es fácilmente ampliable y configurable según las necesidades concretas, incluso según periodos concretos anuales.

Estos equipos tendrán un conexionado interno de baja tensión entre los racks de baterías, conectados posteriormente mediante una red de baja tensión con los inversores de almacenamiento PCS.



Donde contaremos entre otros con:

- Rack de conjunto de baterías.
- Caja de terminales y conectores
- Cabina integrada.
- Sistema de refrigeración líquida (LCS).
- Cuadro de control de LCS.
- Panel de conexión de baterías.
- Panel de suministro de baterías.



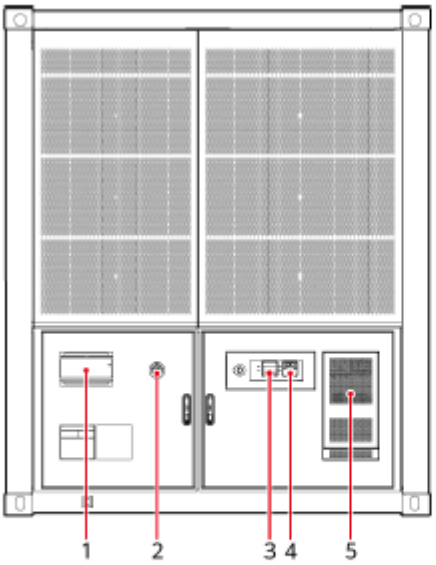
En lo referente al tipo de baterías, estos sistemas utilizan batería tipo LFP ($LiFEPO_4$ / litio-ferrofosfato), de mayor respeto al medio ambiente tanto en su fabricación como en un futuro reciclaje. Asimismo, estas baterías presentan una durabilidad mayor que otras baterías de Ion de Litio convencionales. También son más seguras, ya que presentan una mayor estabilidad química y térmica. Por el contrario, tenemos una densidad de energía menor, por lo que habrá que utilizar más celdas en los packs que conforman cada rack conexionado.

El sistema **de conexionado de las baterías** será el de conectar en serie celdas de baterías de hasta un número total de 104 en un pack, con 314 Ah y 104,49 kWh cada uno, para luego ir conectado en paralelo 4 de estos packs hacia un convertidor DC/AC, formando un solo rack de conexión, a un voltaje nominal estándar de funcionamiento de 1.331,2 V. Posteriormente, estos racks se conectarán en paralelo de 2 a 2 para posteriormente conectarse mediante circuitos duplex con los inversores PCS situados en racks justo enfrente de los containers.

Destacar finalmente que los containers presentarán un sistema de servicios auxiliares y de protección contra incendios, propios preinstalados.

El sistema de almacenamiento de energía LUNA2000-5015-2S está equipado con **un sistema interior propio de extinción de incendios** el cual cumplirá con las especificaciones exigidas por el Reglamento de seguridad contra incendios, cabe resaltar que estos equipos se han fabricado según la NFPA 855. Dicho sistema contará con los siguientes equipos de supresión de incendios.

- Sistema de extinción por gas (de serie)
- Sistema automático de alarma y control de enlace (de serie).
- Sistema de detección y alarma de gases combustibles (de serie).
- Sistema de ventilación de emergencia (de serie).
- Sistema de extinción por agua (opcional).
- Sistema de extinción por aerosol (opcional).
- Sistema de alivio de explosiones (opcional).



(1) Extinguishant release indicator (2) ESS abort button (3) Manual call point

(4) Extinguishant release/abort button (5) Air conditioner -

Además, estos equipos incluyen detectores de gas combustible, de humo y temperatura, los cuales, en caso de detectar alguna anomalía, el sistema controlador de las baterías (BSC) se conecta con el controlador local (LC) por ethernet para enviar las alarmas, ejecutando la lógica de control correspondiente y realizando el apagado del sistema de almacenamiento.

Ubicado en el exterior del container, se encuentra el armario de control del sistema de supresión de incendios, en dicho armario se encuentran instalados los siguientes dispositivos:

- Un indicador de estado del sistema.
- Una pantalla de cuenta regresiva
- Un botón de emergencia el cual activa la descarga de los dispositivos de supresión de incendios en 30 segundos
- Un botón para cancelar la descarga de los dispositivos de supresión (antes de que termine la cuenta regresiva)
- Una llave para cambio de modo automático a manual de la activación de los sistemas de protección contra incendios.

En modo automático el sistema de supresión de incendios se activa 30 segundos después de detectar una anomalía.

En modo manual, el operario debe presionar el botón de emergencia para activar los sistemas de supresión, los cuales actuarán tras 30 segundos desde la activación.

Los containers de baterías también incluyen un sistema de ventilación y detección de gases, humo y temperatura, estos sistemas actúan en los siguientes casos:

- En caso de detectar un 10 % de LEL se activa el sistema de ventilación.
- Si uno de los detectores (gas, humo, temperatura), se activa el sistema de ventilación y lanza una alarma de nivel 1, la cual consiste en una alarma sonora y visual.
- Si se activan simultáneamente los detectores de humo y temperatura, se activa una alarma de nivel 2, este nivel activa una alarma sonora, apaga el sistema de ventilación y lanza un agente extintor tras 30 segundos de la activación.
- El sistema se encarga de retroalimentar constantemente señales entre el BSC y el LC, de modo que es capaz de controlar el apagado del sistema según el nivel de alarma.

Por otra parte, el sistema de supresión por agua (opcional), puede estar equipado con tuberías prefabricadas para alimentación de aspersores automáticos, este sistema requiere de suministro externo de agua. Los aspersores instalados cuentan con un bulbo de vidrio con un líquido sensible al calor, a los 93 °C, el bulbo estalla y se activa el rociado de agua.

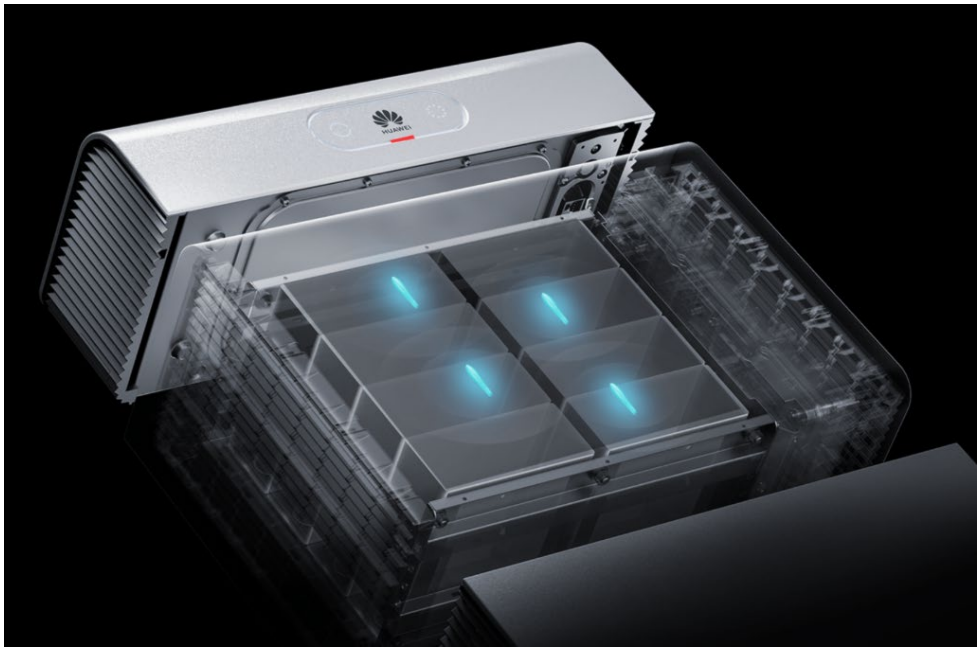
En cuanto al sistema de supresión por aerosol y placas de alivio de explosión (opcional), se activan automáticamente a 0,01 MPa de presión, sin necesidad de intervención electrónica, este sistema se activa al entrar en nivel 2 el sistema de ventilación y detección de gases.

Con todos los elementos instalados de serie en estos containers de almacenamiento se considera que se alcanza un nivel de protección contra incendios acordes a la actividad a realizar y el riesgo existente asociados a los equipos y materiales.

3.4.1. BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO

Las baterías se encontrarán instaladas en formato contenedor, todo altamente integrado y premontado, sin necesidad de manipular el módulo de baterías in situ, de esta forma se facilita su transporte, operación y mantenimiento.

Los contenedores de baterías estarán compuestos por 12 racks en su interior y cada rack a su vez, está compuesto por 4 packs de baterías, 48 en total. Además, cada pack de batería está compuesto a su vez por 104 celdas de litio de aproximadamente 3,2V y 1.005 Wh cada una de ellas, junto con el controlador de funcionamiento de estas 104 celdas.



Como los packs estarán formados por 104 celdas de 3,2V en serie, éstos tendrán una capacidad de 314 Ah y 104,49 kWh, con un voltaje variable según la carga y la temperatura específica, nominal de 332,8 V.

Battery Pack	
Cell Material	LFP
Number of Cell	104
Nominal Capacity	314 Ah / 104.49 kWh
Protection Degree	IP65
Weight	< 710 kg
Dimensions (W x H x D)	785 x 249 x 2135 mm

Posteriormente, 4 packs conectados en serie formarán finalmente el denominado rack de baterías, que tendrá una capacidad de 417,96 kWh y un voltaje nominal de 1.331,2 V y que supone el conjunto agrupado de más capacidad de almacenamiento de manera individual.

3.4.2. MODELOS SELECCIONADO PARA EL DISEÑO

Se instalarán **35 unidades**, del modelo **LUNA2000-5015-2S** de agrupación de baterías de litio, del fabricante HUAWEI, u otros de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere. Siendo la **capacidad máxima de almacenamiento** de cada unidad de **5.015 kWh**, haciendo por tanto un total de energía almacenada de **175.525 kWh (175,53 MWh**).

Por diseño, y para prever una mayor vida útil de los equipos, se establece un funcionamiento con una profundidad de descarga (COD) máxima del 95% de la capacidad total bruta de las baterías. Además, según el rendimiento máximo de la operación de carga y descarga establecido por el fabricante, se establece la eficacia del ciclo de funcionamiento en el 95,50%.

Se muestran finalmente también un resumen de las características generales de estos equipos:

Model: LUNA2000-5015-2S
Smart String Grid Forming ESS

CONTAINER DE BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO LUNA 2000-5015-2S (HUAWEI)	
Lado de DC	
Tipo de Celda de Batería	LFP (Litio Ferrofosfato) [3,2 V / 1.005 Wh]
Pack de Batería	104 celdas [314 Ah / 104.5 kWh]
Rack de Batería	12 racks/container | 4 packs/rack
Capacidad de la Batería (BOL)	5.015 kWh
Rango de Tensión de Salida del Sistema	1.331.2 – 1.500 V
Parámetros del Sistema	
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	6.058 x 2.896 x 2.438 mm
Peso unidad Baterías	≤ 43.000 kg
Grado de Protección	IP 55
Grado de Anticorrosión	C5-Medium
Rango de Temperatura de Funcionamiento	-30 a 55 º C
Humedad Relativa	0 - 100 % (sin condensación)
Máx. Altitud de Trabajo	4.700 m
Concepto de Refrigeración del Sistema de Baterías	Refrigeración Líquida
Sistema Contra Incendios	Rociador de agua, NOVEC 1230 (Sistema de extinción de incendios por gas)
Interfaz de Comunicación	Ethernet / SFP
Certificación	RoHS, IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, IEC62933-5-2, UL9540A, IEC62619, UN38.3
APLICACIÓN DE 4 HORAS LUNA 2000 5015 * 7	
BOL kWh	35.105 kWh
LUNA 2000 5015 Cantidad	7
Modelo MVS	JUPITER 9000K-H0

3.5. INVERSORES BIDIRECCIONALES (PCS)

El principio de funcionamiento del inversor consiste en la conversión de la corriente continua (DC), producida por las baterías, en corriente alterna (AC), suministrada a las instalaciones, los sistemas BESS tienen inversores bidireccionales (Power Convertion System) que permiten tanto la carga como la descarga del sistema. Se utilizarán dos tipos de inversores de similares características, pero de diferentes potencias nominales de trabajo en régimen permanente.

Se tendrá en cuenta para seleccionar los inversores la tensión de funcionamiento, se elegirá un inversor que trabaje a tensiones elevadas con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc).

Los inversores PCS seleccionados disponen de un seguidor automático del punto de máxima potencia y vigilante de aislamiento, además de contar con las protecciones contra cortocircuitos, sobretensiones y perturbaciones presentes en la red y además ser capaces de arrancar sin necesidad de sincronismo con la red (**black start**).

En concreto, se han seleccionado un modelo de inversores para el diseño del módulo de almacenamiento, del fabricante HUAWEI, modelo **LUNA200-200KTL-H1 de 200 kVA de potencia a 40°C**. Pudiéndose utilizar otros modelos o combinaciones de ellos, tecnológicamente similares al propuesto.

A continuación, se muestran las características principales del inversor utilizado en el diseño:

Efficiency	
Max. Efficiency	99.0%
DC Side	
Rated DC Voltage	1,180 V
Max. DC Voltage	1,500 V
Operating DC Voltage Range	1,180 V ~ 1,500 V
Max. DC Current	207.6 A
Max. Number of Inputs	1
AC Side(Interconnected)	
Rated AC Active Power	200,000 W @40°C
Rated AC Voltage	800 Vac, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	173.2 A

Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de la red.

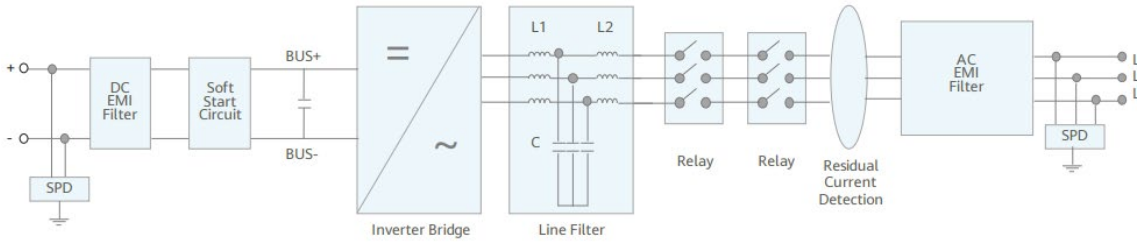
Dispondrán además de:

- Protecciones fusibles en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.
- Vigilante de aislamiento AC.
- Kit para soportar huecos de tensión.
- Kit de motorización del seccionador magnetotérmico AC.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra tensión de red fuera de rango.
- Protección contra frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobretemperatura.
- Protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos en la salida.
- Seta de parada de emergencia.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de las celdas de baterías, el polo negativo CC del inversor se conecta a la red de tierra. Las condiciones ambientales del emplazamiento de la instalación juegan un papel fundamental. Los entornos de altas temperaturas con altos valores de humedad pueden ser más propensos a la aparición del fenómeno PID.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna mediante fusibles
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro-cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.



Además, este tipo de inversores de última generación posibilitarán también su uso no solo en configuración estándar de seguimiento y sincronía con la red (grid following), sino que también podrán configurarse para determinados funcionamientos relacionados con el fortalecimiento de la red e incluso de emulación de comportamiento de generadores síncronos (grid forming). Algunas de los funcionamientos de este modo de trabajo de "formador de red" son:

- FRT (Fault Ride Through) – Soporte ante fallos de red. La capacidad FRT permite que el inversor permanezca conectado a la red durante huecos de tensión (LVRT) o sobretensiones (HVRT), evitando desconexiones automáticas durante fallos momentáneos. Esta función es fundamental tanto para Grid Following como Grid Forming, y demuestra una alta robustez para mantener la estabilidad del sistema eléctrico en situaciones críticas.
- Control de factor de potencia y soporte de potencia reactiva. El inversor ofrece ajuste dinámico del factor de potencia (>0.99, de 1 adelantado a 1 retrasado) y soporte de potencia reactiva configurable. Esta capacidad le permite compensar desequilibrios de tensión, mejorar la calidad de la energía y proporcionar soporte volt-var, imprescindible para ambos modos:

- Control de rampa de potencia (Power Ramp Rate Control). Una capacidad de respuesta inferior a 1 segundo (con detección en <50 ms y generación total en 30 ms) permite que el inversor actúe eficazmente en servicios de control primario de frecuencia, amortiguando oscilaciones e incrementos súbitos de carga o generación. Esta velocidad de respuesta es esencial para la función Grid Forming, especialmente en redes débiles o aisladas.
- Control de armónicos y baja distorsión (THD <3%). El inversor mantiene una distorsión armónica total (THD) inferior al 3%, incluso a plena potencia. En condiciones de red débil, esta capacidad es vital para formar y sostener una tensión estable y de alta calidad, actuando como una fuente de tensión limpia, característica típica de inversores Grid Forming.
- Capacidad de operación en isla (Off-Grid mode). El inversor puede funcionar de forma aislada, con regulación propia de tensión y frecuencia, y capacidad de alimentar cargas directamente. Esto es esencial en aplicaciones islanding, microredes o situaciones de emergencia. Es un requisito fundamental para clasificarlo como formador de red.
- Supervisión y comunicación avanzada (APP, Ethernet, monitoreo inteligente). La disponibilidad de interfaces de comunicación y monitoreo permite al inversor participar activamente en esquemas de control jerárquico (supervisado o autónomo), facilitando la coordinación con sistemas SCADA o EMS. Esto es útil tanto para Grid Following como para Grid Forming, especialmente en configuraciones híbridas o distribuidas.
- Sistema de refrigeración líquida con alta fiabilidad térmica. La refrigeración líquida eficiente permite mantener la operación sin derating hasta 45 °C y extender la vida útil del sistema. Esto garantiza fiabilidad operativa continua, incluso en entornos exigentes o durante eventos prolongados de soporte a red.

Estas características lo convierten en un sistema apto para contribuir a la estabilidad, resiliencia y autosuficiencia de redes eléctricas modernas, además de consolidar su clasificación como un inversor bidireccional apto para Grid Forming y Grid Following, esencial para sistemas de almacenamiento con capacidad de soporte a red.

Por cada container del modelo seleccionado, se instalarán 6 inversores para baterías bidireccionales, **210 uds en total,** siendo la configuración de los inversores asociados a cada container de baterías será la reflejada en la siguiente tabla esquemática:

POWER STATION [Jupiter 9000K-H0]	ENERGY STORAGE SYSTEM [LUNA 2000-5015-2S]	# INVERTERS LUNA 200KTL-H0	ESS ACTIVE POWER (kVA)	PWS ACTIVE POWER (kVA)	ESS NOMINAL CAPACITY (kWh)
PWS-01	ESS-01.01	6	1.200	8.400	5.015
	ESS-01.02	6	1.200		5.015
	ESS-01.03	6	1.200		5.015
	ESS-01.04	6	1.200		5.015
	ESS-01.05	6	1.200		5.015
	ESS-01.06	6	1.200		5.015
	ESS-01.07	6	1.200		5.015
PWS-02	ESS-02.01	6	1.200	8.400	5.015
	ESS-02.02	6	1.200		5.015
	ESS-02.03	6	1.200		5.015
	ESS-02.04	6	1.200		5.015
	ESS-02.05	6	1.200		5.015
	ESS-02.06	6	1.200		5.015
	ESS-02.07	6	1.200		5.015
PWS-03	ESS-03.01	6	1.200	8.400	5.015
	ESS-03.02	6	1.200		5.015
	ESS-03.03	6	1.200		5.015
	ESS-03.04	6	1.200		5.015
	ESS-03.05	6	1.200		5.015
	ESS-03.06	6	1.200		5.015
	ESS-03.07	6	1.200		5.015
PWS-04	ESS-04.01	6	1.200	8.400	5.015
	ESS-04.02	6	1.200		5.015
	ESS-04.03	6	1.200		5.015
	ESS-04.04	6	1.200		5.015
	ESS-04.05	6	1.200		5.015
	ESS-04.06	6	1.200		5.015
	ESS-04.07	6	1.200		5.015
PWS-05	ESS-05.01	6	1.200	8.400	5.015
	ESS-05.02	6	1.200		5.015
	ESS-05.03	6	1.200		5.015
	ESS-05.04	6	1.200		5.015
	ESS-05.05	6	1.200		5.015
	ESS-05.06	6	1.200		5.015
	ESS-05.07	6	1.200		5.015
TOTAL	**42**	**210**	**42.000**		**175.525**

Sumando las potencias de todos los inversores instalados se tendrá una potencia nominal total en inversores de **42.000 kVA (42,20 MVA).**

Los inversores irán montados en grupos de 6 inversores, asociados todos ellos a un mismo container ESS, en una configuración de rack, mediante una estructura base para el montaje específica modelo PCS 2000HA, del mismo fabricante, de manera que se simplifica y normaliza la instalación de los mismos en la planta de almacenamiento.

En total, contaremos con un total de **35 bases de montaje en racks** de 6 inversores.

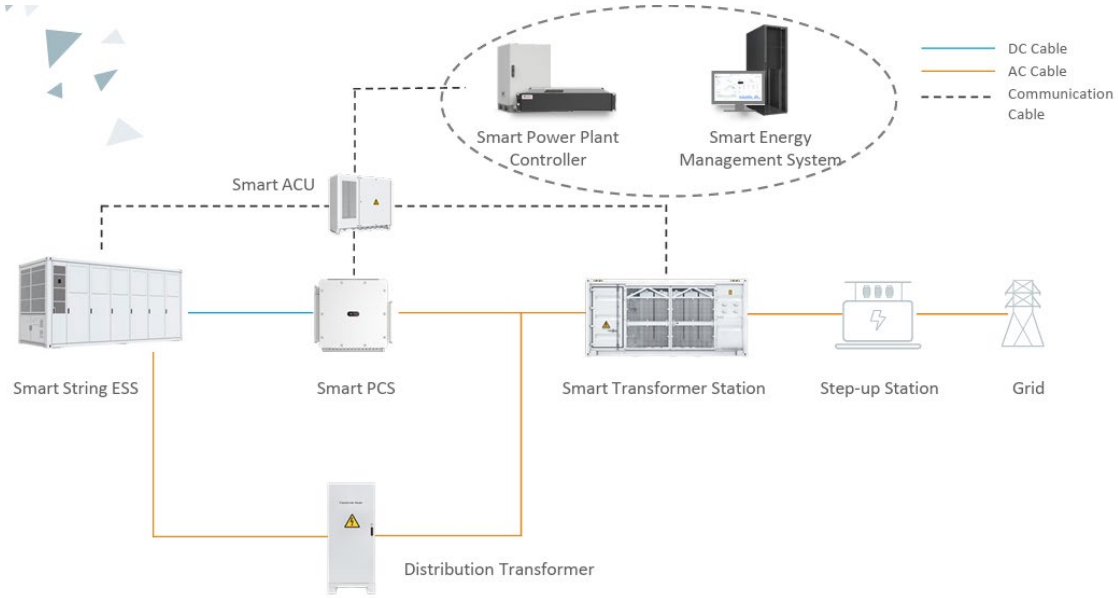
3.6. SKIDS DE ESTACIONES DE POTENCIA (PWS)

Para transformar la energía generada bidireccionalmente y poder almacenarla primero en las baterías y posteriormente evacuarla a la red, será necesario disponer de inversores bidireccionales y transformadores de electricidad. Al disponer de los inversores instalados en los containers de almacenamiento. Se propone instalar una plataforma, denominada como **estación de potencia, power stations (PWS) o centro de transformación**.

Estos equipos, de similares características a los centros de transformación fotovoltaicos de una planta solar, pero específicos para su utilización con baterías, tienen un funcionamiento muy estable y continuo, alcanzando rendimientos óptimos de operación y pudiendo dar soporte además para el control del factor de potencia y compensación de energía reactiva de la red en el punto de conexión. Además, son compatibles con sistemas de baterías de alto voltaje, más eficientes, reduciendo por tanto el coste total del sistema de almacenamiento en su instalación y funcionamiento.

Por tanto, para transformar la tensión de la electricidad y poder almacenarla en las baterías y posteriormente evacuarla a la red de manera inversa, se instalarán **5 unidades** de centros de transformación del modelo **JUPITER 9000K-H0** del fabricante HUAWEI, de 9000 kVA

de potencia nominal de trabajo A 40°C u otro de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere.

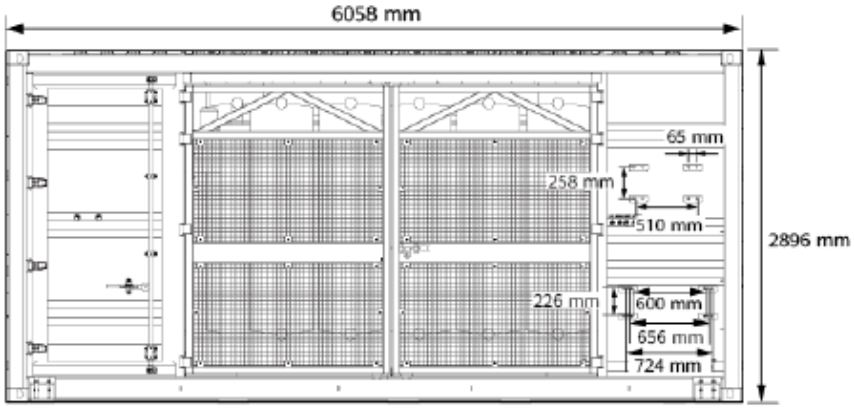


Estas cabinas o centros de transformación se han diseñado en solución exterior, en contenedor tipo marítimo.

El Centro de Transformación diseñado incluirá al menos los siguientes componentes:

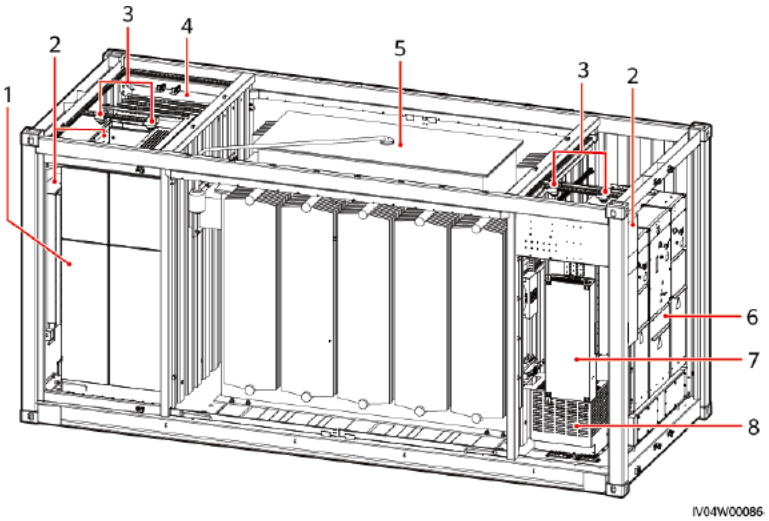
- Celdas de MT [#1]
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores [#1]
- Transformador de BT/MT [#2]
- Transformador de Servicios auxiliares [#3]
- Cuadro de servicios auxiliares [#3]
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida) [#3]
- Armario de comunicaciones y control [#3]
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para individualización de humos
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

El Centro de Transformación contará también con un transformador de BT / BT para los **servicios auxiliares propios** del gabinete a Tensión nominal de 400/230 V 3F + N y de **5 kVA** de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).



El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/BT anteriormente definido.

Los equipos tendrán una ventilación natural favorecida por su diseño, favorecido por un diseño eficiente de los equipos. El aire de refrigeración entra en el PWS por el orificio de ventilación superior y el aire caliente sale del PCS por el orificio de ventilación inferior la salida de aire inferior.



(1) LV PANEL A	(2) Heat exchangers	(3) Smoke sensors
(4) LV PANEL B	(5) Transformer	(6) Ring main unit
(7) Power distribution box	(8) Auxiliary transformer	-

Para asegurar que en todo momento que se trabaje en un modo de trabajo seguro, incluida una caída de tensión en la red, se hace necesario utilizar una UPS, de alimentación ininterrumpida, durante el periodo establecido de tiempo. Un UPS, No Break o sistema de alimentación ininterrumpida es un sistema que se coloca entre el suministro de energía principal y equipos eléctricos/electrónicos con el propósito de abastecer de energía (corriente alterna) y permitir la correcta operación por un cierto tiempo de respaldo a los equipos conectados en caso de un corte total de energía en el suministro principal.

Para definir los sistemas de protección contra incendios se tendrá en cuenta lo expuesto en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, así como también lo establecido en el Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales y sus instrucciones complementarias.

Además de los sistemas internos propios de los centros de transformación, se propone la instalación de **dos extintores portátiles contra incendio**s, situados en el exterior del equipo en urnas reglamentaria con protección IP. Uno de uso eléctrico de $C0_2$ de 5 kg de manera obligatoria y otro extintor portátil de polvo tipo ABC de manera opcional.

Estos equipos como hemos comentado igualmente de los inversores de los containers de baterías podrán tener un funcionamiento de **regulación de la red de transporte en el nudo de conexión (tecnología grid forming)**, mediante la compensación de energía reactiva, inyección de potencia de cortocircuito y otros valores de regulación que se consideren convenientes. Así como el arranque en cero (black start).

Las características principales de los equipos se muestran en las siguientes tablas.

Model: JUPITER-9000K-H0
Smart Transformer Station

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN JUPITER 9000K-H0 (HUAWEI)	
Transformador de Media Tensión	
Potencia Nominal	9.000 kVA
Tensión MV / LV	10~35 kV / 800 V
Vector de Transformación	Dy11-y11
Tipo de Transformador	Sumergido en aceite
Sistema de Refrigeración	ONAN
Tomas del Transformador	±2×2,5%
Aceite del Transformador	Aceite mineral (libre de PCB)
Índice de eficiencia de pico mín.	Nivel 1 o Nivel 2 según EN 50588-1
Configuración de Alta Tensión	Alimentación por bucle de frente muerto (RMU SF_6)
Protección Sobrecarga / Transformador	Nivel de aceite, temperatura, presión y Buchholz
Fluido Aislante	Aceite mineral (libre de PCB)
Armario de Control	
Protección de Relé MV	50/51, 50N/51N
Protección Sobretensiones MV	Tipo HII (opcional)
Grado de Protección Sala MV/LV	IP 54
Fallo de Arco Interno	1ACA 20 kA 1s
Protección Antirroedores	C3-Medium
Método de Refrigeración	Refrigeración inteligente sin aire acondicionado
UPS	2 kVA (opcional)
Transformador Auxiliar	5 kVA, monofásico 230/127 Vca
Comunicación	Modbus TCP |SmartACU2000D
Datos Generales	
Dimensiones (Ancho × Alto × Fondo)	6.058 x 2.896 x 2.438 mm
Peso	<28t
Rango de Temperatura Ambiente	-25 °C ~ 60 °C (reducción de potencia >40 °C)
Rango de Humedad Relativa Permitido	0% ~ 95% (sin condensación)
Máxima Altitud de Funcionamiento	1.000 m
Conexiones CA MV-LV	Precableado y pretestado, sin cableado interno en obra
Refrigeración LV y Sala MV	Refrigeración inteligente sin aire acondicionado
Certificación	
IEC 62271-202 · EN 50588-1 · IEC 60076 · IEC 62271-200 · IEC 61439-1	

3.6.1. ESTACIONES DE POTENCIA (TRANSFORMACIÓN)

Para las tareas de transformación del voltaje, de la energía generada o de consumo en la instalación de almacenamiento, previamente convertida en corriente alterna en los inversores, será necesario disponer de un **transformador de potencia**.

Así mismo, se deberá disponer de celdas de seccionamiento en cada centro de transformación, utilizadas en la mayoría de los casos, para unificar y seccionar los conductores de una misma agrupación de estaciones de potencia conectadas en línea unas con otras.

Las características básicas principales que deben cumplir las estaciones de potencia son las siguientes:

- Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT prevista, que es de 33 kV. Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

Los transformadores irán instalados en el interior de los centros de transformación proyectados.

En concreto se ha optado por los transformadores de serie que se incluyen en el centro de transformación modelo **JUPITER 9000K-H0** del fabricante HUAWEI, u otros de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere, que dispondrá de un transformador específico, montado sobre la misma plataforma.

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Marco Legal" del documento.

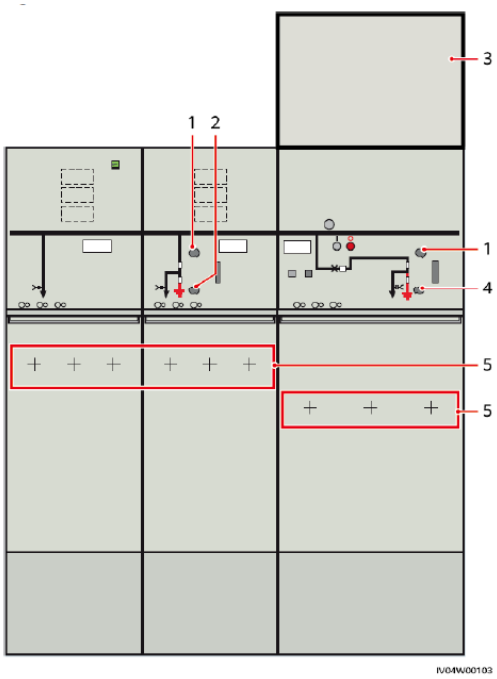
3.6.2. CELDAS DE CABINA DE SECCIONAMIENTO

Cada estación transformadora albergará también las **celdas de MT** que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en los centros de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

La maniobrabilidad de las celdas modulares hace que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.



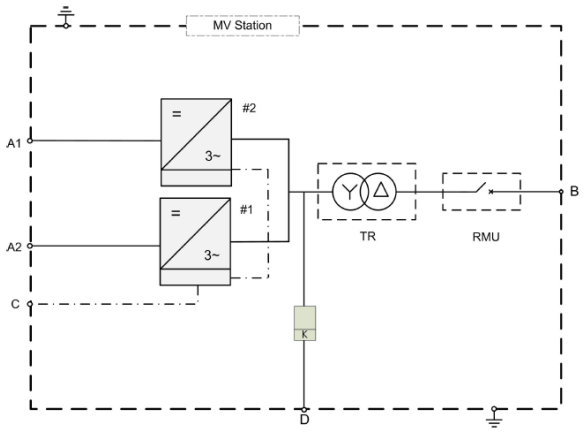
(1) Manual load disconnection
(2) Manual grounding
(3) Vacuum circuit breaker low-voltage compartment
(4) Disconnector
(5) Cable connectors (inside the cable room)
-

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada, si no es el primero del circuito, y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella, y varios circuitos hasta la sala de celdas de la subestación eléctrica.

La instalación dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporaran la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- **Celdas de línea** cada una estará provista de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- **Celda de protección de transformador**, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.



La distribución de todos los equipos montados en los centros de transformación puede ser consultada en planos anexos de detalle. Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Marco Legal" del documento.

Se utilizarán celdas de 630A modelo **8DJH36** del fabricante SIEMENS, siendo este fabricante el mismo que para las utilizados para el diseño nuevo embarrado diseñado en la subestación eléctrica, asegurando de esta manera una compatibilidad total entre las diferentes instalaciones conectadas.

En total, se tendrá la siguientes celdas para las 5 estaciones de potencia proyectadas:

- 5 celdas de línea E/S con protección de interruptor automático
- 2 celdas de línea E/S con protección de fusible.
- 5 celdas de protección de trasformador con interruptor automático

3.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

La instalación eléctrica se llevará a cabo según la normativa vigente, y en todo momento su diseño tendrá en cuenta el disminuir las pérdidas de generación al mínimo recomendable. Se instalarán todos los elementos de seccionamiento y protección exigibles.

La instalación cumplirá con las prescripciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs). En concreto, al estar los equipos situados a la intemperie, el tipo de instalación corresponderá a las indicadas para lugares de características especiales, de tipo emplazamiento mojado (ITC-BT-30), al situarse al aire libre.

La infraestructura eléctrica de baja tensión de la instalación de almacenamiento abarcará los siguientes tramos, todos en el interior de la zona de actuación definida para el módulo de almacenamiento:

- **NIVEL 1 (Zanjas)**: Celdas de baterías →Packs → Racks → Inversores PCS
- **NIVEL 2 (Zanjas)**: Inversores PCS → Cuadro BT Estación de Potencia PWS-STS

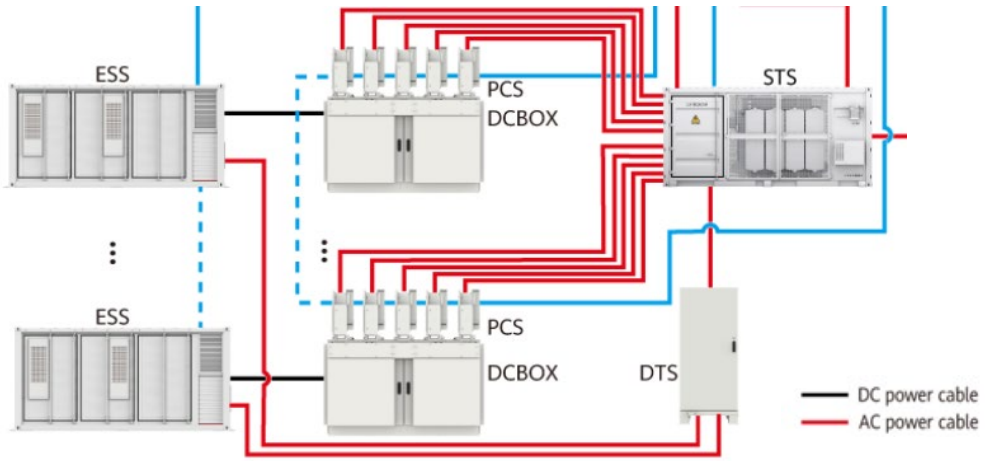
Nótese que todos los circuitos de Nivel 1 serán de corriente continua y todos los circuitos de Nivel 2 serán de corriente alterna. Además, todas los tramos del Nivel 1 y Nivel 2, que se ubican dentro de equipos, vendrán premontados con su cableado de serie. Esto incluye toda la instalación de Nivel 1 a excepción de la conexión entre los cuadros de baja tensión de los containers de baterías de salida de los racks y las entradas DC de los inversores PCS. El resto de circuitos no premontados se han dimensionado y justificado en el anexo de cálculos adjunto a este documento.

El sistema eléctrico contará con los siguientes elementos de protección, para maximizar la vida útil del generador, y para asegurar la continuidad de la producción:

- Aislamiento clase II en todos los componentes: racks de baterías, cableado, cajas de conexión, etc.
- Varistores entre positivo y tierra y negativo y tierra para los racks de baterías, y contra sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas (incluido en centro de transformación).
- Fusibles en cada polo de racks de baterías, con función seccionadora.

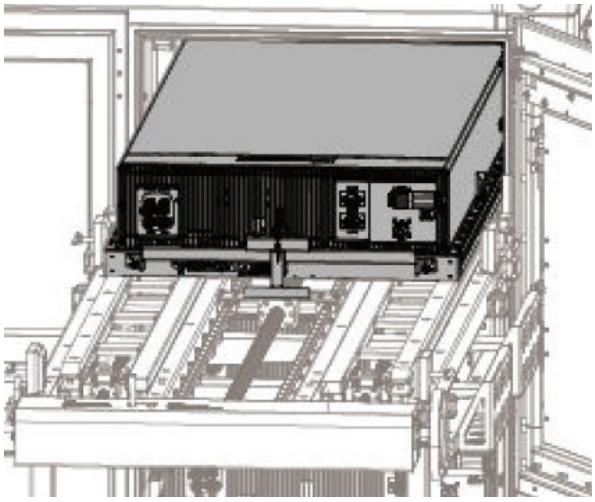
Con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal, se tendrán en cuenta los siguientes puntos adicionales:

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65.
- Todos los conductores de baja tensión serán de cobre o aluminio, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión como por la compañía eléctrica que opere en la zona.
- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma.
- Los racks de baterías individualmente y las estructuras de los equipos se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones.



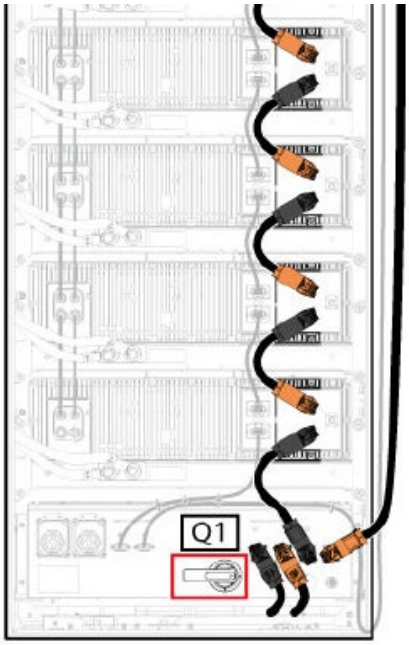
Se detallan a continuación ambos tramos por separado, debido a sus diferentes características, incluyendo los containers de baterías en el nivel 1 y las estaciones de potencia en el nivel 2, mientras que los inversores bidireccionales pertenecen a ambos niveles designados.

3.7.1. NIVEL 1



En el primer tramo se produce el conexionado en serie de las celdas de ion-litio, en concreto 104 unidades, formando los llamados **packs**. Se realiza este montaje conectando el terminal positivo de una celda con el negativo de la siguiente en serie. Este conexionado interno se realiza en fábrica, ya que los packs ya vienen precableados internamente, junto con el resto de equipos de control y circuitos internos de refrigeración

Estos módulos de baterías en packs serán las piezas sustituibles más pequeñas de la instalación, de manera que se puedan remplazar de manera rápida y fácil. Cada pack de baterías contará con una capacidad máxima de diseño de unos 104,49 kWh y un voltaje de salida aproximado de 332,8 V. Cada pack contará también con un módulo de control propio (BMU) y un fusible de protección de 250 A por cada dos packs en serie.

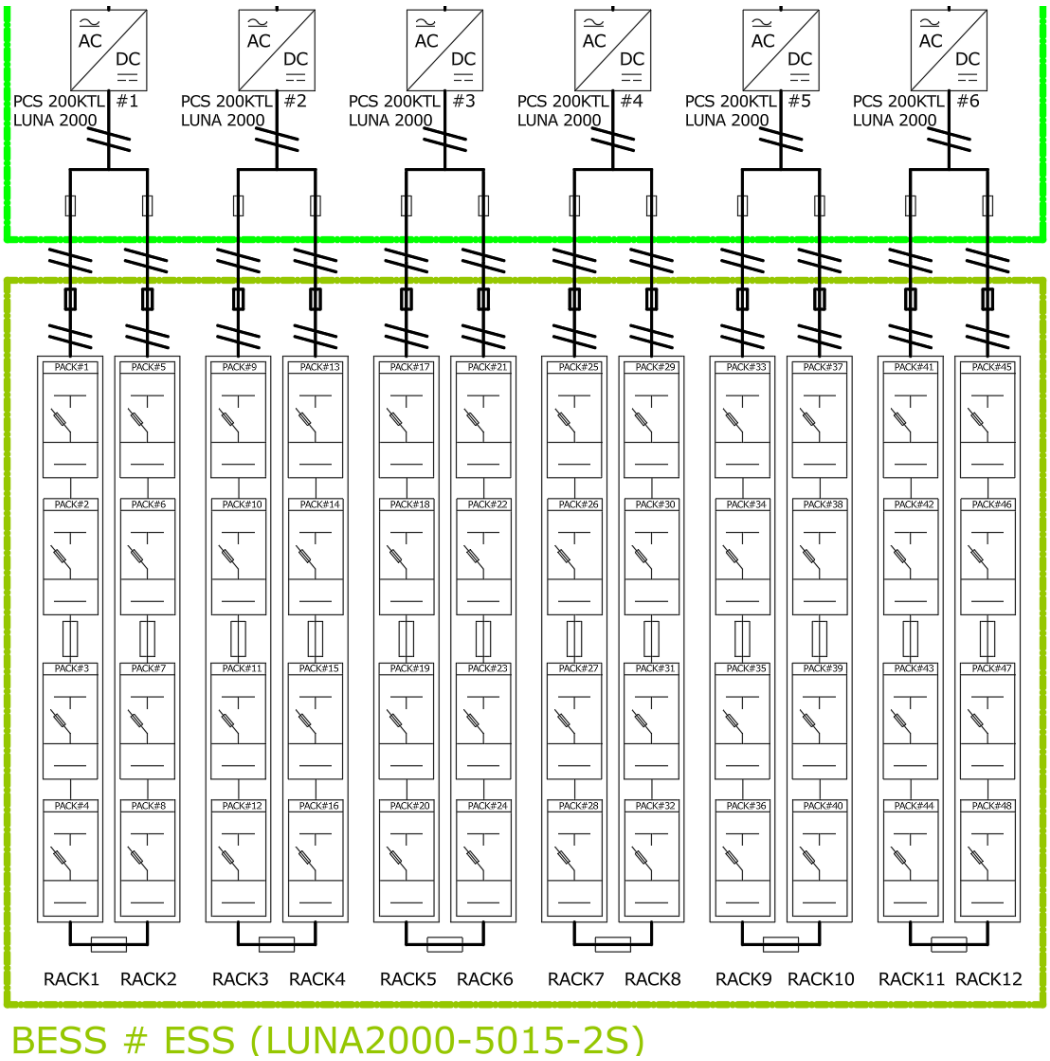


Posteriormente, los packs se agruparán en grupos de 4, conectados también en serie entre sí, formado así los denominados **racks,** de los cuales se obtendrán un total de **12 racks** por cada container.

El conexionado de racks podrá realizarse in situ, realizándose con conductores de cobre prefabricados con terminales especiales del

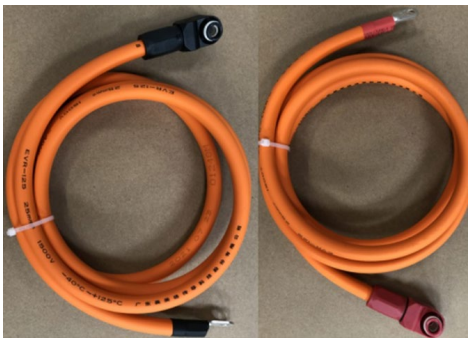
fabricante. Cada rack tendrá una capacidad máxima de energía de unos 418 kWh y un voltaje de funcionamiento nominal de 1.331,2 V. Se contará con un fusible de protección de 250 A instalado entre a la salida de cada rack.

Posteriormente, los racks se conectarán en paralelo en grupos de 2 normalmente, y excepcionalmente en 3 ocasiones en agrupación de 3 rack, a la caja de terminales de conexión (TB) del propio container, para posteriormente salir en un circuito dúplex (o triplex en el caso de la agrupación de 3 racks), hasta la conexión con DC del inversor PCS. Teniendo por tanto normalmente un total de **6 inversores** asociados a cada container ESS. La corriente máxima DC de los inversores bidireccionales es de hasta 207.6 A, mientras que la tensión nominal de los circuitos DC es de 1.331,2 V.



➢ Cableado

Para las conexiones interiores del contenedor de baterías se utilizarán exclusivamente cables de baja tensión aislados normalizados de 1.500 V premontados por el fabricante, específicos para las instalaciones en estudio. Con secciones, terminales y longitudes específicas para cada conexión definida.



Se revisará que todo el cableado premontado, confirmando que sea de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con el REBT y sus ITC correspondientes.

Para el conexionado entre los racks de baterías y los inversores PCS se utilizarán cables también d de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo al REBT y sus ITC correspondientes.

El conductor de baja tensión AC que se utilizará para estas conexiones será de aluminio del tipo **AL XZ1** (S) Eca de 1,5 kV, unipolares, de sección, **150 mm^2,** en instalación enterrado directamente (de manera prioritaria) o bajo tubo en zanja, con 6 circuitos de 2 pares (dúplex) de 2 conductores cada uno (positivo y negativo) de salida de cada container de baterías hasta las conexiones DC de los 6 inversores asociados a cada container, acorde a las longitudes de cada conexión, para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia.

Los cables utilizados estarán certificados de acuerdo con:

- Nivel de prestación Eca.
- Requerimientos de fuego EN 5075:2014 + A1_2016.
- Clasificación respecto al fuego EN 13501-6
- Aplicación de los resultados CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo EN 60332-1-2.

Se utilizarán cables marca PRYSMIAN modelo AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) u otros de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere, teniendo un total de **6.372 metros de cables conductores unipolares** de este modelo y sección 150 mm^2, para la instalación diseñada.

CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS — BAJA TENSIÓN

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)

AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./ 1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Norma de referencia: UNE HD 603-5X-1.
Temperatura de servicio (Inst. fija): -25 + 90 °C.
Temperatura máx. en régimen de cc: 250 °C.
Radio mín. de curvatura: 5D (D = diámetro exterior).
Máximo esfuerzo de tracción: 30 N/mm².
Carga mínima de rotura (cubierta) : 12,5 N/mm².
Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta): 300%.
Resistencia al desgarro (cubierta): 9 N/mm2 (UNE HD 605-1).
Tensión asignada c.a.: 0,6/1 kV.
Tensión asignada en c.c.: Uo/U = 1,5/1,5 kVdc.
Tensión máxima en c.a.- c.c.: 1,2/1,2 kV - 1,8/1,8 kVdc; EN 50618, IEC 60502-1.
Ensayo de tensión durante 5 min (EN 50618): 6,5 kVac y 15 kVdc.
Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X): 3,5 kV.
Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua: AD7.

Ensayo de abrasión: HD 603-1 Tabla 4C DMO 1.
Resistencia a la abrasión: / Abrasion resistance:
Masa aplicada: 18 kg.
N° de desplazamientos: 8.

Resistencia UV: UNE HD 605 S2.
Resistencia UV: EN 50618.
Resistencia al ozono: EN 50618.
Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor: 1012 Ω·cm.
Constante de resistencia aislamiento KI: 3,67 MΩ·cm.

Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.

Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.

SECCIÓN [mm]	DIAMETRO CONDUCTOR* [mm]	ESPESOR DE AISLAM. [mm]	Ø NOM. AISLAM. [mm]	DIÁMETRO EXTERIOR* [mm]	RADIO DE CURVATURA [mm]	PESO APROX. [kg/km]	INTENSIDAD DE CORRIENTE AL AIRE** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE DIRECTAMENTE ENTERRADO** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE BAJO TUBO Y ENTERRADO** (3)		RESIS-TENCIA DEL COND. [Ω/km)]	MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN cc MÁS [V/(A.km)]
							2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1 x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

Son cables aptos para instalaciones enterradas, presentando las siguientes características principales:

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (250 °C, en régimen Cortocircuito)
- Tensión asignada en corriente continua: 1,5/1,5 kVdc
- Tensión en corriente continua máxima: 1,8/1,8 kVdc
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV CC
- No propagadores de la llama ni del incendio
- Libre de halógenos

- Baja opacidad de humos
- Reducida emisión de gases tóxicos

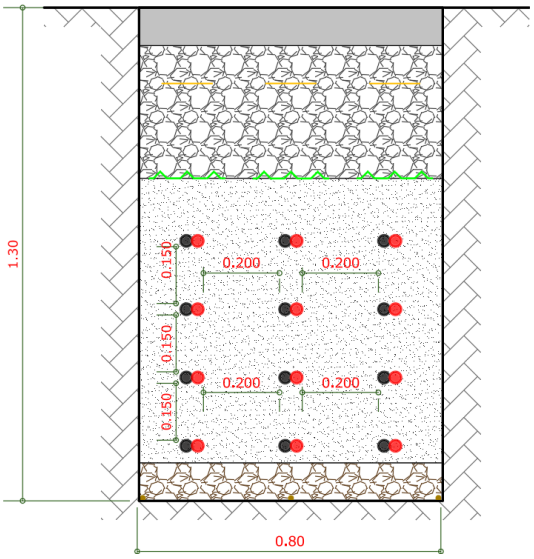
Conforme al estándar europeo EN 50618 y el estándar internacional IEC 62930

➢ Zanjas

Las canalizaciones del cableado de la planta se efectuarán mediante zanjas adecuadas al número y tipo de ternas de conductores y cableado que deberán albergar. El trazado de las zanjas se ha diseñado de manera que se optimicen los recorridos de los cables, con el fin de reducir la caída de tensión y los costes.

Los conductores podrán ir colocados en hasta 4 planos horizontales separados convenientemente. La profundidad de la zanja dependerá del número de circuitos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad mínima de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del conductor.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los de baja tensión y de 0,25 m con los de MT, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 m, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m. Las zanjas estarán rellenas de arena y de tierra compactada, según los detalles indicados en los planos tipo.



Se utilizarán zanjas tipo de 80 cm de anchura y 130 cm de profundidad, con 12 pares de 2 conductores, positivos y negativos, cada una, en 3 planos horizontales, con distancias de separación mínimas para garantizar la capacidad eléctrica de cada circuito.

Se tendrá un total de **265 metros lineales de zanjas** eléctricas para este nivel de baja tensión.

3.7.2. NIVEL 2

En el segundo tramo se produce el conexionado desde los bornes de salida de AC de cada inversor PCS, hasta el cuadro de baja tensión alojado en la estación de potencia correspondiente a cada grupo de inversores, donde se protegerán los circuitos antes de conectarlos al transformador interior del propio centro de transformación.

Esta red de baja tensión en nivel 2 discurrirá exclusivamente por el interior de la zona actuada del módulo de almacenamiento, en zanjas con los conductores enterrados, debajo de las zonas denominadas como de trabajo. Se pueden consultar la ubicación y la tipología de las zanjas propuestas en los planos anexos a este documento.

- **Cableado**

Todo este cableado de corriente alterna también será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo al REBT y sus ITC correspondientes.

El conductor de baja tensión AC que se utilizará para estas conexiones será de **aluminio** del tipo **AL XZ1 (S) Eca de 1 kV, unipolares, de sección, 240 mm^2,** en **instalación enterrado directamente** (de manera prioritaria) o bajo tubo para cruzamientos, con **6 circuitos de 1 terna (simplex) de 3 conductores cada uno (sistema trifásico) en tresbolillo de salida de cada inversor PCS** hasta el cuadro de conexiones de baja tensión del centro de transformación, acorde a las longitudes de cada conexión, para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia.

Los cables utilizados estarán certificados de acuerdo con:

- Nivel de prestación Eca.
- Requerimientos de fuego EN 5075:2014 + A1_2016.
- Clasificación respecto al fuego EN 13501-6
- Aplicación de los resultados CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo EN 60332-1-2.

Se utilizarán cables marca PRYSMIAN modelo AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) u otros de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere, teniendo un total de **6.372 metros de cables conductores unipolares** de este modelo y sección de 240 mm^2, para la instalación diseñada.

CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS — BAJA TENSIÓN

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

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./ 1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Norma de referencia: UNE HD 603-5X-1.
Temperatura de servicio (Inst. fija): -25 + 90 °C.
Temperatura máx. en régimen de cc: 250 °C.
Radio mín. de curvatura: 5D (D = diámetro exterior).
Máximo esfuerzo de tracción: 30 N/mm².
Carga mínima de rotura (cubierta) : 12,5 N/mm².
Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta): 300%.
Resistencia al desgarro (cubierta): 9 N/mm2 (UNE HD 605-1).
Tensión asignada c.a.: 0,6/1 kV.
Tensión asignada en c.c.: Uo/U = 1,5/1,5 kVdc.
Tensión máxima en c.a.- c.c.: 1,2/1,2 kV - 1,8/1,8 kVdc; EN 50618, IEC 60502-1.
Ensayo de tensión durante 5 min (EN 50618): 6,5 kVac y 15 kVdc.
Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X): 3,5 kV.
Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua: AD7.

Ensayo de abrasión: HD 603-1 Tabla 4C DMO 1.
Resistencia a la abrasión: / Abrasion resistance:
Masa aplicada: 18 kg.
N° de desplazamientos: 8.

Resistencia UV: UNE HD 605 S2.
Resistencia UV: EN 50618.
Resistencia al ozono: EN 50618.
Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor: 1012 Ω·cm.
Constante de resistencia aislamiento KI: 3,67 MΩ·cm.

Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.

Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.

SECCIÓN [mm]	DIAMETRO CONDUCTOR* [mm]	ESPESOR DE AISLAM. [mm]	Ø NOM. AISLAM. [mm]	DIÁMETRO EXTERIOR* [mm]	RADIO DE CURVATURA [mm]	PESO APROX. [kg/km]	INTENSIDAD DE CORRIENTE AL AIRE** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE DIRECTAMENTE ENTERRADO** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE BAJO TUBO Y ENTERRADO** (3)		RESIS-TENCIA DEL COND. [Ω/km)]	MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN cc MÁS [V/(A.km)]
							2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1 x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

Son cables aptos para instalaciones enterradas, presentando las siguientes características principales:

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (250 °C, en régimen Cortocircuito)
- Tensión en corriente alterna de diseño: 0,6/1 kV
- Tensión en corriente alterna máxima: 1,2/1,2 kV
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV CC
- No propagadores de la llama ni del incendio
- Libre de halógenos

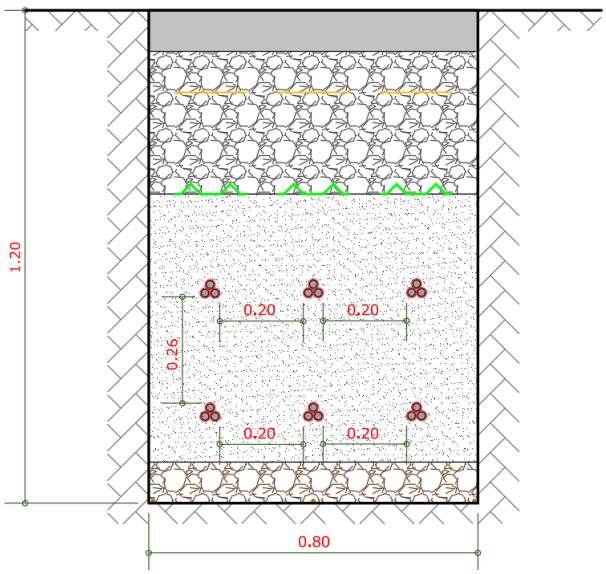
- Baja opacidad de humos
- Reducida emisión de gases tóxicos
- Conforme al estándar europeo EN 50618 y el estándar internacional IEC 62930

➢ Zanjas

Las canalizaciones del cableado de la planta se efectuarán mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos y cableado que deberán albergar. El trazado de las zanjas se ha diseñado de manera que se optimicen los recorridos de los cables, con el fin de reducir la caída de tensión y los costes.

Los conductores podrán ir colocados en hasta 2 planos horizontales separados convenientemente. La profundidad de la zanja dependerá del número de circuitos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad mínima de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del conductor.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los de baja tensión y de 0,25 m con los de MT, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 m, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m. Las zanjas estarán rellenas de arena y de tierra compactada, según los detalles indicados en los planos tipo.



Se utilizarán zanjas tipo de 80 cm de anchura y 120 cm de profundidad, con 6 ternas de 3 conductores de 3 fases cada una, en 2 planos horizontales, en tresbolillo, con distancias de separación mínimas para garantizar la capacidad eléctrica de cada circuito.

Se tendrá un total de **308 metros lineales de zanjas** eléctricas para este nivel de baja tensión.

3.7.3. RESUMEN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

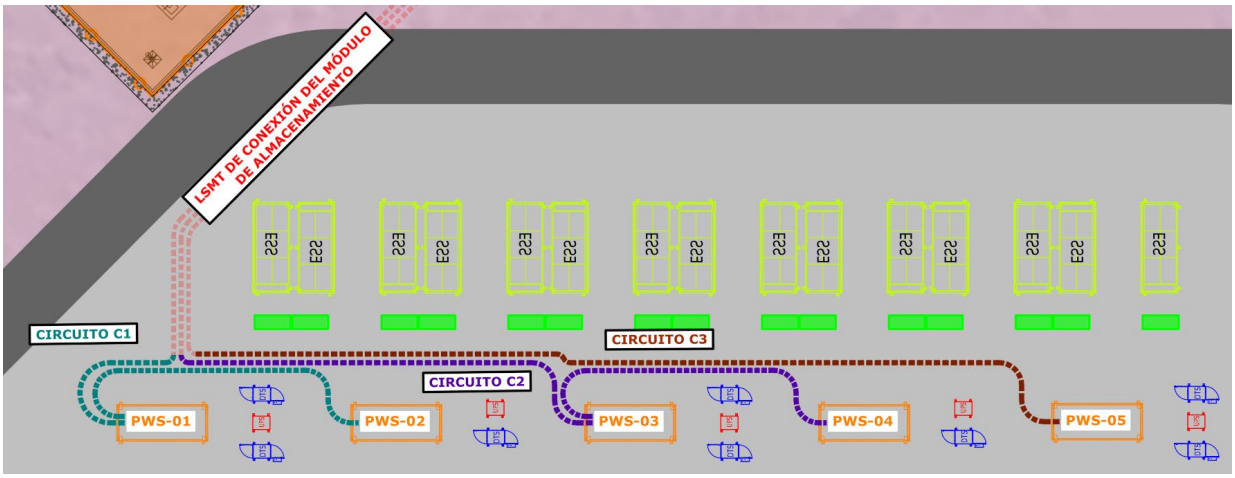
Se presenta, a modo de resumen, una tabla con las características principales de las instalaciones de baja tensión interiores del módulo de almacenamiento, separadas en los niveles comentados en este apartado.

RESUMEN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO					
INSTALACIÓN	**FABRICANTE**	**MODELO**	**CARACTERÍSTICAS**	**CANTIDAD**	**UNIDADES**
Container de racks de Baterías de Ion-Litio ESS	HUAWEI	LUNA 2000-5015-2S	5.015 kWh 1.331,2 - 1,500 Vdc (12 racks/container | 4 packs/rack)	35	uds
Inversores de almacenamiento PCS	HUAWEI	LUNA 200KTL-H1	200 kW @40°C / 800 V / 173,2 A / 50 Hz	210	uds
Red BT Interna Container DC (Conductores)	HUAWEI	LUNA 2000-5015-2S	Cableado interno de fábrica de racks de containers de baterías (Conexión de racks en paralelo)	35	uds
Red BT Nivel 1 DC - Container ESS a Inversor PCS (Zanjas)	Zanjas bajo zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 12 pares de conductores positivo y negativo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	312	265
Red BT Nivel 1 DC - Container ESS a Inversor PCS (Conductores)	PRYSMIAN	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO Al XZ1	Circuitos Duplex 2//2x(1x150) mm²	6.372	m
Red BT Nivel 2 AC - Inversor PCS a Estación de Potencia PWS (Zanjas)	Zanjas baja zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 6 ternas de conductores de 3 fases en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	376	308
Red BT Nivel 2 AC - Inversor PCS a Estación de Potencia PWS (Conductores)	PRYSMIAN	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO Al XZ1	Circuitos Simplex 1//2x(1x240) mm²	5.551	m

En el anexo específico de **Cálculos Eléctricos** se detallan los materiales y equipos utilizados para esta red eléctrica de baja tensión interna, así como se presentan justificados los resultados obtenidos para los diferentes circuitos proyectados.

3.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN INTERNA

La **red de media tensión interior** de la instalación de almacenamiento canalizada subterráneamente, se encargará de realizar la conexión entre las celdas de media tensión de los Centros de Transformación, permitiendo evacuar la energía total generada por los generadores de energía del almacenamiento (baterías) a través de la misma, así como también alimentar para el consumo de carga a las propias baterías, en ambos sentidos de dirección de la energía.



Tras su elevación a 30 kV en los transformadores de las cabinas de transformación. La red se diseña de manera que se conecten las celdas situadas en los skids de centros de transformación, mediante una zanja con los conductores enterrados.

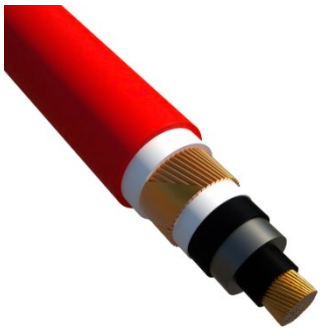
3.8.1. CABLEADO RED MEDIA TENSIÓN

El cableado de la red de media tensión interior de la instalación de almacenamiento se ejecutará mediante conductores de aluminio, en **3 circuitos independientes (C5, C6 y C7)** en configuración de 1 conductor por fase (simplex) para interconexión entre centros de transformación, que se encargará de la interconexión entre los Centros de Transformación, con conductores de secciones de 240 o 630 mm^2 de sección.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno). Se utilizarán conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y los empalmes, si los hubiera, serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.



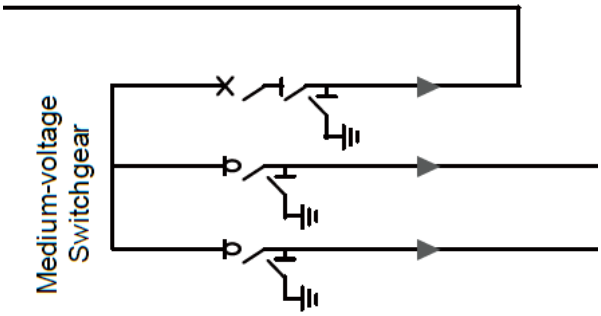
El conductor de media tensión que se utilizará para esta red interior de media tensión será de aluminio del tipo **RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV, unipolares, XLPE, de 240 o 630 mm²** de sección, en instalación enterrada en zanja, acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia, limitando la caída de tensión a las establecidas por la normativa de aplicación.

Se utilizarán cables marca **TOP CABLE** modelo **X-VOLT RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV**, u otros de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere. En particular, en los diferentes tramos de la red, se utilizarán los conductores mostrados en la siguiente tabla.

RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN INTERIOR DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO									
CIRCUITO ID	TRAMO ID	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	CONFIG. CIRCUITO	SECCIÓN CONDUCTOR (mm²)	DESGINACIÓN CONDUCTOR (18/30 kV)	POTENCIA TRAMO (kVA)	POTENCIA ACUMULADA (kVA)	INTENSIDAD DE CÁLCULO (A)
C5	PWS-05 -> LSMT	60,59	60,59	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	8.400	8.400	179,62
C6	PWS-04 -> PWS-03	23,42	23,42	1//3x1x240	240	AL RH5Z1 - OL	8.400	8.400	179,62
	PWS-03 -> LSTM	30,26	53,68	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	8.400	16.800	359,24
C7	PWS-02 -> PWS-01	23,42	23,42	1//3x1x240	240	AL RH5Z1 - OL	8.400	8.400	179,62
	PWS-01 -> LSMT	11,74	35,16	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	8.400	16.800	359,24

3.8.2. PROTECCIONES RED MEDIA TENSIÓN

Las protecciones del circuito de media tensión irán instaladas en los centros de transformación, que al mismo tiempo podrán realizar las funciones de centros de seccionamiento, teniendo para ello una entrada de línea externa todos los centros. Función no requerida en el diseño de un único centro de transformación diseñado.



El sistema eléctrico contará con al menos los siguientes elementos de protección, para maximizar la vida útil de los componentes y asegurar también la continuidad de la actividad:

- Interruptor automático diferencial, como protección contra derivaciones en la parte de alterna de la instalación.
- Interruptor automático regulable, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluidas en el inversor. Este interruptor estará controlado por un vigilante de la tensión y la frecuencia de la red eléctrica. Los umbrales permitidos son:
    - En frecuencia: 49 - 51 Hz·
    - En tensión: 0,85·Um – 1,1·Um

  También el inversor contiene un interruptor del lado de continua, que protege de los posibles contactos indirectos y es un sustituto de fusibles o varistores.
- Interruptores para Sobretensiones con puestas a tierra.

Por tanto, se tendrán protecciones formadas por interruptores magnetotérmicos regulables, interruptores automáticos diferenciales y/o interruptores de sobretensiones, de diferentes potencias normalizadas, según se especifica en el anexo de cálculos eléctricos.

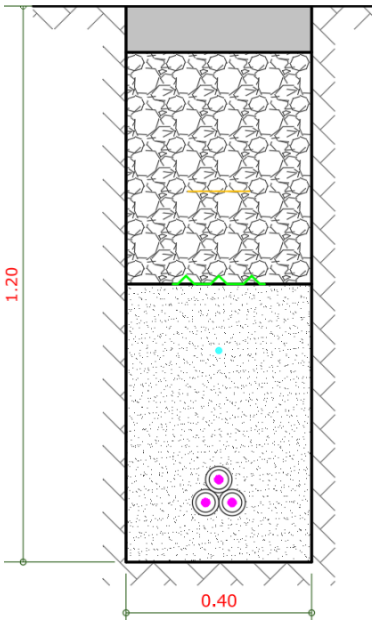
3.8.3. ZANJAS RED MEDIA TENSIÓN

La instalación del cableado será **prioritariamente en configuración directamente enterrada**, depositados los conductores en la zona inferior de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media constante. Se instalará la zanja debajo de la zona de trabajo pavimentada, de manera que se consigue aumentar la protección y seguridad.

Todas las zanjas tendrán solamente circuitos de media tensión, no compartiendo la infraestructura con otras instalaciones eléctricas, pudiendo situar eso sí otras zanjas de manera paralela, para otros circuitos eléctricos, por ejemplo, de servicios auxiliares. El trazado enterrado se situará en el interior de la zona de actuación de la instalación de almacenamiento.

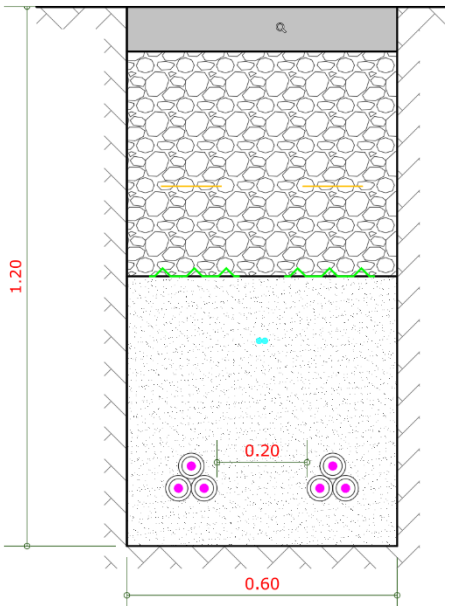
La zanja se ejecutará compactando el terreno de manera apropiada. El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpio y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.

En la configuración de zanjas con conductores directamente enterrados, para señalizar la presencia de los cables y, a la vez, protegerlos ante el choque con herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación, se colocarán a lo largo de todo el tendido de placas de plástico normalizadas (PVC). Además, por encima de las placas, se tenderá una cinta de señalización de cables de color amarillo, una por cada tubo. En la configuración bajo tubo, para el paso de los caminos interiores, se podrá prescindir de dicha placa de PVC.



El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 12 veces el diámetro. El radio de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Se aconseja, además, la instalación de balizas para el marcado de la zanja y su posterior detección. Estas balizas ofrecen un método preciso, práctico y duradero para el marcado del trazado, pudiéndose programar para la inclusión de información específica, como los detalles de la instalación, el tipo de aplicación, tipo de material, fecha de colocación y otros detalles relevantes. Las balizas han de operar incluso en presencia de conductos o tuberías de metal,



otros conductores metálicos, alambradas, líneas de energía y balizas electrónicas de otros servicios y serán de color rojo (estándar APWA), lo que permitirá, además, cierta referencia visual de la tipología de elemento balizado (naranja – telefonía, azul – agua, …). Se deberá respetar siempre una distancia de 30 cm entre los cables de señal y los cables de distribución de potencia.

Se presentan en el anexo de planos las zanjas tipo diseñadas para la red de media tensión interna de la instalación del sistema de almacenamiento.

3.8.4. RESUMEN DE INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN INTERNA

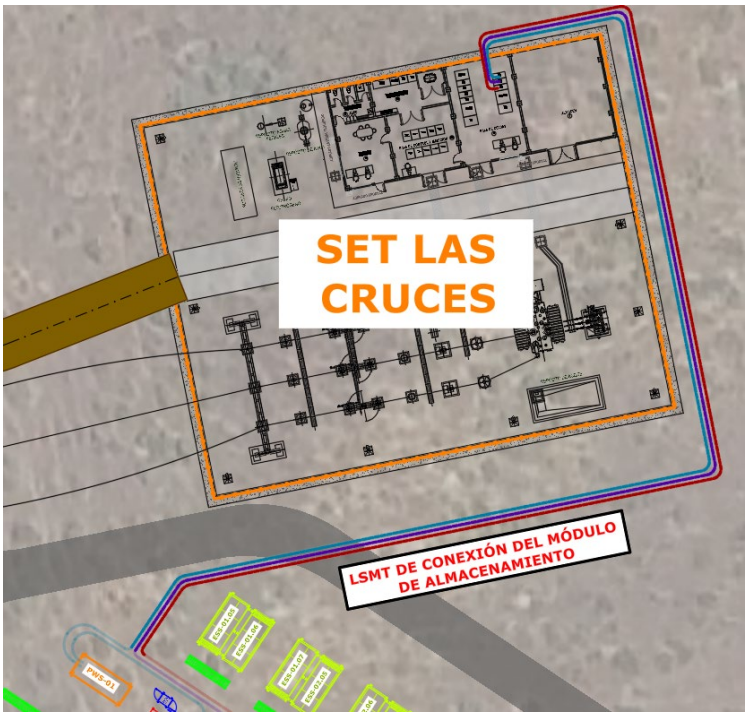
Se presenta, a modo de resumen, una tabla con las características principales de la instalación de media tensión interior del módulo de almacenamiento.

RESUMEN DE INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN INTERNA DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO					
INSTALACIÓN	**FABRICANTE**	**MODELO**	**CARACTERÍSTICAS**	**CANTIDAD**	**UNIDADES**
Estaciones de Potencia PWS	HUAWEI	JUPITER 9000K-H0	9.000 kVA - 0,80/30 kV 2 o 3 Celdas MT (SIEMENS 8DJH36) Transformador SSAA propio 5 kVA	5	uds
Red de MT Interior en zona de equipos de almacenamiento (Zanjas)	Zanja bajo zona de trabajo de 40 cm de anchura para 1 terna de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	20	ml
	Zanja bajo zona de trabajo de 60 cm de anchura para 2 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	65	ml
Red de MT Interior en zona de equipos de almacenamiento (Conductores)	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x240 mm2	Un circuito simplex: 1//1x[3x(1x240)] mm2	141	m
	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x630 mm2	Un circuito simplex: 1//1x[3x(1x630)] mm2	362	m

También en el anexo específico de **Cálculos Eléctricos** se detallan los materiales y equipos utilizados para esta red eléctrica de media tensión interna, así como se presentan justificados los resultados obtenidos para el único circuito proyectado.

3.9. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN

La **línea subterránea de media tensión para la conexión del módulo de almacenamiento** con el nuevo embarrado de la sala de celdas de la subestación eléctrica, para hacer efectiva la hibridación diseñada, está compuesta por 3 circuitos eléctricos independientes de media tensión a 30 kV, en una misma zanja compartida.



Los trazados, al igual que el resto de instalaciones recogidas en este proyecto, discurrirán íntegramente por el interior del mismo vallado oeste de la planta fotovoltaica a hibridar, el cual se ubicará el módulo de almacenamiento proyectado.

3.9.1. CABLEADO DE LÍNEA DE CONEXIÓN

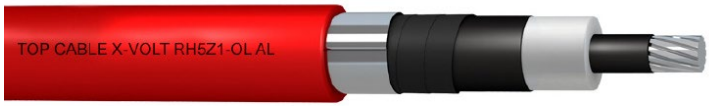
El cableado de la **línea de conexión del módulo de almacenamiento** se ejecutará mediante conductores de aluminio, en **3 circuitos independientes con 1 conductor por fase (simplex),** que se encargará de la interconexión con la Sala de Celdas de los equipos de almacenamiento, con conductores de **630 mm^2** de sección

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno). Se utilizarán conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

El conductor de media tensión que se utilizará será de aluminio del tipo **RH5Z1 AL de 18/30 (36) kV, unipolares, XLPE, de 630 mm²** de sección, en instalación enterrada en zanja, acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia, limitando la caída de tensión a las establecidas por la normativa de aplicación.

Se utilizarán cables marca **TOP CABLE** modelo **X-VOLT RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV**, u otros de similares características en cuanto a prestaciones técnicas se refiere.

NORMA DE REFERENCIA: UNE 211620 / ENEL Global Standard GSC 001



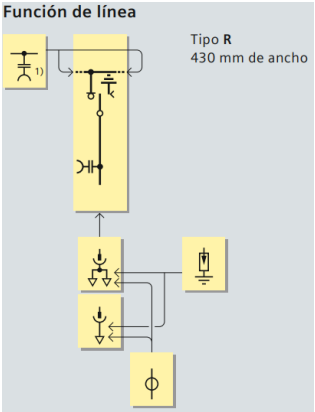
Son cables normalizados, presentando las siguientes características principales:

- Cable compacto, con pantalla de aluminio.
- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (250 °C, en régimen Cortocircuito)
- Tensión nominal simple: 18 kV
- Tensión nominal entre fases: 30 kV
- Tensión máxima entre fases: 36 kV
- Tensión a impulsos: 170 kV
- No propagador de la llama
- No propagador del incendio
- Resistencia a aceites
- Resistencia a Radiación UV
- Conforme al estándar europeo IEC 60228, IEC 60332-1-2, IEC 60502-2, UIC 895.

X-VOLT® RH5Z1-OL/-2OL 18/30 (36) kV

Sección (mm²)	Diámetro Conductor (mm)	Diámetro aislamiento (mm)	Diámetro exterior (mm)	Ancho cinta (mm)	Sección pantalla (mm²)	Peso (Kg/Km)	R20°C (Ω/km)	X (Ω/km)	C (µF/km)	Aire libre (A) [1]	Enterrado (A) [2]	Entubado (A) [3]
1 x 50	8,0	22,4	29,5	90	27	770	0,817	0,141	0,143	184	152	144
1 x 95	11,1	25,5	32,6	100	30	995	0,320	0,127	0,175	280	221	210
1 x 120 *	12,7	27,1	34,2	100	30	1.115	0,253	0,121	0,191	324	252	240
1 x 150	13,9	28,3	35,4	110	33	1.235	0,206	0,118	0,203	368	281	267
1 x 185	15,5	30,6	37,7	110	33	1.405	0,164	0,113	0,222	424	317	303
1 x 240	18,0	32,4	39,5	120	36	1.625	0,125	0,109	0,244	502	367	351
1 x 300 *	20,0	35,0	41,1	130	39	1.770	0,100	0,103	0,27	577	414	397
1 x 400	22,8	37,4	44,5	140	42	2.195	0,0778	0,101	0,293	673	470	451
1 x 500 *	26,3	41,2	48,3	150	45	2.580	0,0605	0,097	0,331	777	542	519
1 x 630	29,8	44,4	51,5	160	48	3.060	0,0469	0,094	0,363	895	615	588
1 x 800 *	34,0	48,9	56,0	170	51	3.680	0.0367	0,090	0,407	1.036	700	670
1 x 1000 *	39,0	54,7	62,6	190	57	4.680	0.0291	0,089	0,394	1.188	795	757

3.9.2. PROTECCIONES LÍNEAS DE CONEXIÓN



Las protecciones del circuito de media tensión irán instaladas en las celdas de línea de inicio y fin de la línea subterránea de conexión, que estarán seccionadas con el resto de las celdas presentes en los centros de transformación y en el nuevo embarrado de la subestación eléctrica.

Las celdas de línea contarán con al menos los siguientes elementos de protección, para asegurar el funcionamiento de la instalación:

- Panel de mando
- Interruptor-seccionador de tres posiciones
- Cables de protección y / o guirnaldas de interconexión
- Cuba de la celda, llena de gas para el aislamiento pleno
- Embarrado de puesta a tierra con conexión de puesta a tierra
- Módulo de fusibles ACR

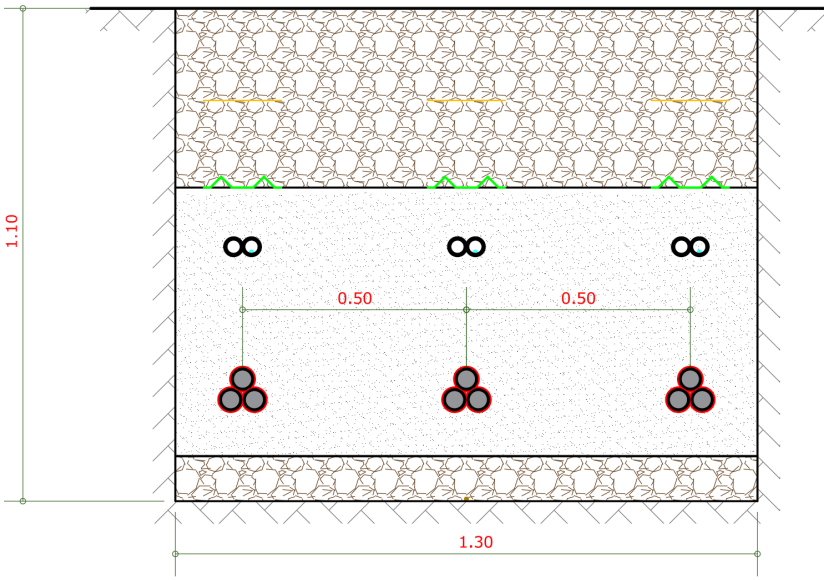
Por tanto, se tendrán protecciones formadas por interruptores magnetotérmicos regulables, interruptores automáticos diferenciales y/o interruptores de sobretensiones, de diferentes potencias normalizadas, según se especifica en el anexo de cálculos eléctricos justificativos.

3.9.3. ZANJAS DE LÍNEA DE CONEXIÓN

El cableado será instalado en configuración **directamente enterrado prioritariamente**, depositados los conductores en la zona inferior de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media constante. En los pasos de los caminos interiores autorizados de la instalación fotovoltaica a hibridar y otros tipos de cruzamientos que lo requieran, la instalación será **reforzada**, de tipo directamente enterrada bajo una losa de hormigón de 5 cm de espesor.

En la misma zanja se instalarán los tres circuitos de conductores de media tensión, no compartiendo la infraestructura con otras instalaciones eléctricas, pudiendo situar eso sí otras zanjas de manera paralela, para otros circuitos eléctricos, por ejemplo, de servicios auxiliares, u otros circuitos de media tensión del módulo de generación fotovoltaico. El trazado enterrado se realizará por el interior del recinto vallado y paralelo a otras canalizaciones similares autorizadas de la planta fotovoltaica.

Las zanjas prioritarias, se ejecutarán compactando el terreno de manera apropiada. El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpio y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.



Se aconseja, además, la instalación de balizas para el marcado de la zanja y su posterior detección. Estas balizas ofrecen un método preciso, práctico y duradero para el marcado del trazado, pudiéndose programar para la inclusión de información específica, como los detalles de la instalación, el tipo de aplicación, tipo de material, fecha de colocación y otros detalles relevantes. Las balizas han de operar incluso en presencia de conductos o tuberías de metal, otros conductores metálicos, alambradas, líneas de energía y balizas electrónicas de otros servicios y serán de color rojo (estándar APWA), lo que permitirá, además, cierta referencia visual de la tipología de elemento balizado (naranja – telefonía, azul – agua, …). Se deberá respetar siempre una distancia de 30 cm entre los cables de señal y los cables de distribución de potencia.

Se presentan en el anexo de planos las zanjas tipo diseñadas para esta línea de conexión del módulo de almacenamiento en el nuevo embarrado de la subestación eléctrica.

3.9.4. CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

Se resumen los cálculos justificativos de la línea de conexión en la siguiente tabla.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS PRINCIPALES DE LÍNEA DE CONEXIÓN 30 kV Conductores Aislados de 630 mm² / Directamente Enterrados		
CARACTERÍSTICAS	**VALOR**	**UNIDADES**
Longitud media de la línea	128,35	m
Conductor	RH5Z1-OL 1x[3x(1x630)] AL 18/30 kV	
Configuración de la Instalación	Cond. Aislado Directamente Enterrado	
Nº de Circuitos	3	
Nº de Fases	3	
Nº de Conductores por Fase	1	
Nº total de Conductores	9	
Intensidad Máxima Admisible Conductor ($I_{Max.Cond}$)	423,36	A
Intensidad Máxima Admisible Instalación (I_{Max})	1.270,08	A
Intensidad de Cortocircuito Máxima Admisible Cond. (Icc_{adm})	41	kA
Potencia Máxima Admisible por Fase (Smáx)	22,00	MVA
Temperatura Máxima de Funcionamiento (Tmáx)	90	°C
Temperatura Máxima en Cortocircuito (Tcc)	250	°C
Intensidad Nominal máxima por Conductor (I_{nC})	359,24	A
Intensidad Nominal máxima en Condiciones Normales (I_n)	359,24	A
Potencia Máxima Admisible por Circuito (Smáx)	22,00	MVA
Potencia Máxima a Transportar (Smáx)	16,80	MVA
Resistencia Eléctrica Secuencia Directa (R_L)	0,008	Ω
Reactancia Eléctrica Secuencia Directa (X_L)	0,012	Ω
Susceptancia Eléctrica Secuencia Directa (B_L)	14,64	µS
Caída de tensión	0,028	%
Tensión a la salida del Transformador	30,01	kV
Pérdida de Potencia total	16,09	kVA

En el anexo específico de Cálculos Eléctricos se detallan los materiales y equipos utilizados para esta línea eléctrica subterránea, así como se presentan justificados los resultados obtenidos de los cálculos.

Finalmente, también a modo de resumen, se presenta la tabla de las principales características de las instalaciones de conexión, incluyendo entre ellas la línea descrita en este apartado.

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LÍNA DE CONEXIÓN DE MT DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO					
INSTALACIÓN	**FABRICANTE**	**MODELO**	**CARACTERÍSTICAS**	**CANTIDAD**	**UNIDADES**
Línea de MT de Conexión del Módulo de Almacenamiento (Zanjas)	Zanja de conexión con sala de celdas de subestación de 130 cm de anchura para 3 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	128	ml
Línea de MT de Conexión del Módulo de Almacenamiento (Conductores)	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x630 mm2	Tres circuitos simplex: 3//1x[3x(1x630)] mm2	1.156	m
Celdas de MT de la sala de celdas de la subestación.	SIEMENS	NXPLUS C 36 30(36) kV Embarrado 2500A	Nuevo embarrado B2 de MT: - 3 Línea E/S - 1 Medida Fiscal - 1 Protección Trafo Potencia L2 - 1 Protección Banco Condensadores	6	uds

3.10. AMPLIACIÓN DE INSTALACIONES EN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA"

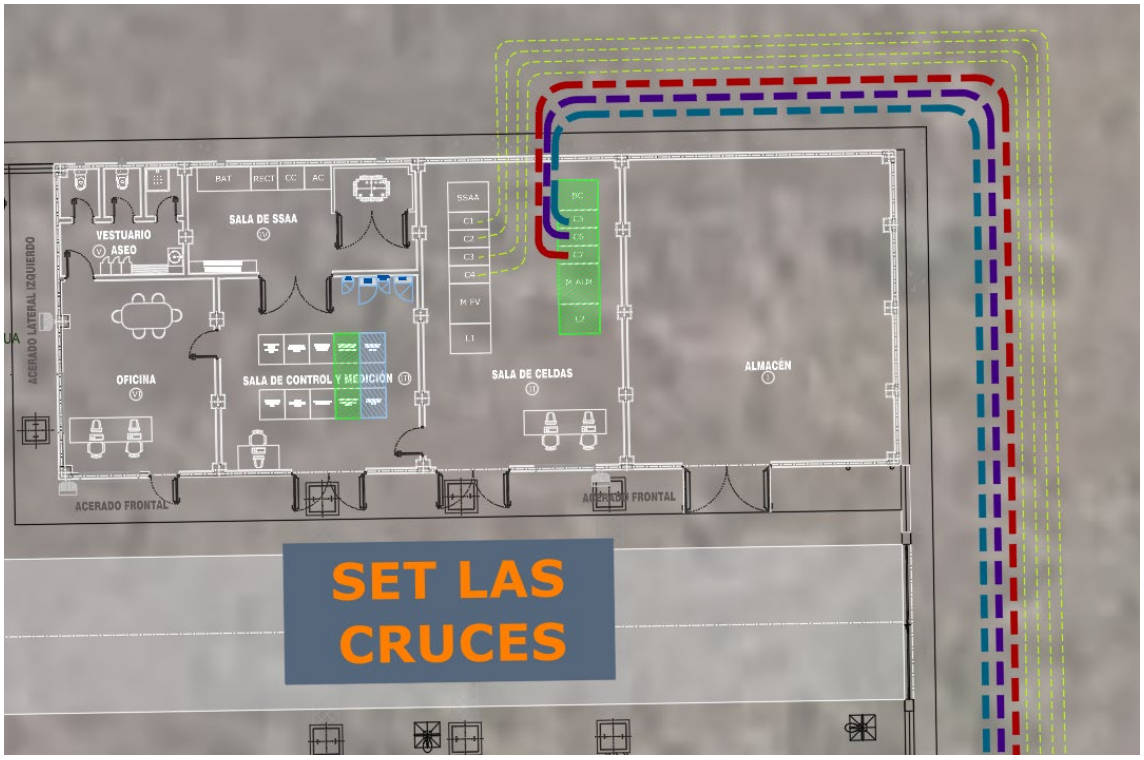
Con objeto de realizar la conexión de los módulos de la futura instalación hibridada, módulo fotovoltaico autorizado y módulo de almacenamiento proyectado, y seccionar de manera independiente sus respectivos circuitos eléctricos a lo hora de utilizar la misma posición de transformación de 50 MVA de la subestación, así como disponer de un punto de medida fiscal individualizado para el módulo de almacenamiento, se ha de implantar un nuevo embarrado de media tensión en la sala de celdas del edificio de control de la subestación la "SET LAS CRUCES".

Además, en la Sala de Control y Medida del propio edifico de control de la subestación, será necesario instalar unos nuevos cuadros de control y medición para el nuevo embarrado diseñado, así como ampliar otros cuadros de control como el protección contra incendios y otros servicios auxiliares.

En resumen, **se proyecta la instalación de seis (6) nuevas celdas de media tensión en un nuevo embarrado de seccionamiento,** de utilización exclusiva para el módulo de almacenamiento de baterías de litio.

Este nuevo embarrado diseñado ya está previsto en el proyecto original de la planta solar fotovoltaica y se mostraba como de reserva en los documentos del proyecto autorizado

para dicho módulo de generación. Por lo tanto, realmente se trata de **equipar la posición de celdas de reserva previstas en el expediente de la planta solar fotovoltaica autorizada**.



Como se puede observar en la imagen anterior, ya estaba prevista la ubicación y se dispone de espacio suficiente para instalar las 6 nuevas celdas proyectadas que forman parte del nuevo embarrado.

Además, de este modo, se obtiene un punto de medida fiscal individualizado a 30 kV para el módulo de almacenamiento, independiente del autorizado para el módulo fotovoltaico al mismo nivel de tensión.

En resumen, se realizarán las siguientes actuaciones:

- Embarrado de seccionamiento de 36 kV y 2.500 A
- 3 celdas de línea E/S con protección fusible
- 1 celda de transformador de potencia con protección de int. Automático
- 1 celda de banco de condensadores (opcional)
- 1 cuadro de medida de módulo de almacenamiento a 30 kV
- 1 cuadro de celda de transformador de potencia del nuevo embarrado
- Ampliación de cuadros de comunicación y medida a 132 kV (hibridación)
- Ampliación de cuadro de señales de control

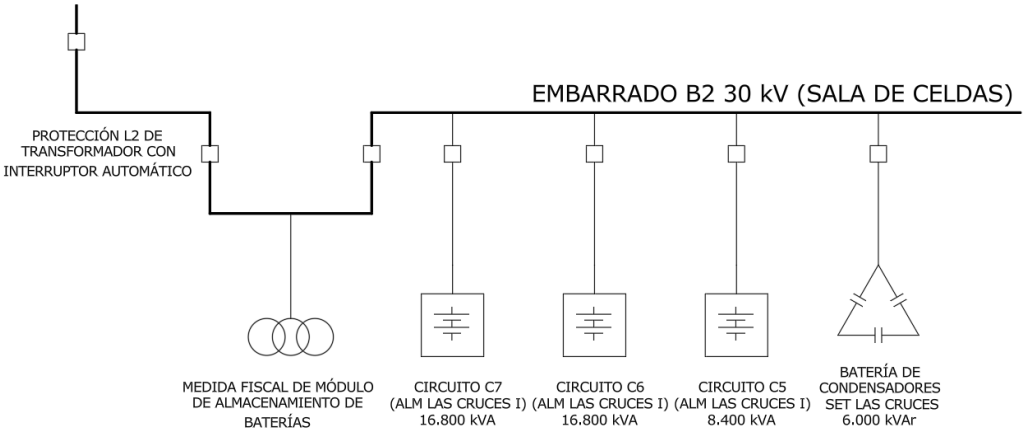
- Ampliación de cuadro de control de baja tensión auxiliar
- Ampliación de cuadro de control de instalaciones PCI

Se han tenido en cuenta en todo caso las características eléctricas de la instalación actualmente autorizada, de tal modo que se ha optado por la instalación de celdas y cuadros de control, del fabricante Siemens, modelo 8DJH36 u otras de similares características técnicas.

3.10.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL EMBARRADO DE MEDIA TENSIÓN

Se diseña un nuevo embarrado completo en el cual las celdas serán compactas, de tipo modular, conformando un sistema de celdas metálicas compartimentadas, de aislamiento y con interruptor automático en SF6.

Tanto su diseño como la construcción y ensayos cumplirán con los requerimientos de las normas correspondiente.



Presentarán las siguientes características:

- Tensión de servicio: 30 kV
- Tensión asignada: 36 kV
- Número de fases: 3
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto): 70 kV
- Nivel de aislamiento a onda de choque (1,2/50 µseg): 170 kV
- Intensidad nominal celdas 630 o 1.250 A
- Intensidad nominal barra seccionadora 2.500 A
- Corriente de corta duración, 3 seg.: 25 kA
- Valor cresta de la corriente de corta duración: 62,5 kA
- Grado de protección S/UNE 20.324: IP3X
- Ejecución resistente al arco interno: IEC-60298

Las celdas cuentan con compartimentos para cables, barras y aparamenta, segregados por medio de tabiques metálicos.

- Compartimento de Baja Tensión:

  El compartimiento de Baja Tensión, separado de la zona de Media Tensión, contiene los relés de protección y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión.

- Compartimento de Barras:

  El embarrado principal, conformado por barras de cobre electrolítico de hasta 1250 A, utiliza aislamiento sólido y apantallado puesto a tierra, está situado fuera del compartimiento de corte en SF6. Cabe señalar, que en este compartimiento se podrán conectar los transformadores de tensión para medida.

- Compartimento de aparamenta:

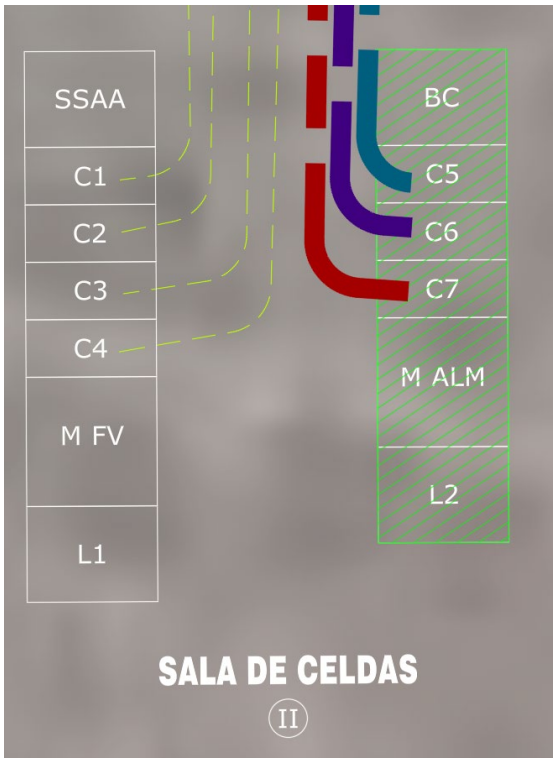
  El compartimiento de corte y/o maniobra, a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas. Éste está sellado y utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y en su interior se encuentran uno o varios de los siguientes elementos:

  - Seccionador de tres posiciones.
  - Embarrado interior y conexiones.
  - Interruptor Automático.
  - Interruptor-seccionador asociado con fusibles.

- Compartimento de cables:

  El compartimiento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión, estará situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona frontal y contiene:

  - Pasatapas para conexión de los terminales de los cables de Media Tensión.
  - Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
  - Transformadores toroidales de intensidad sobre los pasatapas.
  - Facilidades para la realización de la prueba de aislamiento de cables Media Tensión, sencilla y segura



El paso de barras generales de una celda a otra se efectúa a través de unas placas aislantes, cuyo material y diseño es tal que, a la vez que sirven de soporte, son resistentes a los efectos electrodinámicos y a la propagación del arco.

3.10.2. CELDAS DE LÍNEA

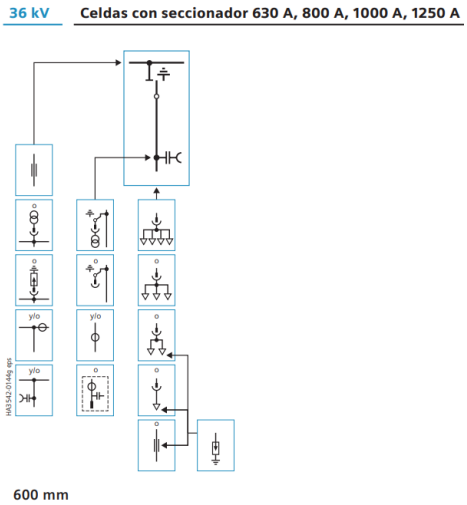
Se instalarán tres celdas de línea de media tensión, metálicas prefabricadas de interior, con embarrado aislado unido sólidamente con pantalla semiconductor y con corte en SF6, 36 kV-25 kA.

Las tres celdas estarán destinadas para la entrada-salida de tres circuitos independientes y tendrán una aparamenta de 630 A de intensidad nominal. Además, se tendrá la barra de seccionamiento Bus Bar de 2.500 A, 25 kA

En resumen, cada celda contendrá los siguientes elementos:

- Protección fusible en SF6, 36 kV-630 A-25 kA
- 3 T.I. relación de transformación y secundarios con clases y potencias de precisión según indicado en los esquemas unifilares adjuntos.
- Seccionador de P.a.T.
- Testigo de presencia de tensión para llegada de líneas colectoras.

Se seleccionan para el diseño **tres (3)** unidades del modelo **NXPLUS C36 (tipo R)**, del fabricante **SIEMENS** u otros equipos de características técnicas similares.



3.10.3. CELDA DE MEDIDA

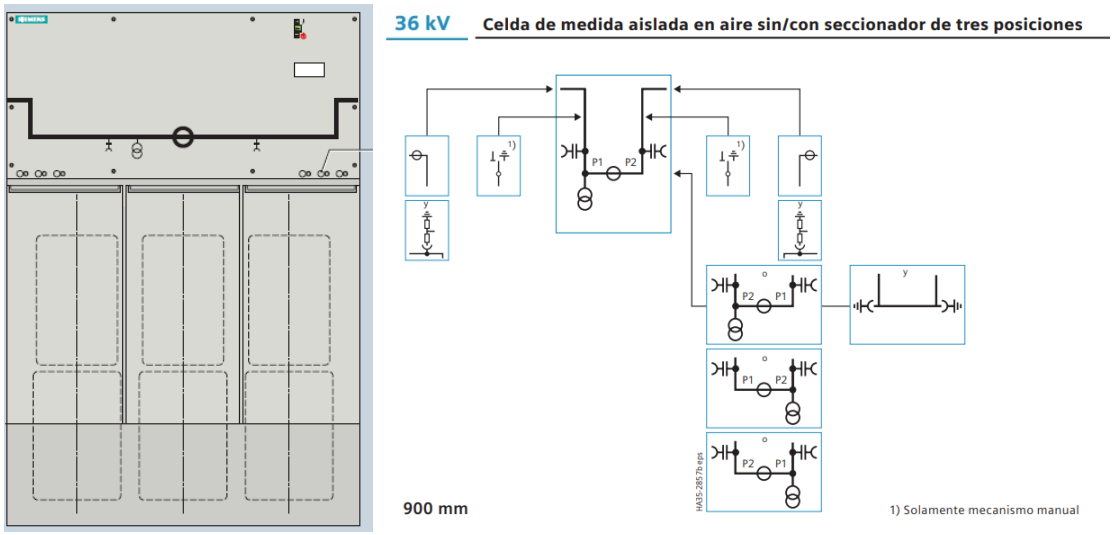
Se instalarán una celda de medida de media tensión, metálica prefabricada de interior, con embarrado aislado unido sólidamente con pantalla semiconductor y con corte en SF6, 36 kV-25 kA. con al menos los siguientes elementos interiores:

- 3 T.I. relación de transformación y secundarios con clases y potencias de precisión según indicado en los esquemas unifilares adjuntos.
- 3 T.T. relación de transformación y secundarios con clases y potencias de precisión según indicado en los esquemas unifilares adjuntos.
- Testigo de presencia de tensión para llegada de líneas colectoras.
- Acople mediante las propias barras (conexión para salida lateral a ambos lados).

La celda incorpora transformadores de intensidad y transformadores de tensión de precisión para servicios de medida, montados en compartimento específico y accesible para equipos de contaje y supervisión. Construida con envolvente metálica de alta seguridad y diseñada para su integración en conjuntos modulares de celdas de media tensión. Dispone de embarrado de paso, sistema de detección de presencia de tensión y puntos de puesta a tierra para operaciones seguras de mantenimiento. Permite la instalación de equipos de medida homologados, así como sistemas de telemedida y comunicaciones. La celda será atravesada por la barra de seccionamiento Bus Bar de 2.500 A, 25 kA

Su diseño compacto facilita la integración en centros de transformación y subestaciones de abonado, garantizando precisión metrológica, fiabilidad operativa y seguridad para el personal de explotación. Fabricada y ensayada conforme a las normas IEC aplicables a instalaciones de media tensión, adecuada para aplicaciones de medida fiscal, control energético y supervisión de redes eléctricas

Se seleccionan para el diseño **una (1)** unidad del modelo **NXPLUS C36 (tipo M)**, del fabricante **SIEMENS u otros equipos de características técnicas similares**.



3.10.4. CELDAS DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

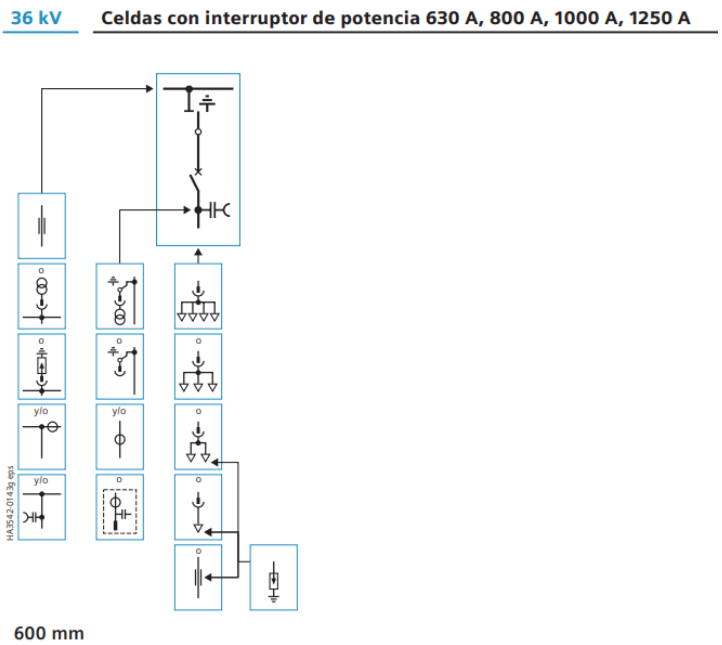
Se instalarán dos celdas de protección mediante interruptor automático de media tensión, metálicas prefabricadas de interior, con embarrado aislado unido sólidamente con pantalla semiconductor y con corte en SF6, 36 kV-25 kA. Además, las celdas contendrán la barra de seccionamiento Bus Bar de 2.500 A, 25 kA

Las dos celdas estarán destinadas para la protección de la posición del transformador de potencia del lado del módulo de almacenamiento y de la protección del banco de condensadores común previsto en el diseño previo de la subestación, para equilibrar las dos barras de seccionamiento de 30 kV de celdas.

La celda incorpora interruptor automático de vacío con seccionador y puesta a tierra de tres posiciones, garantizando maniobras seguras de conexión, seccionamiento y puesta a tierra. Dispone de envolvente metálica estanca de acero inoxidable, libre de mantenimiento y con grado de protección IP65 en las partes activas. Intensidad nominal de hasta 2.500 A y poder de corte de cortocircuito de hasta 25 kA, adecuada para la protección selectiva de líneas y redes de

distribución. Incluye sistema de detección de tensión, enclavamientos mecánicos de seguridad, compartimento para transfor-madores de medida y equipos de protección, así como posibilidad de integración de relés digitales de protección.

Se seleccionan para el diseño **dos (2)** unidades del modelo **NXPLUS C36 (tipo L)**, del fabricante **SIEMENS u otros equipos de características técnicas similares**.



Las características principales de todas las celdas del nuevo embarrado vienen reflejadas en la siguiente tabla.

Datos eléctricos comunes, presión de llenado, temperatura									
Nivel de aislamiento asignado	Tensión asignada U_r	kV	7,2	12	15	17,5	24	36	38
	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial U_d								
	– fase / fase, fase / tierra, distancia entre contactos abierta	kV	20 1)	28 2)	36	38	50	70	70
	– a través de la distancia de seccionamiento	kV	23 1)	32 2)	40	45	60	80	77
	Para la cuba de la celda aislada en gas U_p								
	– fase / fase, fase / tierra, distancia entre contactos abierta	kV	60 1)	75 2)	95	95	125	170	150
	– a través de la distancia de seccionamiento	kV	70 1)	85 2)	110	110	145	195	165
Frecuencia asignada f_r		Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Corriente permanente asignada 3) I_r	para el embarrado	hasta A	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Nivel de llenado asignado (valor absoluto) p_{re}	para la cuba de la celda aislada en gas	kPa	150	150	150	150	150	150	150
Nivel funcional mínimo (valor absoluto) p_{me}	para la cuba de la celda aislada en gas	kPa	130	130	130	130	130	130	130
Cuota de fugas de gas		%	< 0,1 por año →						
Temperatura del aire ambiente		°C	-5 hasta +55 6) →						

3.10.5. SALA DE CONTROL Y MEDICIÓN

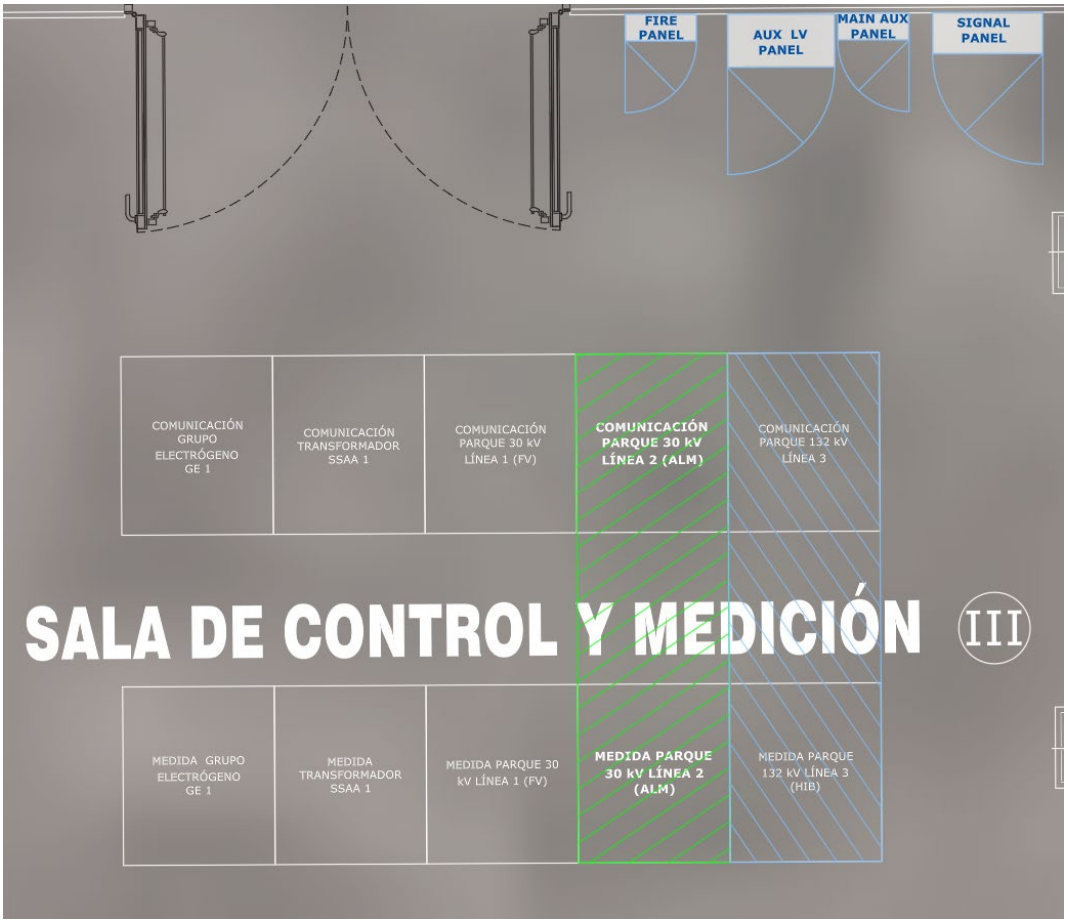
La sala de control y medición del edificio de control de la subestación eléctrica deberá ser equipada con algunos nuevos cuadros de control y ampliarse otros ya previstos.

En concreto se instalarán los siguientes nuevos cuadros:

- Cuadro de medida fiscal principal y redundante de módulo de almacenamiento a 30 kV en embarrado B2
- Cuadro de control de posición de transformador de potencia de la subestación para el embarrado B2

Además se ampliarán los siguientes equipos de control

- Ampliación de cuadros de comunicación y medida a 132 kV (hibridación)
- Ampliación de cuadro de señales de control
- Ampliación de cuadros de control de baja tensión principal y auxiliar
- Ampliación de cuadro de control de instalaciones PCI



Se instalarán o ampliarán genéricamente los siguientes equipos:

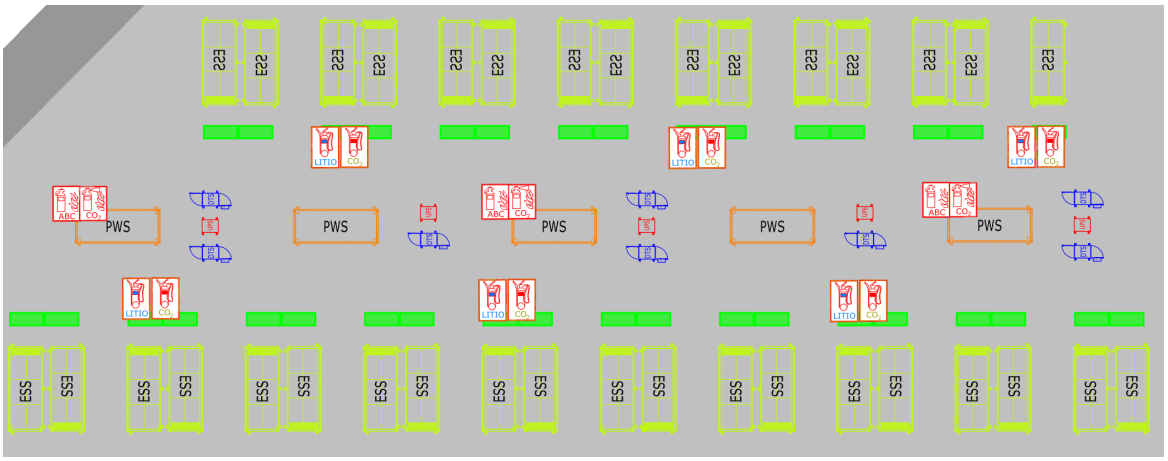
- Cuadros de Telecomunicaciones y Telecontrol. Es el enlace entre las estaciones de potencia y el despacho remoto (SCADA) de la subestación eléctrica.
- RTU (Remote Terminal Unit). Concentra las señales de estado (abierto/cerrado), alarmas y medidas de las celdas 8DJH para enviarlas vía protocolo IEC 60870-5-104 o DNP3.
- Switches y Gateways: Equipos de grado industrial para la red de comunicación interna (fibra óptica o Ethernet) entre los relés de protección.
- Módem/Router: Para la comunicación hacia el exterior (GPRS/4G, radio o fibra óptica dedicada).
- Central de Incendios. Panel que gestiona las diferentes alarmas internas de los equipos de almacenamiento, de los detectores ópticos de humos y de los pulsadores de emergencia. Preferiblemente en el exterior contará con un panel de color rojo, para diferenciarlo del resto de equipos eléctricos, montado en la pared o integrado en un algunos de los rack de la propia subestación eléctrica.

- Módulo de Control PCI. En caso de incendio, este cuadro debe enviar una señal para disparar (abrir) los interruptores de media tensión y detener los sistemas de ventilación para evitar que el oxígeno alimente el fuego.

3.11. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Además de las instalaciones de protección contra incendios propias de los equipos de almacenamiento principales, containers y skids, será necesario por normativa de aplicación tener una instalación global de protección contra incendios, interconectados todos los equipos mediante telecomunicaciones con una central de incendios para coordinar las posibles señales y alarmas. Desde la central de incendios, además, se realizarán las tareas de gestión y avisos de posibles alertas y acciones.

Será por tanto necesario instalar una serie de equipos fijos de protección frente a incendios en la instalación de almacenamiento proyectada, principalmente relativos al equipos de protección individual, extintores portátiles.



En particular, además de los equipos propios de los equipos, se propone la instalación de los siguientes equipos y sistemas de manera general, no obligatoria:

- Extintores portátiles de polvo ABC.
- Extintores portátiles de CO_2.
- Extintores portátiles de Aqualithium.
- Red perimetral de recogida de lixiviados

Se presenta en una anexo independiente un estudio previo justificativo, diseñando la instalación preliminar, de manera que se asegura que los sistemas de protección contra incendios instalados cumplen con lo establecido en el Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. De cualquier modo, se deberá presentar a las autoridades competentes, el proyecto

definitivo de las instalaciones finalmente ejecutadas, así como también otros estudios y planes de seguridad y protección que sean de aplicación antes de la puesta en marcha de la actividad.

Se muestra en la siguiente tabla, a modo de resumen, los principales elementos y equipos de protección justificados en dicho anexo independiente.

EQUIPOS DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
ELEMENTO	**CANTIDAD**
Extintor portátil de polvo ABC 5 kg	3 uds
Extintor portátil de gas CO_2 4 kg	3 uds
Extintor de carro de gas CO_2 20 kg	6 uds
Extintor de carro Ion-Litio (Aqualithium) 25 l	6 uds
Sistemas automáticos de detección en equipos de almacenamiento	de serie por fabricantes
Central de control de alarma	compartida en edificio de control

Puede consultarse también el plano específico para esta instalación de protección contra incendios en el documento de planos.

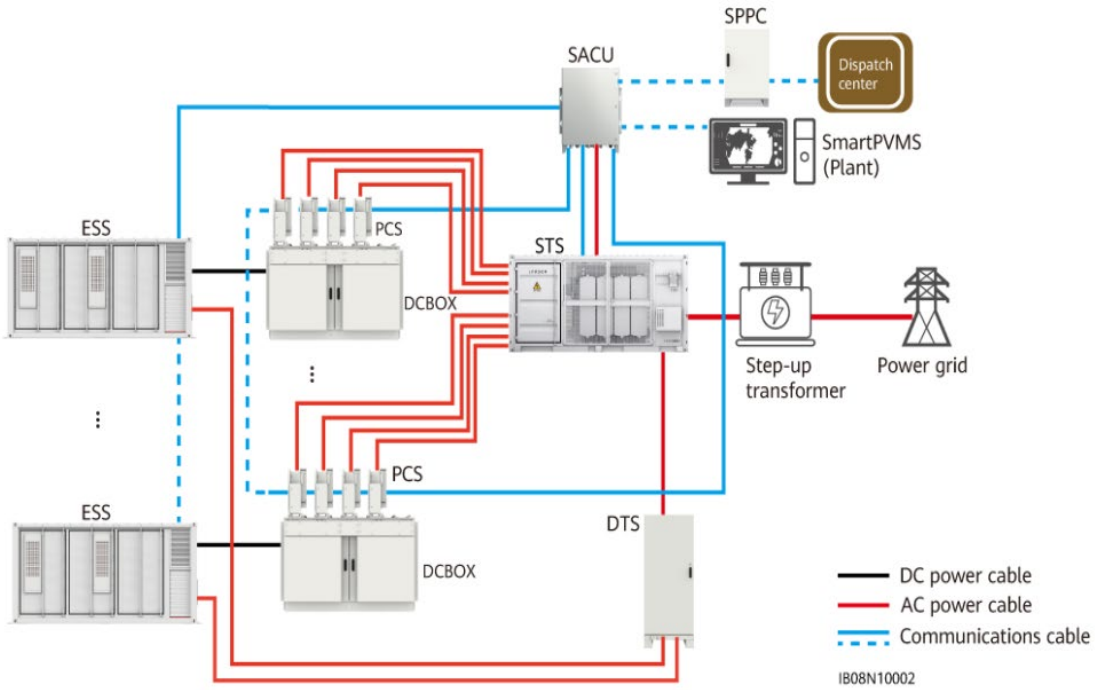
3.12. SERVICIOS AUXILIARES (SSAA)

3.12.1. INSTALACIONES DE SERVICIOS AUXILIARES

❖ **Power Plant Controller**

Se debe realizar una regulación de la potencia máxima de salida de la energía generada y de consumo en el módulo almacenamiento. Para ello se utilizará un Control de Potencia de la Instalación, o **Power Plant Controller** (PCC), por sus siglas en inglés. Con este sistema, se asegurará que la potencia generada y consumida nunca será superior a la potencia de acceso y conexión concedida, en cualquier modo de funcionamiento de la instalación hibridada en su conjunto.

Para ello, además, se conectarán las señales del módulo de almacenamiento al equipo de control de la planta fotovoltaica, mediante una red de telecomunicaciones.

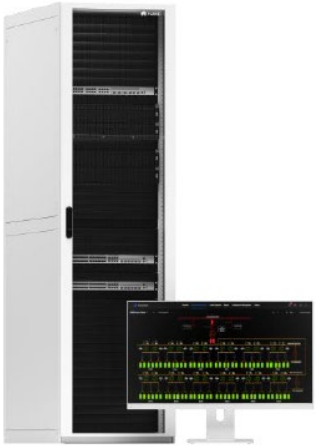


Además, este sistema servirá para automatizar el funcionamiento de la planta y optimizar el uso de la instalación de almacenamiento, de manera que se aumente el rendimiento global de la instalación. Se utilizarán equipos compatibles con el resto de los equipos comentados hasta el momento, del fabricante Sungrow, u otros de diferentes fabricantes, con características técnicas similares compatibles.

El sistema de control igualmente realizará volcados de información para poder monitorizar el funcionamiento mediane un sistema SCADA o similar, pudiendo controlar tanto presencialmente como en remoto todo el proceso productivo en estudio.

En concreto, se instalará un equipo de control global **SPMS2000 Smart Plant Management System** del fabricante HUAWEI u otro equivalente. El equipo se instalará preferentemente en la sala de control del edificio de la subestación eléctrica.

SPMS2000
Smart Plant Management System



El sistema permitirá la monitorización en tiempo real, control operativo, adquisición y almacenamiento histórico de datos, gestión de alarmas, diagnóstico inteligente y análisis avanzado del rendimiento de la instalación. Incorporará arquitectura redundante de alta disponibilidad, servidores industriales, bases de datos especializadas, electrónica de comunicaciones y equipamiento de red integrado para la gestión segura de todos los equipos de la planta. Dispondrá de herramientas de supervisión gráfica, curvas históricas de operación, control secuencial de equipos, gestión energética y optimización de los ciclos de carga y descarga de las baterías según estrategias de operación programadas. Asimismo, permitirá la integración con sistemas SCADA, EMS, inversores, sistemas BMS y demás equipos auxiliares mediante protocolos estándar de comunicación industrial.

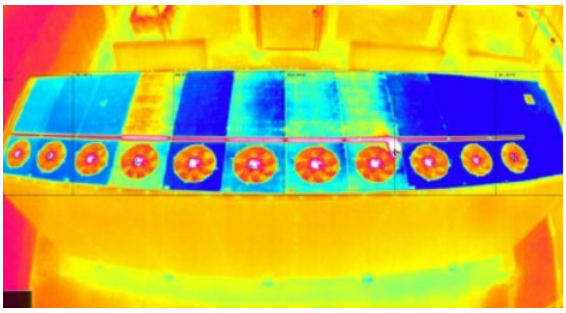
El sistema contará con funciones avanzadas de diagnóstico, análisis del estado de salud de los activos, gestión de alarmas y ciberseguridad conforme a estándares internacionales, garantizando una explotación segura, eficiente y fiable de la planta de almacenamiento energético. Incluyendo en la instalación las licencias de software, configuración, pruebas funcionales, documentación técnica y formación básica de operación.

Mediante la combinación de equipos de almacenamiento de energía, conversión de energía y dispositivos electrónicos de control, junto con un funcionamiento y mantenimiento inteligentes, se contribuye a facilitar la instalación y la operación y mantenimiento con un diseño de seguridad sistemático que garantiza además un rendimiento más eficiente de la batería y una vida útil más larga.

- **Sistemas de seguridad**

Se realizará un análisis de los sistemas de seguridad previstos a instalar en la planta solar, con el objeto de valorar la posibilidad de existencia de puntos ciegos en el sistema de seguridad autorizado con respecto a las nuevas instalaciones de almacenamiento a implantar, de tal modo que, en caso de ocasionarse dichos puntos ciegos, se deberá ampliar el sistema con la instalación de los equipos necesarios para subsanar dicho sistema.

Se instalarán no obstante algunos elementos específicos de seguridad adicional, como cámaras térmicas y de infrarrojos, que además de servir de vigilancia anti-intrusismo, también puedan aportar información acerca de la seguridad interna en la instalación.



- **Sistema de alumbrado**

Se realizará un estudio de luminosidad considerando la luminaria a implantar en la propia planta solar, con el objeto de valorar y cuantificar la necesidad de ampliación del sistema de alumbrado exterior de las nuevas instalaciones proyectadas.

- **Sistema de climatización y A.C.S.**

Los containers de baterías y las casetas de telecomunicaciones disponen de sus propios equipos de climatización, principalmente refrigeradores, mientras que en las estaciones de potencia y las casetas de transformadores se incluyen equipos de ventilación únicamente, según los manuales facilitados por el fabricante. Estos equipos en todo caso vendrán instalados de serie por los propios fabricantes de los equipos.

No se consideran necesarios sistemas de acumulación o distribución de agua caliente sanitaria.

❖ Equipos y Redes de Telecomunicaciones

Todos los equipos principales tendrán conexiones con la red de telecomunicaciones prevista a instalar, tanto para el control de funcionamiento como para la gestión y comunicación de posibles alarmas. Además, estas señales se llevarán hasta los paneles de mando a instalar en el edificio de control de la subestación eléctrica.

Para la correcta distribución de las señales de telecomunicaciones y de control, así como para la ubicación de equipos UPS para alimentación de cargas críticas del módulo de almacenamiento, se instalarán casetas técnicas para albergar estos equipos de manera conjunta y segura por todo la implantación diseñada.

En concreto, se instalarán seis **(5) casetas técnicas (MTS)** de telecomunicaciones y sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) para planta BESS, basada en solución **Huawei MTS9000A** o equivalente, destinada al alojamiento y protección de los equipos de comunicaciones, control, supervisión, automatización, ciberseguridad, redes industriales y sistemas auxiliares de alimentación de la instalación. La partida comprende el suministro completo de la caseta, sistema UPS de 2 kVA y 2,4 kWh de capacidad para la alimentación de las cargas críticas, cuadros auxiliares, distribución eléctrica interior, sistema de climatización, iluminación, cableado interno y elementos de monitorización.

La caseta estará constituida por envolvente metálica modular de exterior fabricada con paneles tipo sándwich de alto aislamiento térmico, preparada para servicio permanente en condiciones ambienta-les severas. Dispondrá de cerradura de seguridad normalizada, acceso frontal para operación y mantenimiento, iluminación interior, sensores de supervisión y espacio destinado a la instalación de equipos de telecomunicaciones, electrónica de control, sistemas SCADA, switches industriales, equipos de comunicaciones, routers, sistemas de protección y alimentación ininterrumpida (UPS). La envolvente contará con grado de protección IP55 para garantizar la protección frente a la entrada de polvo y agua en instalaciones exteriores.

El sistema incorporará climatización y control térmico mediante equipos de aire acondicionado de corriente continua y/o sistemas termoeléctricos de alta eficiencia, alimentados a -48 Vdc, garantizando las condiciones ambientales adecuadas para el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos. La solución incluirá control de temperatura y humedad, así como capacidad para integrar sensores de intrusión, apertura de puerta, inundación, humo y condiciones ambientales para su supervisión remota.

- **Equipos Informáticos de Control y Medidas**

En la sala de control del edificio autorizado se instalarán nuevos equipos informáticos para el control de la planta hibridada y para la realización de medidas continuas de todos los parámetros observables de las instalaciones, incluidas la producción instantánea de los dos módulos que componen la instalación y de la instalación total hibridada, de manera independiente.

- **Estación Meteorológica**

No será necesaria la implementación de una nueva estación meteorológica, pues se considera suficiente la instalación prevista en la planta solar, ya que el módulo de almacenamiento se encuentra dentro del vallado previsto.

3.12.2. POTENCIA PREVISTA Y SUMINISTRO DE SERVICIOS AUXILIARES

Según los equipos instalados en el sistema de almacenamiento y también teniendo en cuenta las instalaciones auxiliares necesarias, será necesario disponer de una red de baja tensión para el suministro de los servicios auxiliares de la planta de almacenamiento proyectada.

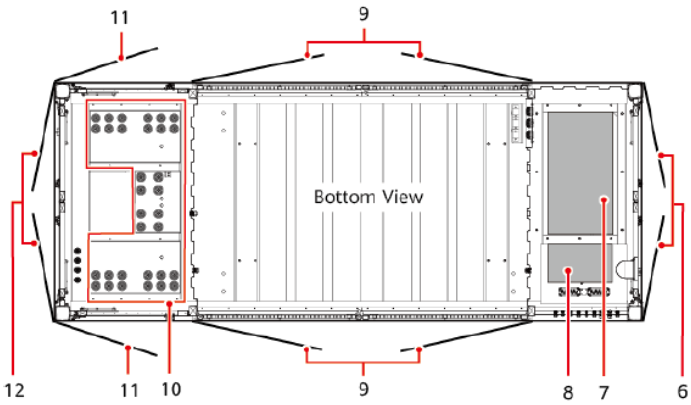
Para cuantificar esta necesidad de potencia, se ha hecho una valoración sobre las necesidades de los equipos e instalaciones principales, siendo la potencia prevista necesaria para los servicios auxiliares, la reflejada en la siguiente tabla.

POTENCIA PREVISTA PARA EL SUMINISTRO DE SERVICIOS AUXILARES			
ELEMENTO	**UNIDADES**	**POTENCIA INDIVIDUAL (kW)**	**POTENCIA TOTAL (kW)**
Skid de Centros de Transformación	5	5,00	25,00
Container de Baterías de Litio	35	45,00	1.575,00
TOTAL (kW)			**1.600,00**

La potencia total prevista de suministro de servicios auxiliares es de **1.600 kW**.

De esta potencia necesaria, se ha previsto que las estaciones de potencia tengan su propio transformador de SSAA para los servicios prioritarios, mientras que la alimentación principal del resto de los equipos se lleve a cabo desde unas casetas específicas para esta distribución de energía auxiliar.

En concreto, cada estación de potencia JUPITER 9000K-H0 dispondrá de 1 transformador de SSAA de 5 kVA 0,8/0,4 kV conectado al cuadro de baja tensión del propio equipo, teniendo por tanto un total de **5 transformadores de 5 kVA** en el interior de los PWS, con una potencia total de 30 kVA entre todos los equipos.



(1) Low-voltage room (LV)	(2) Transformer room (TR)	(3) MV room (MV)
(4) Installation position for the UPS	(5) Installation position for the Smart Array Controller (SACU)	(6) Double-swing door for the MV room
(7) Ring main unit	(8) Auxiliary transformer	(9) Double-swing screen door for the TR room
(10) Holes for AC output power cables	(11) Single-swing door for the LV room	(12) Double-swing door for the LV room

Además, y como sistema principal de distribución de SSAA de toda la planta de almacenamiento, también se contará con equipos específicos de alimentación de servicios auxiliares para el sistema de almacenamiento energético proyectado.

En particular, se contará con nueve **(8) casetas de suministro y distribución (DTS)** de la red de servicios auxiliares, modelos **DTS-200K-D0** del fabricante Huawei, u otros de similares características técnicas.

Se trata de un equipo compacto, situado en el interior de una envolvente metálica prefabricada con protección IP55, equipado con transformador seco de distribución de **210 kVA**, tensión de entrada 800 Vac y salidas de 400 Vac trifásica y 230 Vac monofásica para alimentación de consumos auxiliares, sistemas de control, comunicaciones, climatización, iluminación y

servicios generales de planta. El transformador dispone de grupo vectorial Dyn11yn11, devanados de aluminio, clase de aislamiento H, regulación ±2 × 2,5 % y refrigeración forzada por aire (AF), garantizando elevada fiabilidad y eficiencia operativa.

La unidad incorpora cuadro de distribución de baja tensión con cinco interruptores automáticos de caja moldeada (MCCB), cada uno destinado a la alimentación de dos circuitos de salida, protecciones contra sobretensiones transitorias tipo II, protección térmica del transformador y sistema de supervisión mediante contactos secos para integración en sistemas de control y monitorización de planta. El cableado de entrada y salida se realiza por la parte inferior del equipo, facilitando la ejecución de canalizaciones y conexiones en campo.

El total de potencia instalada en los transformadores de estos 8 equipos es de 1.680 kVA, que sumados a los 25 kVA de los transformadores de los PWS, hacen un **total de 1.705 kVA instalados en transformadores de servicios auxiliares**, suficientes para dar servicio a todas las instalaciones proyectadas a su máxima potencia de demanda de energía.

La instalación de transformación y suministro de SSAA cumplirá en todo caso las prescripciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Reglamentarias (ITC), sobre todo en lo relativo a la configuración de protecciones y materiales e instalación de los conductores eléctricos.

4. ACTUACIONES OBRA CIVIL

Se realizarán una serie de ejecuciones de tipo civil sobre la zona de actuación las cuales se describen en este apartado. Previamente se adecuará, allanará y compactará el terreno existente, para posteriormente ejecutar los distintos elementos complementarios que forman parte de la instalación de almacenamiento en estudio, como son el vallado, cimentaciones, zonas de trabajo, zanjas, entre otras.

4.1. VIALES INTERIORES Y DE ACCESO

Se implantará un **camino interno perimetral** al módulo de almacenamiento, el cual se conectará con los viales de mantenimiento autorizados de la planta fotovoltaica mediante dos cuñas de incorporación, en el interior del recinto vallado, que permitirá el tránsito de vehículos pesados, de modo que sea posible el acceso tanto para la fase de construcción de la instalación, como el para posteriormente las tareas de mantenimiento de los equipos de almacenamiento.

La longitud del camino perimetral aproximada será de **181 metros**, ocupando una superficie de unos 1.003 m^2.

La compactación será alta debido a los amplios pesos de muchos de los equipos eléctricos necesarios para el sistema de almacenamiento, sobre todo de las baterías de litio. Puede observarse de este camino de acceso propuesto en los planos de layout de las instalaciones.

4.2. ACTUACIONES SOBRE EL TERRENO

A modo de resumen se tendrán las siguientes actuaciones sobre el terreno de la instalación proyectada ordenadas en orden cronológico de ejecución:

- Actuaciones previas (desbroce, allanado, compactación)
- Preparación de campamento de obras y zona de almacenamiento temporal
- Zanjas de líneas eléctricas enterradas
- Cimentación de equipos, casetas y otros elementos
- Pavimentación de zona de trabajo
- Esparcimiento y compactación de zahorra y gravilla en zonas sin uso específico

4.2.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Se ha realizado un **estudio topográfico interno previo** de todas las zonas actuadas, de manera que, según las elevaciones del terreno actuales, se ha seleccionado la zona de implantación más favorable para la ubicación de los equipos de almacenamiento más pesados principalmente. Se han diseñado las instalaciones de manera que la mayor cantidad de tierra pudiera ser aprovechada en la obra global, y **no haya que evacuar ni aportar cantidades de tierra significativas en las obras de la instalación.**

Con estas bases de diseño, teniendo en cuenta las condiciones de instalación establecidas por todos los fabricantes, se han propuesto una serie de **movimientos de tierra** necesarios para la implantación de todos los elementos previstos en la instalación de almacenamiento. Se muestra el resultado final obtenido para las diferentes zonas de la instalación en la siguiente tabla.

TABLA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS TOTALES POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO				
ELEMENTO	**EXCAVACIÓN (m^3)**	**RELLENO (m^3)**	**NETO (m^3)**	
Nivelación del terreno para implantación de equipos	363,87	270,58	**-93,29**	EXCAVACIÓN
Regularización superficial para cimentaciones	224,79	78,51	**-146,28**	EXCAVACIÓN
Ejecución de zanjas de líneas eléctricas internas	745,72	708,44	**-37,29**	EXCAVACIÓN
Ejecución de zanjas de líneas subterráneas de conexión	94,32	84,89	**-9,43**	EXCAVACIÓN
Camino interno adicional para módulo de almacenamiento	50,16	225,71	**175,55**	RELLENO
TOTAL (m^3)	**1.478,86**	**1.368,13**	**-110,73**	**EXCAVACIÓN**

Dando por tanto una resultante de **tierras sobrantes de 110,73 m^3**, según la compensación y suma de todas las actuaciones proyectadas, las cuales deberán ser gestionadas de manera adecuada.

Se estudiará durante las obras de construcción la posibilidad de utilización de este sobrante de tierras, o incluso su esparcimiento por el propio terreno actuado, si fuera esto posible, de manera que fuera tratado como residuo generado la menor cantidad final disponible sin aprovechamiento.

4.2.2. ACONDICIONAMIENTOS DEL TERRENO Y CIMENTACIONES

Será necesario realizar una nivelación superficial de la zona de implantación del módulo de almacenamiento, mediante la ejecución de pequeños taludes y terraplenes laterales, según la inclinación específica del terreno.

Debido a la pendiente favorable de la zona seleccionada para las instalaciones de los equipos, se aseguran unos movimientos de tierras muy pequeños relativos a esta circunstancia, que por tanto no implicarán una modificación sustancial de la orografía actual de la propia superficie actuada. Además, la ubicación de todos los equipos dentro de la misma zona de trabajo nivelada posibilita simplificar mucho el acondicionamiento necesario del suelo.

En lo que respecta a las cimentaciones, las de los equipos eléctricos de almacenamiento (containers de baterías y skids de transformación) será mediante zapatas de hormigón armado, según las especificaciones técnicas del fabricante, mientras que la de las casetas auxiliares y racks de inversores se ejecutarán mediante losas de hormigón simples o zapatas corridas.

Adicionalmente, la zona de trabajo tendrá una capa de pavimento superior, de cemento o un material técnico similar, no teniendo por tanto la consideración de cimentación realmente, sino de acabado superficial impermeable.

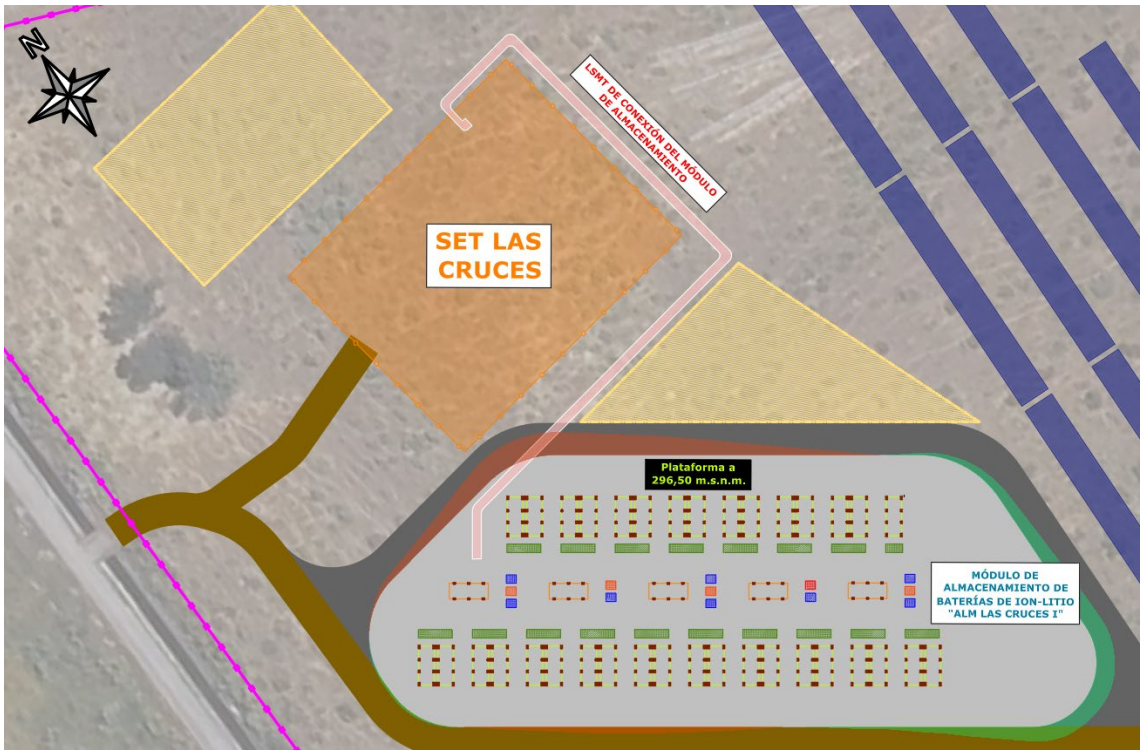
Las cimentaciones y compactaciones serán ejecutadas considerando las especificidades del terreno, las características de instalación de los fabricantes y los aspectos estándar siguientes:

- Zona de actuación: se eliminará la capa superficial del terreno y excavación necesaria, en función de las cargas de los edificios y de las propiedades del suelo, para una posterior compactación de terreno hasta llegar a un nivel de deformación de al menos Md=300 Kg/cm^2.
- Zona de trabajo: se debe diseñar y construir la base de los edificios de acuerdo con los detalles proporcionados por el fabricante y teniendo en cuenta las propiedades del suelo y las normas locales. Se establecerá una base de zahorra de al menos 20 cm de espesor compactada, para llegar a un módulo de deformación de al menos Md=800 Kg/cm^2.
- Zapatas de hormigón: Se dispondrá zapatas de hormigón armado calculada según con los estándares del fabricante de los equipos y códigos locales.

Algunas de estas cimentaciones y compactaciones ya han sido comentadas en anteriores apartados, siendo las cantidades globales calculadas las mostradas en la siguiente tabla general, a modo de resumen.

SUPERFICIES ACTUADAS MEDIANTE EL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y/O IMPLANTACIÓN DE CIMENTACIONES PARA LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO		
ELEMENTO	**ACONDICIONAMIENTO (m^2)**	**CIMENTACIÓN (m^3)**
DESBROCE PREVIO DE VEGETACIÓN	5.138,69	-
ZONAS DE DESMONTE PARA NIVELACIÓN	234,09	-
ZONAS DE TERRAPLÉN PARA NIVELACIÓN	178,26	-
CAMPAMENTO OBRAS Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL	1.802,67	-
CAMINOS INTERNOS PLANTA DE ALMACENAMIENTO	1.003,17	-
ZANJA CIRCUITOS ELÉCTRICOS INTERNOS BT Y SSAA	607,46	-
ZANJA CIRCUITOS ELÉCTRICOS INTERNOS MT	105,00	-
ZANJA LÍNEAS SUBTERRÉNAS DE CONEXIÓN MT	187,33	1,50
ZONA DE TRABAJO PAVIMENTADA (*capa superficial)	4.155,30	20,78
EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	847,57	131,24
TOTAL (m^2|m^3)	**14.259,54**	**153,52**

Nótese que, durante las obras de construcción, se ha reservado zona de campamento, para el acopio de materiales y equipos y la ubicación de las casetas temporales y/o vehículos, durante la duración de las obras de construcción, marcadas en amarillo en la siguiente captura.



5. AFECCIONES A ORGANISMOS POR LA IMPLANTACIÓN DE LAS INSTALACIONES

5.1. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Para la implantación de las instalaciones proyectadas, se podrán ocasionar una serie de afecciones, temporales o permanentes, a diferentes elementos del entorno, interiores o exteriores a la instalación eléctrica en estudio, cuya naturaleza intrínseca exija un determinado nivel de conservación y actuación, y cuyos organismos sustantivos específicos indiquen respetar para cada elemento en particular.

Estas afecciones son similares a las ya autorizadas para la planta solar fotovoltaica y por tanto no se vuelven a considera afectados los organismos responsables.

En resumen, se estima solamente afección al siguiente organismos cuyos elementos de dominio puedan verse afectados por la instalación en estudio:

- **Excmo. Ayuntamiento de Plasencia**

5.2. RESUMEN DE AFECCIONES

Se distinguen en este proyecto varios tipos de afecciones generales:

- **Acceso** a las instalaciones de almacenamiento (punto de acceso y utilización de carreteras y caminos), desde carretera autonómica y por camino de servicio. También utilización y posible adecuación de badén de paso actual sobre el canal de riego.
- Afecciones de las instalaciones de la instalación de almacenamiento por **cercanía** (ubicación de elementos constructivos) a elementos del entorno, en concreto a camino se servicio y canal de regantes.

Se listan a modo de resumen en esta memoria del proyecto, las afecciones previstas con los elementos existentes del entorno, mediante una tabla de las **afecciones previstas localizadas de las instalaciones del módulo de almacenamiento proyectado,** desarrollando cada afección independientemente de manera razonada.

AFECCIONES A ELEMENTOS DEL ENTORNO DE PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA *"HIB LAS CRUCES I"* MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO [TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA]					
#	**NOMBRE Y REFERENCIA CATASTRAL**	**TÉRMINO MUNICIPAL**	**IDENTIFICACIÓN ELEMENTO**	**AFECCIONES LOCALIZADAS**	**MISMA AFECCIÓN QUE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA AUTORIZADA**
#AF01	Carretera EX-370 (P.K. 6+700) [10151A043090140000WA] [10151A041090080000WM]	Plasencia	Carretera autonómica	Construcción de plataforma en carretera autonómica para utilización durante las obras de construcción y desarrollo futuro de la actividad. Mismo punto de acceso que autorizado para planta solar fotovoltaica hibridada y diseño básico de plataforma consensuado en su fase previa inicial con el organismo responsable.	SI
#AF02	Carretera de Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) [10151A041090060000WT]	Plasencia	Camino de servicio	Utilización de camino de servicio pavimentado para ruta de acceso a instalación proyectada durante las obras de construcción y desarrollo de la actividad. Misma ruta de acceso que autorizada para planta solar fotovoltaica hibridada.	SI
#AF03	Canal de Riego Secundario de la Margen Izquierda del Río jerte [10151A041090110000WM]	Plasencia	Canal de Riego Badén sobre canal.	Retranqueo de vallado y construcciones de instalaciones proyectadas fuera de zona de afección de canal y utilización con posible reforma y adecuación de uso de badén existente sobre canal para acceso final a las instalaciones. Retranqueo y punto de acceso ya autorizado para planta solar fotovoltaica hibridada.	SI

5.3. CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA

Según lo dispuesto en la Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de Ordenación Territorial y Urbanística Sostenible de Extremadura (**LOTUS**), modificada por el Decreto-Ley 10/2020, de 22 de mayo, de medidas urgentes para la reactivación económica en materia de edificación y ordenación del territorio destinadas a dinamizar el tejido económico y social de Extremadura, para afrontar los efectos negativos de la COVID-19, se consideran usos autorizables aquellos no prohibidos expresamente por el planeamiento mediante su identificación nominal concreta o mediante su adscripción a uno de los grupos o subgrupos de usos del art. 5.5 de la Ley, dependiendo su autorización, en última instancia, de que quede acreditada su compatibilidad con la conservación de las características ambientales, edafológicas o los valores singulares del suelo […].

En relación con los **usos autorizables**, el artículo 67, de Usos y actividades en suelo rústico establece que:

1. En el suelo rústico se distinguen los siguientes tipos de usos: naturales, vinculados, permitidos, autorizables y prohibidos.

(…)

5. Se consideran usos autorizables, aquellos usos distintos de los usos naturales del suelo, cuando el planeamiento no los catalogue expresamente como vinculados, permitidos o prohibidos, y, en cualquier caso:

(…)

e) la producción de energías renovables, con la excepción recogida en el apartado 4.d) del presente artículo.

En lo que respecta al normativa municipal, según consulta al Sistema de Información Territorial de Extremadura (SITEX), la figura urbanística vigente en este municipio es el Plan General Municipal, con fecha de publicación del 30 de julio de 2015. Actualmente también se encuentra en tramitación el Plan Territorial Riberos del Tajo – Plasencia.

Para la ubicación seleccionada de las instalaciones, según la normativa municipal referida, se catalogan las superficies de implantación fotovoltaica como suelo no urbanizable de protección natural ecológica (SNUP-N5).

En la normativa refundida vigente, con fecha de actualización de 17 de noviembre de 2022, dentro de los usos permitidos en este tipo de suelo, según el artículo 11.2.1, en el grupo H, se considera como **autorizables**:

… Instalaciones destinadas a la obtención de energía a partir de cualquier fuente derivada de recursos naturales renovables sin efecto contaminante, siempre que las instalaciones permitan su desmantelamiento y la plena reposición del suelo a su estado natural.

Corresponde con la categoría IP-5 de la clasificación de usos del título 4 de la presente Normativa. Entre ellas, sin perjuicio de la inclusión en este grupo de usos de otras, cabe destacar:

- *Instalaciones de producción de energía fotovoltaica;*
- *Instalaciones de producción de energía eólica;*
- *Instalaciones de producción de energía termosolar;*
- *Instalaciones de producción de energía hidráulica (molinos);*
- *Instalaciones de producción de energía por biomasa.*

Según el informe urbanístico del Excmo. Ayuntamiento de la ciudad de Plasencia que ser recibió por parte del promotor durante la tramitación del módulo de generación fotovoltaico, el propio técnico urbanístico que redactó el actual plan general municipal de la ciudad considera que los usos de captación de energía solar mediante paneles fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica, así como el resto de usos catalogados dentro del Grupo H, son **usos autorizables** en la categoría SNUP-N5 de Suelo No Urbanizable del PGM de Plasencia, haciendo suyas también estas conclusiones por parte de la Junta de Gobierno Local del Ayuntamiento de Plasencia en consejo posterior.

Por tanto, según todos los condicionantes establecidos en la normativa autonómica y municipal, actualmente vigente, se observa que nos encontraremos con una catalogación de **USO AUTORIZABLE** para las instalaciones proyectadas, que se tratan de la hibridación de la planta solar fotovoltaica autorizada mediante la inclusión de un módulo de baterías de ion-litio.

5.4. CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura, establece que será de aplicación la normativa estatal en lo referente a la clasificación ambiental de las instalaciones.

Por ello, según se establece, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, establece, en su artículo 7 de Ámbito de aplicación de la evaluación ambiental, que:

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

a) Los proyectos comprendidos en el anexo II

En el Anexo II, de Proyectos sometidos a la evaluación ambiental **simplificada** regulada en el título II, capítulo II, sección 2.ª, se encuentra recogida la siguiente actividad:

Grupo 4. Industria Energética

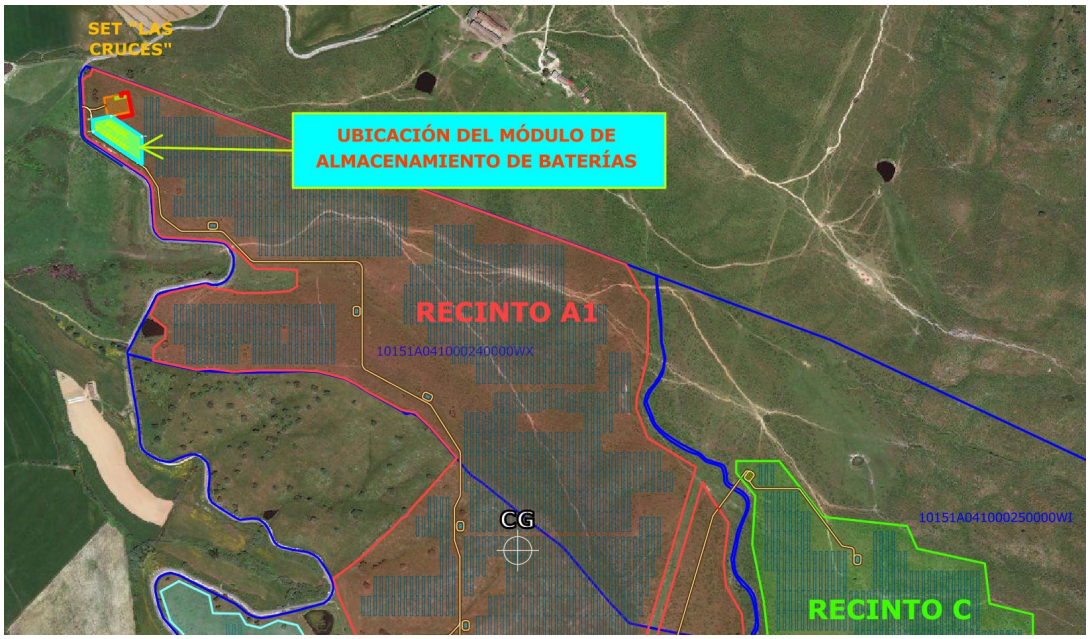
n) Almacenamiento energético stand-alone a través de baterías electroquímicas o con cualquier tecnología de carácter hibridado con instalaciones de energía eléctrica.

No obstante lo anterior, la incorporación de un módulo de almacenamiento electroquímico en una hibridación quedará exenta del trámite de evaluación de impacto ambiental simplificada siempre que dicho almacenamiento se sitúe dentro de la poligonal evaluada ambientalmente en el proyecto energético original y siempre que este proyecto original cuente con declaración de impacto ambiental favorable o, en su caso, informe de impacto ambiental favorable

Las actuaciones contempladas en el proyecto consisten en la hibridación de una planta solar autorizada mediante la incorporación de un módulo de baterías de litio (electroquímicas), para el almacenamiento de energía y su posterior venta a la red, por lo que, la actividad se encontraría sometida al procedimiento de evaluación ambiental simplificada, definido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y en la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

No obstante, hay que tener en consideración que la ubicación del módulo de almacenamiento a implantar para la hibridación, así como el resto de infraestructuras de conexión con la planta solar fotovoltaica a hibridar, se encuentran **dentro de la propia poligonal definida por uno de los vallado de la planta solar fotovoltaica autorizada**, el cual no se modifica

en ningún caso. En particular, se cuenta con la RESOLUCIÓN de 3 de abril de 2026, de la Dirección General de Sostenibilidad, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto de instalación solar fotovoltaica "LAS CRUCES I", a realizar en el término municipal de Plasencia (Cáceres). Expte.: **IA26/0079.**



Se entiende por tanto que los terrenos afectados ya se encuentran evaluados ambientalmente y que por ello también se consideran aptos para las implantaciones solicitadas en este proyecto de hibridación de la planta solar fotovoltaica autorizada, para un uso autorizable del suelo rústico, según la normativa de aplicación.

En consecuencia, se considera debidamente justificada la exención de evaluación ambiental para las instalaciones bajo el alcance del proyecto técnico constructivo de referencia.

6. SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA

Para realizar una simulación de la instalación durante su futuro funcionamiento y así poder observar convenientemente su posible rentabilidad, se ha realizado una simulación de operación de los equipos instalados con las condiciones de diseño, mediante cálculos específicos de rendimiento y capacidad.

En concreto, el sistema de almacenamiento se ha diseñado para un funcionamiento óptimo según el estudio previo de viabilidad según el mercado actual, de un número determinado de ciclos completos de funcionamiento, **1,3 ciclos de carga y 1,3 ciclos de descarga** completos, por día y año, de los cuales se prevé que la mitad de los ciclos de carga, se realice exclusivamente a través de la producción de la planta solar fotovoltaica mientras que el restante ciclo de carga se realice también exclusivamente mediante importación de energía desde la red de transporte.

De este modo se procede a realizar un análisis sobre el funcionamiento de la planta solar hibridada, considerando los ciclos de carga u descarga del sistema de almacenamiento. Finalmente, se han estudiado las posibles pérdidas y necesidades de consumos auxiliares y la profundidad de descarga máxima de diseño establecida para las baterías (COD) para poder alargar la vida útil de las mismas, obteniendo los siguientes casos de funcionamiento:

- **Caso 1 (Generación mediante baterías):** El sistema solar fotovoltaico no produce energía, y el sistema de almacenamiento se encuentra completamente cargado. En este caso el sistema de almacenamiento funcionará a plena carga.
- **Caso 2 (Generación conjunta de módulos):** El sistema solar fotovoltaico produce energía, pero este no se encuentra funcionando a plena carga, y el sistema de almacenamiento se encuentra con suficiente capacidad.
- **Caso 3 (Generación solar fotovoltaica):** El sistema solar produce energía y se encuentra funcionando según la energía demandada por la red, y el sistema de almacenamiento se encuentra completamente cargado. En este supuesto únicamente se encontraría en funcionamiento la planta solar, quedando el sistema de almacenamiento en modo de reserva.
- **Caso 4 (Peak Shaving – Guardado de Excedentes):** El sistema solar fotovoltaico produce energía superior a la demandada por la red y el sistema de

almacenamiento no se encuentra totalmente cargado. En este caso, se emplearán los excedentes de la energía producida en la planta solar fotovoltaica para cargar el sistema de almacenamiento.

- **Caso 5 (Carga desde planta fotovoltaica):** El sistema solar fotovoltaico produce alguna cantidad de energía que no es demandad por la red y el sistema de almacenamiento no se encuentra totalmente cargado. En este caso, se empleará la generación de la energía producida en la planta solar fotovoltaica para cargar el sistema de almacenamiento.
- **Caso 6 (Carga desde la Red):** El sistema solar fotovoltaico no produce energía y el sistema de almacenamiento se encuentra descargado, contando únicamente con la potencia de profundidad de descarga recomendada.

Tras el análisis de los casos supuestos anteriormente, se detallarán a continuación los resultados cuantificados de la generación y consumo previstas, según los datos de partida y según las condiciones de diseño propuestas.

Se muestra en primer lugar mediante la siguiente tabla, los datos técnicos de funcionamiento previstos del módulo de almacenamiento proyectado.

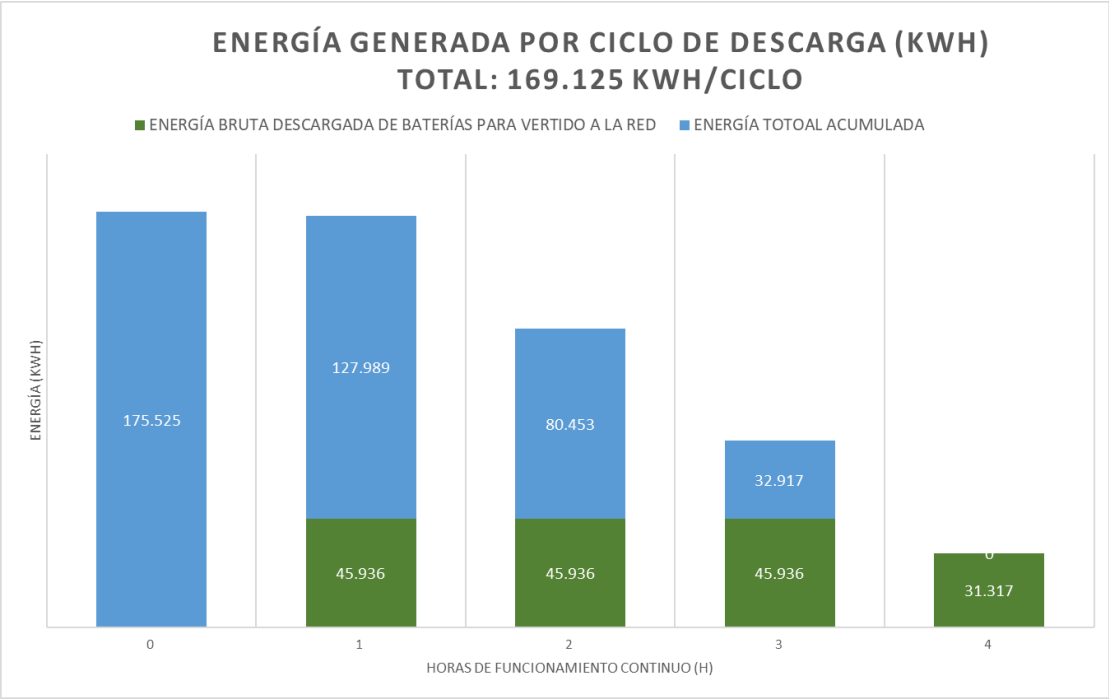
CUADRO RESUMEN DE DATOS TÉCNICOS DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO		
Potencia Nominal instalada en inversores del módulo de Almacenamiento	**42.000**	kVA
Capacidad Bruta almacenable en baterías del módulo de Almacenamiento	**175.525**	kWh
Potencia instalada en transformadores de Servicios Auxiliarles del módulo de Almacenamiento	**1.600,00**	kW
Profundidad de Carga máxima de seguridad para el mantenimiento de baterías (COD)	**95,00**	%
Eficiencia Mínima de diseño de los ciclos de funcionamiento de Carga/Descarga	**95,50**	%
Pérdidas eléctricas totales de instalación de conexión hasta POI	**4,45**	%
Capacidad Neta utilizable de las baterías del módulo de Almacenamiento en POI	**152,16**	MWh
Potencia máxima de Generación en POI para el Sistema de Almacenamiento	**42,00**	MWn
Duración teórica máxima del ciclo de Descarga (Generación)	**3,56**	h
Duración estándar de diseño del ciclo de Descarga	**4,00**	h
Capacidad Neta recargable de las baterías del módulo de Almacenamiento	**166,75**	MWh
Potencia máxima de Consumo en POI para el Sistema de Almacenamiento	**42,00**	MWn
Duración teórica máxima del ciclo de Carga (Consumo)	**3,97**	h
Duración estándar de diseño del ciclo de Carga	**4,00**	h
Energía Vertida en POI por ciclo de descarga estándar	**169,13**	MWh
Energía Consumida en POI por ciclo de carga estándar	**180,33**	MWh
Ciclos diarios de Carga/Descarga óptimos según estudio de viabilidad económico	**1,30**	ciclos/día
Energía Vertida anualmente con 1,3 ciclos de Descarga/día	**80,25**	GWh
Energía Consumida anualmente con 1,3 ciclos de Carga/día	**85,56**	GWh

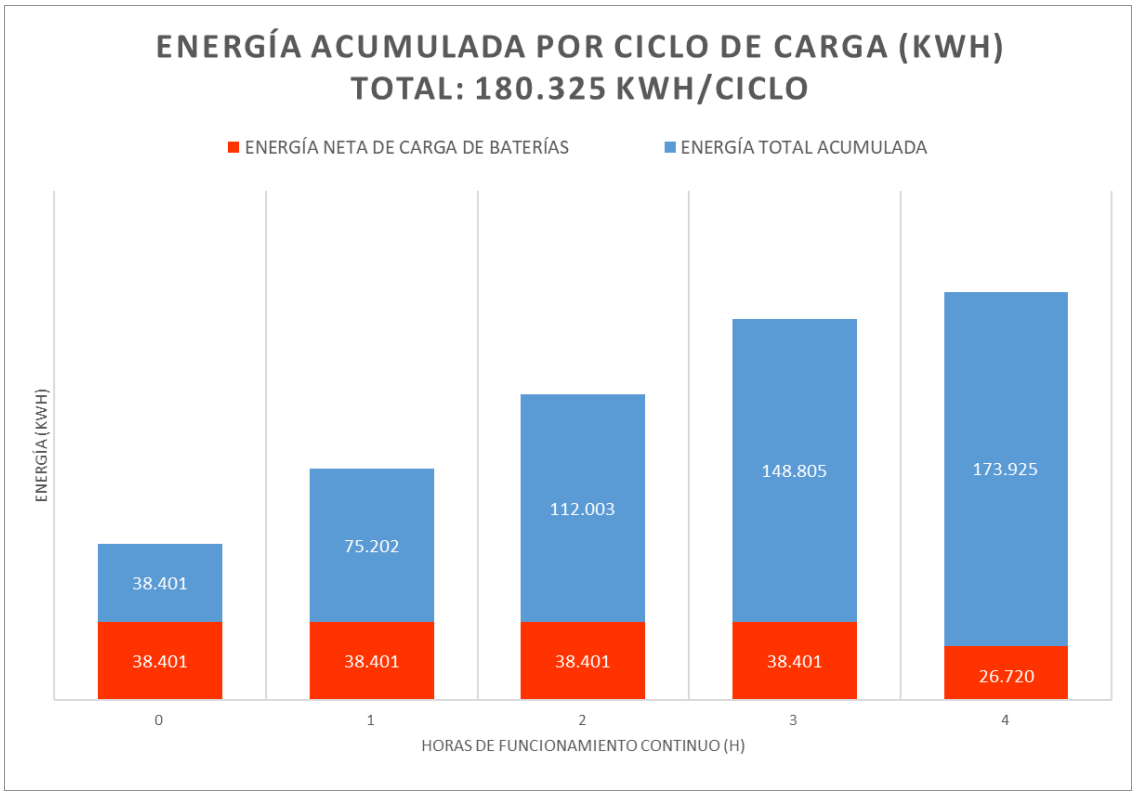
Con esos datos, y con los datos recabados estimados del funcionamiento del módulo de generación fotovoltaico, se obtienen los siguientes resultados anuales de capacidades previstas.

CUADRO RESUMEN DE CAPACIDADES DE GENERACIÓN Y CONSUMO ANUALES PREVISTAS		
Energía Total Generada por el módulo de generación Fotovoltaico	**117,08**	GWh
Energía Aportada por el módulo de generación FV al módulo de Almacenamiento	**42,78**	GWh
Energía Vertida a la Red por el módulo de generación Fotovoltaico	**74,30**	GWh
Energía Vertida a la Red por el módulo de almacenamiento de Baterías	**80,25**	GWh
Energía Total Vertida a la Red por los dos módulos de la instalación Hibridada	**154,55**	GWh
Energía Consumida desde la Red por el módulo de generación FV (SSAA)	**2,15**	GWh
Energía Consumida desde la Red por el módulo de Almacenamiento	**42,78**	GWh
Energía Total Consumida desde la Red por los dos módulos de la instalación Hibridada	**44,93**	GWh
Balance neto de Energía Intercambiada con la Red	**109,62**	GWh

Para realizar un análisis más detallado de estos resultados generales, se realiza a continuación un cuantificación detallada de los ciclos de funcionamiento de la instalación de almacenamiento, así como de los balances de energía mostrados en la tabla anterior, pero teniendo en cuenta además el posible envejecimiento de los dos módulos que componen la instalación hibridada.

En primer lugar, se muestra las gráficas de los ciclos de carga y descarga previstos para el módulo de almacenamiento a instalar.



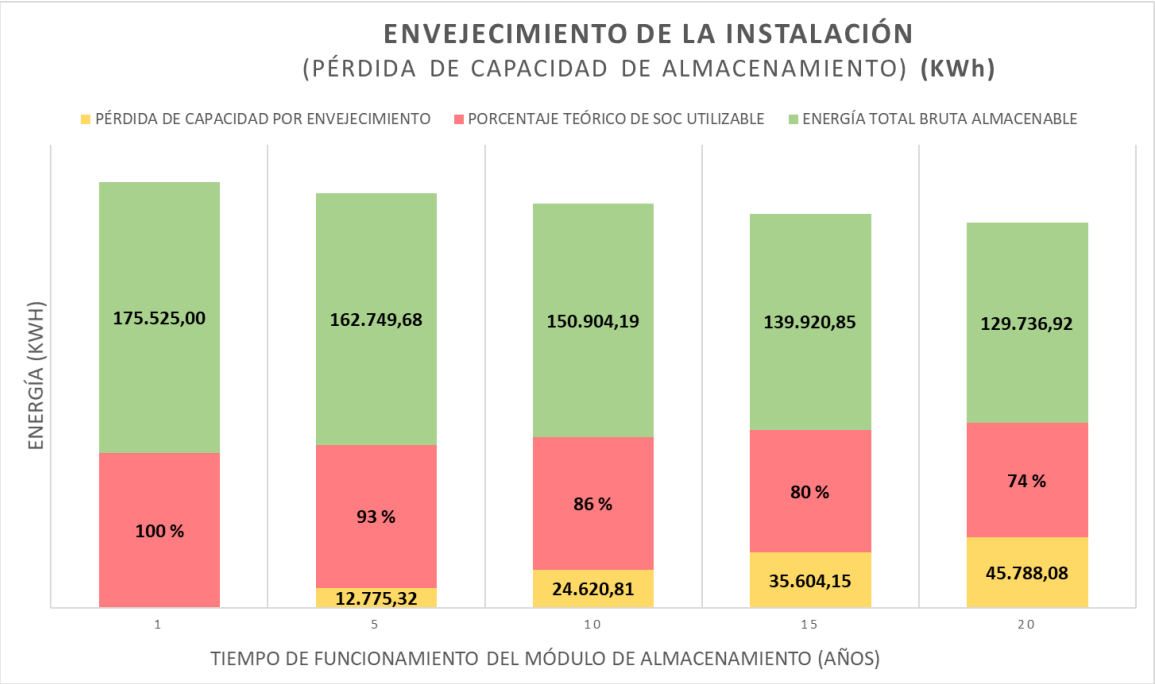


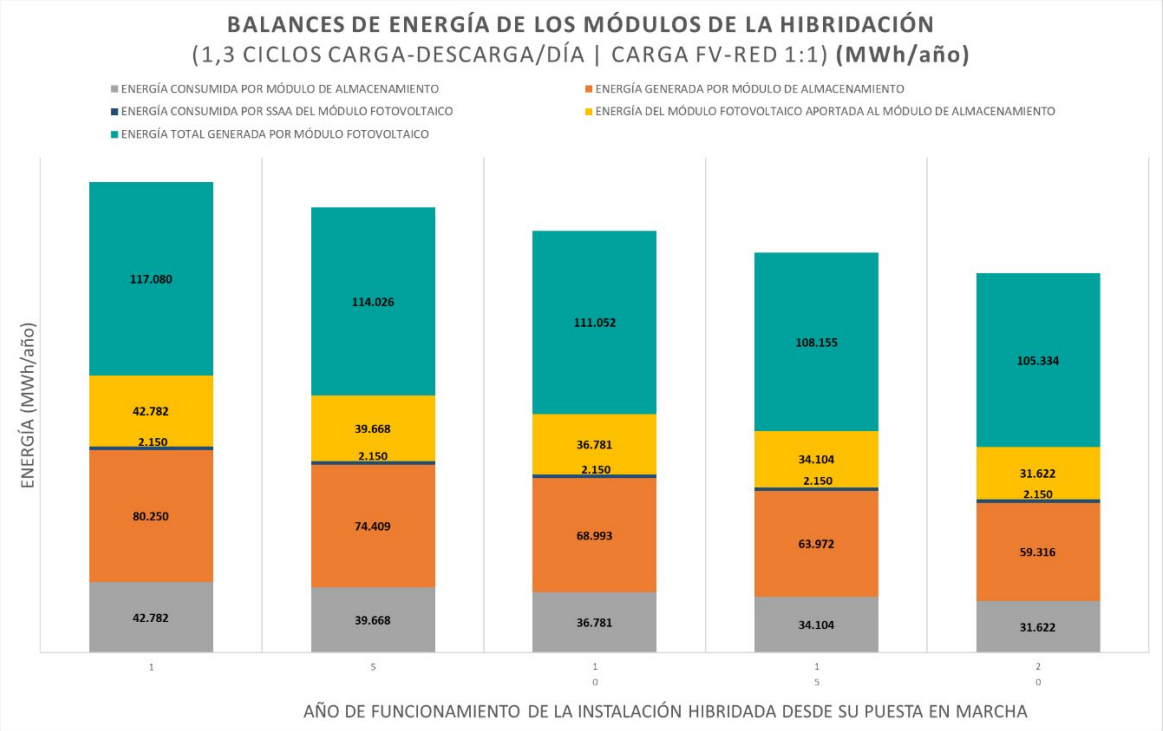
Como se puedo observar, el ciclo de consumo es ligeramente superior al ciclo de evacuación. Esto es debido a los consumos de los servicios auxiliares de la instalación, los cuales son consumidos del sistema de almacenamiento, de modo que estos serán suministrados de forma indirecta por la red de transporte.

Con esos datos de ciclos individuales, se han calculado los resultados de **consumo y generación anual**, cuantificando además la posible pérdida de rendimiento de la instalación, debido a un estimado envejecimiento de las baterías.

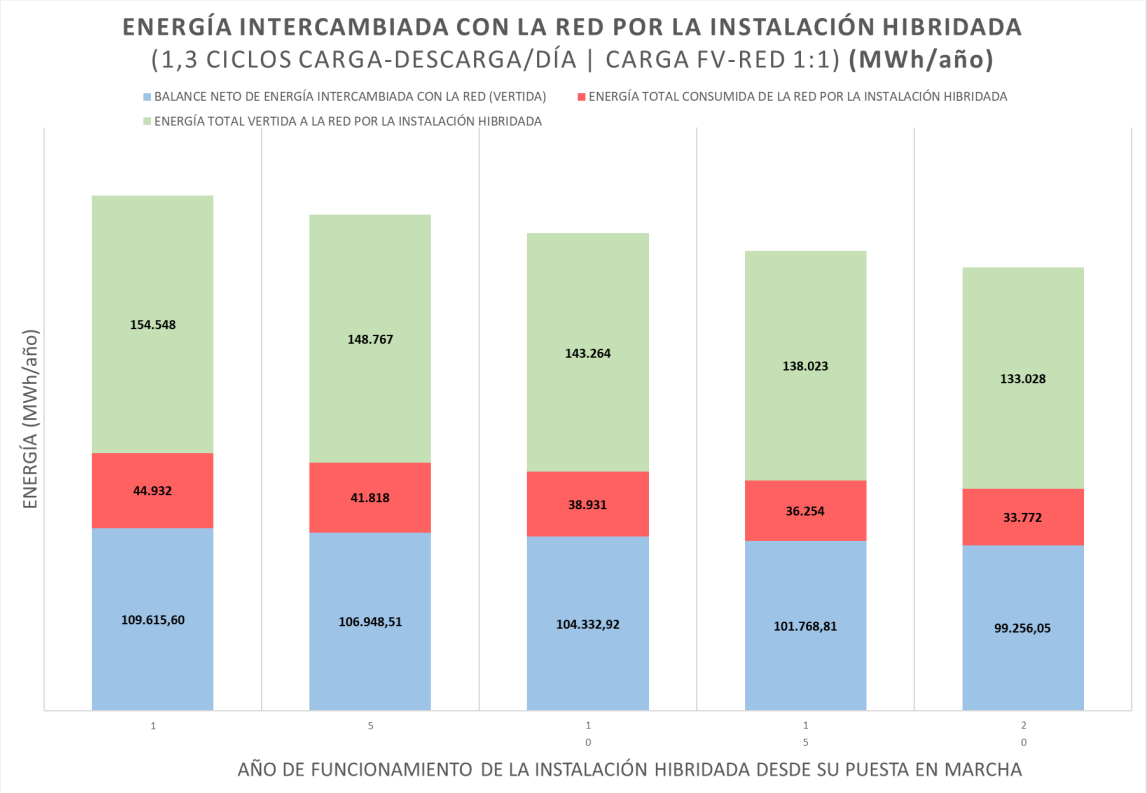
Además, se ha tenido en cuenta la estimación de la producción fotovoltaica mediante el software PVsyst para realizar las simulaciones del funcionamiento conjunto de la futura instalación hibridada.

Se presentan los resultados de rendimiento cada 5 años, según el modelo de funcionamiento previsto, para ambos módulos de la futura instalación hibridada, en su utilización conjunta y complementaria.


ENVEJECIMIENTO DE LA INSTALACIÓN
(PÉRDIDA DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO) (KWh)
PÉRDIDA DE CAPACIDAD POR ENVEJECIMIENTO
PORCENTAJE TEÓRICO DE SOC UTILIZABLE
ENERGÍA TOTAL BRUTA ALMACENABLE
ENERGÍA (KWH)
175.525,00
162.749,68
150.904,19
139.920,85
129.736,92
100 %
93 %
86 %
80 %
74 %
12.775,32
24.620,81
35.604,15
45.788,08
1
5
10
15
20
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO (AÑOS)


BALANCES DE ENERGÍA DE LOS MÓDULOS DE LA HIBRIDACIÓN
(1,3 CICLOS CARGA-DESCARGA/DÍA | CARGA FV-RED 1:1) (MWh/año)
ENERGÍA CONSUMIDA POR MÓDULO DE ALMACENAMIENTO
ENERGÍA GENERADA POR MÓDULO DE ALMACENAMIENTO
ENERGÍA CONSUMIDA POR SSAA DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO
ENERGÍA DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO APORTADA AL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO
ENERGÍA TOTAL GENERADA POR MÓDULO FOTOVOLTAICO
ENERGÍA (MWh/año)
117.080
42.782
2.150
80.250
42.782
114.026
39.668
2.150
74.409
39.668
111.052
36.781
2.150
68.993
36.781
108.155
34.104
2.150
63.972
34.104
105.334
31.622
2.150
59.316
31.622
1
5
10
15
20
AÑO DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA DESDE SU PUESTA EN MARCHA

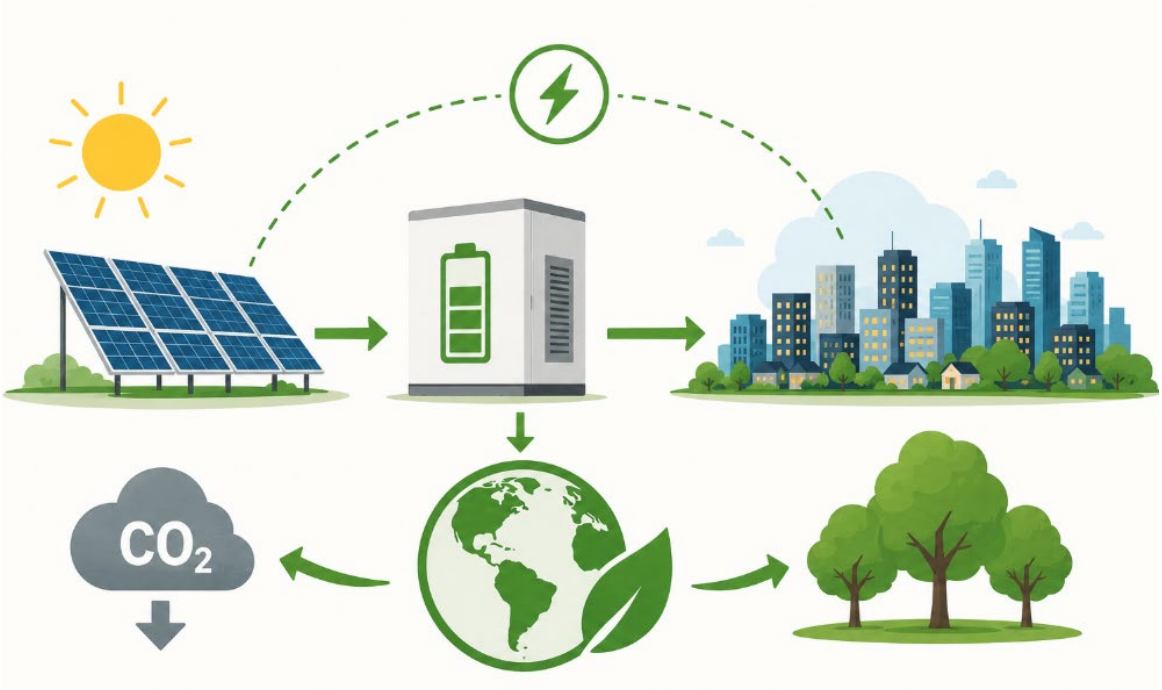
Finalmente, se presenta una última tabla para cuantificar los intercambios globales cona la red por la instalación hibridada, teniendo en cuanta todos los condicionantes establecidos en esta apartado.



Esta energía generada **neta** de durante el primer año de funcionamiento del sistema de hibridación, de **154,55 GWh**, sería equivalente a la consumida por una población de unas 31.000 personas anualmente según los datos de consumo de electricidad per cápita, en el año 2023, en España, e instantáneamente podría dar servicio a una población de aproximadamente **90.000 habitantes** suministrados en conexión durante el funcionamiento activo de la instalación, posibilitando de esta manera un consumo altamente eficiente y con gran margen de utilización dinámica, adaptándose a picos puntuales de consumo sin ningún problema.

Dentro del objetivo general de la actuación, es importante tener en cuenta además que, cuando se requieran ciclos de carga de las baterías, se intentarán hacer coincidir siempre que sea posible, con las horas en las que el parque estatal de energías renovables se encuentre en pleno funcionamiento y/o con posibles excedentes de producción, para la importación exclusiva de energía verde renovable. Alternativamente, los ciclos de descarga se intentarán realizar en momentos en los que el parque de renovables no sea el actor mayoritario del sistema de la red y por tanto se contribuya con ello a una mayor sostenibilidad general.

Este modo de actuación es el lógico además debido a la fluctuación de los precios de la energía en los periodos descritos, cuando el parque de renovables es mayoritario o no, gracias a los cuales se conseguirá la rentabilidad económica de la instalación. Según este esquema de funcionamiento previsto, **el impacto energético ambiental podría asemejarse al de dicho parque renovable**.



Esta circunstancia, posibilitaría también una reducción anual de emisiones nocivas, de aproximadamente **41.000 tn de CO_2**, según el mix de la red eléctrica española publicado por la CNMC en fecha 20 de abril de 2022, a la atmósfera terrestre. Además, también se podría reducir la emisión de otros gases de efecto invernadero, según el tipo de instalación de producción de energía no renovable asociada a dicha producción equivalente.

Esta gran reducción de emisiones de CO_2 equivalen a la absorción que se produce de este gas nocivo, durante todo un año, por parte de un bosque de alrededor de **243.000 árboles adultos**.

7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR MEDIANTE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO ***"HIB LAS CRUCES I"***																									
CALENDARIO ESTIMADO TRABAJOS		jun-28				jul-28				ago-28				sep-28				oct-28				nov-28			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	**PLANTA DE ALMACENAMIENTO**																								
1.1	Actuaciones Previas																								
1.2	Obra Civil																								
1.3	Equipos de Instalación de Almacenamiento																								
1.4	Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión																								
1.5	Instalaciones eléctricas de Media Tensión																								
1.6	Puesta a Tierra																								
2	**LÍNEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN**																								
2.1	Actuaciones Previas																								
2.2	Apertura y Relleno de Zanja																								
2.3	Conductores																								
2.4	Canalizaciones																								
2.5	Puesta a Tierra																								
3	**AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**																								
3.1	Nuevo embarrado 30 kV																								
3.2	Instalación de paneles y equipos de Control y Medida																								
4	**GESTIÓN DE RESIDUOS**																								
4.1	Gestión de residuos durante la construcción																								
5	**SEGURIDAD Y SALUD**																								
5.1	Seguridad y Salud durante la construcción																								

8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Se detalla a continuación el resumen del **presupuesto calculado para la ejecución material de las instalaciones** incluidas en el proyecto técnico. Se adjunta en un anexo independiente las mediciones completas correspondientes, dentro del presupuesto descompuesto.

El presupuesto y las mediciones de los capítulos de Gestión de Residuos y de Seguridad y Salud se muestran a su vez en los respectivos documentos anexos específicos del proyecto técnico.

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
1	INSTALACIONES DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO		11.024.724,16	98,17
-01.01	-ACTUACIONES PREVIAS	100.597,57		
-01.02	-EQUIPOS ELÉCTRICOS Y AUXILIARES	10.528.250,00		
-01.03	-REDES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN	303.648,09		
-01.04	-RED ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN CA	26.981,99		
-01.05	-PUESTA A TIERRA	24.478,94		
-01.06	-SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	6.219,21		
-01.07	-RED DE TELECOMUNICACIONES Y CONTROL	19.548,36		
-01.08	-OTROS SSAA	15.000,00		
2	LÍNEA DE CONEXIÓN MEDIA TENSIÓN		54.716,25	0,49
-02.01	-CONDUCTORES	50.172,84		
-02.02	-CONEXIONADO Y PAT	4.543,41		
3	AMPLIACIÓN DE SUBSTACIÓN ELÉCTRICA		150.461,59	1,34
-03.01	-NUEVO EMBARRADO DE SALA DE CELDAS	140.750,00		
-03.02	-AMPLIACIÓN DE SALA DE CONTROL, COMUNICACIÓN Y MEDIDAS	9.711,59		
		TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	11.229.902,00	

El PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL, de las instalaciones proyectadas, asciende a la cantidad de **ONCE MILLONES DOSCIENTOS VEINTINUEVE MIL NOVECIENTOS DOS EUROS (11.229.902 €)**.

9. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, y con los documentos y anexos que se acompañan, se considera que el presente **PROYECTO TÉCNICO** para la **HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE LITIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA (CÁCERES)**, queda suficientemente definido de manera constructiva, de forma que se pueda observar convenientemente el alcance del mismo, justificándose así la viabilidad técnica de todas las instalaciones proyectadas.

De este modo, se somete el presente Proyecto Técnico, a la Administración Sustantivamente Competente para su revisión y aprobación, emitiendo las consiguientes **AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA (AAP) Y AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN (AAC)** de las instalaciones proyectadas de manera conjunta, según la tramitación establecida en el 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.

Cualquier modificación de las características de las instalaciones diseñadas, distintas a las estipuladas en este proyecto técnico, requerirán un nuevo estudio de alcance para determinar las modificaciones de las mismas.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

DOCUMENTO I.I:

DOCUMENTOS ANEXOS A LA MEMORIA

❖ ANEXO A: JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

❖ ANEXO B: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

❖ ANEXO C: PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

❖ ANEXO D: ESTUDIO DE DESMANTELAMIENTO

❖ ANEXO E: ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LAS INSTALACIONES

DOCUMENTO II:

PLANOS

➢ PLANOS DE SITUACIÓN - 01

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 01.01 –Situación: Ubicación
- Plano nº 01.02 - Situación: Emplazamiento

➢ PLANOS DE LAYOUTS DE DISEÑOS - 02

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 02.01 – Layout General de Instalación Hibridada
- Plano nº 02.02 – Layout del Módulo de Almacenamiento
- Plano nº 02.03 – Layout de Actuaciones de Obra Civil
- Plano nº 02.04 – Layout de Instalación de Protección Contra Incendios

➢ PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS - 03

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 03.01 – Diseño Eléctrico: Baja Tensión
- Plano nº 03.02 – Diseño Eléctrico: Red de Media Tensión
- Plano nº 03.03 – Diseño Eléctrico: Red de Puestas a Tierra

➢ PLANOS DE DETALLES DE EQUIPOS E INSTALACIONES - 04

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 04.01 – Detalles: Container de Baterías
- Plano nº 04.02 – Detalles: Skid de Centro de Transformación
- Plano nº 04.03 – Detalles: Otros Equipos
- Plano nº 04.04 – Detalles: Zanjas BT
- Plano nº 04.05 – Detalles: Zanjas MT
- Plano nº 04.06 – Detalles: Caminos

➢ PLANOS DE ESQUEMAS UNIFILARES - 05

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 05.01 – Esquema Unifilar: Baja Tensión I
- Plano nº 05.02 – Esquema Unifilar: Baja Tensión II
- Plano nº 05.03 – Esquema Unifilar: Media Tensión
- Plano nº 05.04 – Esquema General: Alta Tensión - Nudo
- Plano nº 05.05 – Esquema General: Alta Tensión – Subestación
- Plano nº 05.06 – Esquema Unifilar Básico
- Plano nº 05.07 – Esquema de Protección y Control

➢ PLANO DE AFECCIONES - 06

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 06.01 – Afecciones Instalación de Almacenamiento

DOCUMENTO III:

PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV:

SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO V:

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO VI:

FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

DOCUMENTO I.I:

DOCUMENTOS ANEXOS A LA MEMORIA

❖ ANEXO A: JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO A – CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE

1. RESUMEN DE INSTALACIONES 1

1.1. CONEXIÓN INTERIOR DEL CONTAINER DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 3
1.2. RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA 5
1.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CTs) 7
1.4. RED INTERNA DE MT ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 9
1.5. LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO 11

2. CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES 14

2.1. DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO 14
2.2. CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA 16
2.2.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE 16
2.2.2. CAÍDA DE TENSIÓN 18
2.2.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN EN CONTINUA 19
2.3. CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA 38
2.3.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE 38
2.3.2. CAÍDA DE TENSIÓN 40
2.3.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN EN CORREINTE ALTERNA 41
2.4. CÁLCULOS DE LÍNEAS INTERNAS DE MEDIA TENSIÓN ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 52
2.4.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE 52
2.4.2. CAÍDA DE TENSIÓN 54
2.4.3. PÉRDIDA DE POTENCIA 55
2.4.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE RED INTERNA DE MEDIA TENSIÓN 55
2.5. CÁLCULO DE LA LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO 57
2.5.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE 57
2.5.2. CAÍDA DE TENSIÓN 59
2.5.3. PÉRDIDA DE POTENCIA 60
2.5.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LÍNEA DE CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN 61
2.6. SALA DE CELDAS DE LA SUBESTACIÓN "LAS CRUCES" 64
2.6.1. NIVEL DE AISLAMIENTO 64
2.6.2. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE 65
2.6.3. CORRIENTE MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO 66

3. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA 68

3.1. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO 68
3.2. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 70
3.2.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO 70
3.2.2. DISEÑO DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA 71

3.2.3. CÁLCULO DE LAS TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES EN LA INSTALACIÓN 74
3.2.4. CÁLCULO DE LA TENSIONES MÁXIMAS APLICADAS A LAS PERSONAS CON CALZADO 76
3.2.5. CÁLCULO DE LA TENSIONES MÁXIMAS APLICADAS A LAS PERSONAS SIN CALZADO 77
3.2.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO ADMISIBLES 78
3.3. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 79
3.4. PUESTA A TIERRA DE LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO (SOLID BONDING) 80

4. ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 82

4.1. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES DE INTERCONEXIÓN ENTRE LOS INVERSORES Y LOS CTs 84
4.2. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES DE MEDIA TENISÓN INTERNA Y DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO CTs 87

5. CONCLUSIÓN 89

1. RESUMEN DE INSTALACIONES

Las instalaciones eléctricas descritas en el presente proyectos se llevarán a cabo según la normativa vigente, y en todo momento su diseño tendrá en cuenta el disminuir las pérdidas al mínimo recomendable. Se instalarán todos los elementos de seccionamiento y protección exigibles.

Las instalaciones cumplirán con las prescripciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión (RAT), el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT), así como sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs).

En concreto, en este proyecto se abordan varios tipos de instalación, el primer tipo de instalación se corresponderá a las indicadas para lugares de características especiales, de tipo **emplazamiento mojado (ITC-BT-30)**, el segundo tipo de instalación se corresponde con las instalación de **líneas subterráneas con cables aislado (ITC-LAT-06)**, por último, nos encontraremos con las instalaciones de **puesta a tierra de los distintos equipos y centros de seccionamiento, transformación, etc.,** que conforman las instalaciones proyectadas **(ITC-BT-18, ITC-RAT-13)**.

La infraestructura eléctrica de corriente continua (CC), de la instalación de almacenamiento, está constituida por los circuitos de conexión entre baterías en el interior, y estas últimas con los inversores bidireccionales instalados fuera de los containers de almacenamiento, por tanto, las infraestructuras de corriente continua abarcarán los siguientes equipos y líneas de conexión, ubicados en el interior de los containers y su conexión con los inversores bidireccionales:

- **CONEXIÓN INTERIOR DEL CONTAINER DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO**
- **CONEXIÓN ENTRE CONTAINER DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y LOS INVERSORES BIDIRECCIONALES**

En cuanto a la red de baja tensión en corriente alterna (AC) de la instalación definida en el presente documento, estará constituida por los circuitos de conexión entre los inversores bidireccionales instalados y los embarrados del cuadro de conexión de los centros de transformación, de ahora en adelante nombrados (CTs), de la instalación. De tal modo que, los circuitos de baja tensión en corriente alternan, son los siguientes:

- **RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA DE CONEXIÓN DE LOS INVEROSRES Y LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Finalmente, la red de media tensión en corriente alterna (AC) de las instalaciones proyectadas, es la definida por las infraestructuras de evacuación de la energía almacenada en el sistema de almacenamiento, dichas infraestructuras estarán formadas por los CTs, las líneas eléctricas de conexión entre CTs, y las líneas de conexión del módulo de almacenamiento, la cual se realizará entre varios centros de transformación, con la celda de la subestación. Por tanto, las instalaciones de media tensión en corriente alterna estarán formadas por las instalaciones mencionadas a continuación:

- **CENTROS DE TRASNFORMACIÓN (CTs)**
- **LÍNEA DE INTERCONEXIÓN MT ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**
- **LÍNEA DE CONEXIÓN DE CONEXIÓN MT ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y NUEVO EMBARRADO DE SUBESTACIÓN**

Las infraestructuras de enlace con la Red de Transporte partirán desde la subestación hasta el punto de conexión con la Red de Transporte. Estas instalaciones quedan fuera de alcance de este proyecto.

Con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal, se tendrán en cuenta los siguientes puntos adicionales:

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP55.
- Todos los conductores de baja y media tensión serán de cobre o aluminio, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y la distancia entre cajas o arquetas (registro, empalme o conexión), será inferior a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), así como por el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT).
- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrados, de acuerdo con la norma definida en el reglamento que le sea de aplicación, dependiendo del tipo de instalación a ejecutar.
- Los containers de baterías y las estructuras soporte de estas, se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones.

1.1. CONEXIÓN INTERIOR DEL CONTAINER DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El sistema de almacenamiento en baterías estará compuesto por un conjunto de containers del modelo **LUNA 2000 5015** del fabricante HUAWEI o similar, la instalación de almacenamiento se ha diseñado para una **autonomía de funcionamiento estándar de 4 horas**, de tal modo que, siguiendo las recomendaciones del fabricante, para obtener una instalación de estas características, se han de **instalar cuarenta y dos (42) containers de almacenamiento**, los cuales cuentan con las siguientes características:

- **LUNA2000-5015**

CONTAINER DE BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO LUNA 2000-5015-2S (HUAWEI)	
Lado de DC	
Tipo de Celda de Batería	LFP (Litio Ferrofosfato) [3,2 V / 1.005 Wh]
Pack de Batería	104 celdas [314 Ah / 104.5 kWh]
Rack de Batería	12 racks/container | 4 packs/rack
Capacidad de la Batería (BOL)	5.015 kWh
Rango de Tensión de Salida del Sistema	1.331.2 – 1.500 V
Parámetros del Sistema	
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	6.058 x 2.896 x 2.438 mm
Peso unidad Baterías	≤ 43.000 kg
Grado de Protección	IP 55
Grado de Anticorrosión	C5-Medium
Rango de Temperatura de Funcionamiento	-30 a 55 º C
Humedad Relativa	0 - 100 % (sin condensación)

CONTAINER DE BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO LUNA 2000-5015-2S (HUAWEI)	
Máx. Altitud de Trabajo	4.700 m
Concepto de Refrigeración del Sistema de Baterías	Refrigeración Líquida
Sistema Contra Incendios	Rociador de agua, NOVEC 1230 (Sistema de extinción de incendios por gas)
Interfaz de Comunicación	Ethernet / SFP
Certificación	RoHS, IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, IEC62933-5-2, UL9540A, IEC62619, UN38.3
APLICACIÓN DE 4 HORAS LUNA 2000 5015 * 7	
BOL kWh	35.105 kWh
LUNA 2000 5015 Cantidad	7
Modelo MVS	JUPITER 9000K-H0

Dado que el sistema de almacenamiento se entrega montado y conectado por el fabricante, (junto a las certificaciones de cumplimiento de calidad pertinentes), se considera que estos equipos cuentan con un dimensionamiento de sus equipos e instalaciones los cuales cumplen con la normativa vigente.

En el interior de los containers del sistema de almacenamiento se encuentran los circuitos que realiza la interconexión entre los packs de baterías, conformando lo que denominaremos como rack de baterías, en total se contará con **12 racks, de 4 packs de baterías cada uno.**

Esta instalación viene previamente montada, cableada, comprobada y verificada por el fabricante, el cual deberá entregar los documentos que acrediten que dicha instalación cumple con la normativa vigente y los certificados pertinentes obtenidos tras superar las pruebas de calidad a las que se han sometido. De modo que estos equipos y circuitos que conforman el container del sistema de almacenamiento, no se dimensionarán en el presente documento, puesto que ya vienen comprobados y verificados de fábrica.

Por otro lado, el circuito encargado de conectar cada rack de baterías a un inversor DC/AC se realiza por el exterior mediante cableado subterráneo, contando de manera general con 6 inversores bidireccionales, de 200 kW, por container. Algunos containers tienen asociado solamente 5 inversores.

Para ello se instalarán **seis (6) circuitos duplex** por cada container del sistema de almacenamiento, en los 35 containers previstos, obteniendo un total de **210 circuitos**, los cuales conectarán los embarrados generales de los containers de almacenamiento con las conexiones de corriente continua de los inversores repartidos por la instalación de almacenamiento, siendo estos circuitos de **baja tensión** en **corriente continua**.

Para esta instalación el cableado a emplear será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con el REBT y sus ITC correspondientes. Los conductores de baja tensión CC que se utilizarán para la conexión de los containers con los inversores, serán de aluminio, del **tipo AL XZ1 de 1,5 kV en DC, unipolares, de aislamiento XLPE, de sección 150 mm^2** según cálculos detallados, en instalación directamente enterrada. Los cables estarán certificados de acuerdo con la norma UNE-HD 603-5X-1.

1.2. RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

Las líneas de conexión entre los containeres de baterías con los inversores bidireccionales y estos con los skids de centros de transformación, se dimensionarán con el objetivo de optimizar el diseño facilitando el cableado y acortando las longitudes de los cables necesarios para la instalación, reduciendo de esta forma las pérdidas en los mismos.

Para ello se instalarán **un (1) circuito simplex** por cada inversor del sistema de almacenamiento, obteniendo un total de **210 circuitos**, los cuales conectarán cada inversor con los embarrados generales de los CTs repartidos por la instalación de almacenamiento, siendo estos circuitos de **baja tensión** en **corriente alterna**.

En este caso se cuenta **cinco (5) Skids CTs** instalados en el módulo de almacenamiento, del modelo **JUPITER-9000K-H0**, del fabricante HUAWEI o similar. Se cuenta con un total de **treinta y cinco (35) containers de almacenamiento**, 7 containers por cada skid de transformación, de tal forma que se repartirán los circuitos entre los embarrados de los mismos.

Para esta instalación el cableado a emplear será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con el REBT y sus ITC correspondientes. Los conductores de baja tensión CC que se utilizarán para la conexión de los containers con los inversores, serán de aluminio, del **tipo AL XZ1 de 1 kV en AC, unipolares, de aislamiento XLPE, de sección 240 mm^2** según cálculos detallados, en instalación directamente enterrada. Los cables estarán certificados de acuerdo con la norma UNE-HD 603-5X-1.

Son cables aptos para instalaciones subterráneas de baja tensión, presentando las siguientes características principales:

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO [AL XZ1]	
Temperatura de servicio	-25 + 90 ºC
Temperatura máxima en régimen de cortocircuito	250 ºC
Tensión continua máxima AC	1,2 kV/1,2 kV
Tensión continua máxima DC	1,8 kV/1,8 kV
Ensayo de tensión continua durante 5 min	15 kV CC
No propagador de la llama ni del incendio	
Libre de halógenos	
Baja opacidad de humos	
Nula emisión de gases corrosivos	
Reducida emisión de gases tóxicos	

Conforme al estándar europeo EN 50618, al estándar nacional UNE-HD 603-5X-1 y el estándar internacional IEC 60502-1

A continuación, se muestra una tabla resumen con los elementos que componen la red de baja tensión del módulo de almacenamiento.

RESUMEN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO					
INSTALACIÓN	**FABRICANTE**	**MODELO**	**CARACTERÍSTICAS**	**CANTIDAD**	**UNIDADES**
Container de racks de Baterías de Ion-Litio ESS	HUAWEI	LUNA 2000-5015-2S	5.015 kWh 1.331,2 - 1,500 Vdc (12 racks/container | 4 packs/rack)	42	uds
Inversores de almacenamiento PCS	HUAWEI	LUNA 200KTL-H1	200 kW @40°C / 800 V / 207,6 A / 50 Hz	249	uds
Red BT Interna Container DC (Conductores)	HUAWEI	LUNA 2000-5015-2S	Cableado interno de fábrica de racks de containers de baterías (Conexión de racks en paralelo)	42	uds
Red BT Nivel 1 DC - Container ESS a Inversor PCS (Zanjas)	Zanjas bajo zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 12 pares de conductores positivos y negativos		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	312	ml
Red BT Nivel 1 DC - Container ESS a Inversor PCS (Conductores)	PRYSMIAN	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO Al XZ1	Circuitos Duplex o Triplex 2 o 3 //2x(1x150) mm^2	7,576	m
Red BT Nivel 2 AC - Inversor PCS a Estación de Potencia PWS (Zanjas)	Zanjas baja zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 6 ternas de conductores de 3 fases en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	376	ml
Red BT Nivel 2 AC - Inversor PCS a Estación de Potencia PWS (Conductores)	PRYSMIAN	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO Al XZ1	Circuitos Simplex 1//2x(1x240) mm^2	6,670	m

1.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CTs)

Los centros de transformación seleccionados para la instalación, son del modelo **JUPITER 9000K-** del fabricante HUAWEI, los cual cuentan con un **(1) Transformador de BT/AT**, con un vector de transformación Dy11-y11, de doble devanada en el secundario y refrigeración por aceite mineral, de 9000 kVA.

En estos CTs se conectarán los circuitos procedentes de los inversores de a los embarrados generales de baja tensión, los cuales posteriormente se conectarán al lado de baja tensión del transformador, en el cual se elevará la tensión del sistema de **800 V a 30 kV** en corriente alterna, para finalmente conectarse a un conjunto de celdas de media tensión, en las que se encuentran las protecciones pertinentes del sistema.

Estos centros de transformación incluyen la opción de incorporar un transformador para alimentación de los servicios auxiliares de las instalaciones, en este caso se opta por instalar transformadores de SSAA de 5 kVA, uno por cada CT.

Al tratarse de centros de transformación prefabricados, tanto los equipos (cuadro de BT, transformador de potencia, transformador de SSAA, cuadro de SSAA y celdas de MT), como el conexionado entre los mismos, han sido sometidos a las pertinentes pruebas de calidad exigidas por la normativa vigente, y el fabricante deberá aportar los certificados que así lo acreditan, quedando totalmente diseñado y dimensionado los equipos y conexiones que conforman esta infraestructura de evacuación.

A continuación, se muestran las características del centro de transformación seleccionado.

- **JUPITER 9000K**

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN JUPITER 9000K-H0 (HUAWEI)	
Transformador de Media Tensión	
Potencia Nominal	9.000 kVA
Tensión MV / LV	10~35 kV / 800 V
Vector de Transformación	Dy11-y11
Tipo de Transformador	Sumergido en aceite
Sistema de Refrigeración	ONAN
Tomas del Transformador	±2×2,5%
Aceite del Transformador	Aceite mineral (libre de PCB)
Índice de eficiencia de pico mín.	Nivel 1 o Nivel 2 según EN 50588-1
Configuración de Alta Tensión	Alimentación por bucle de frente muerto (RMU SF_6)
Protección Sobrecarga / Transformador	Nivel de aceite, temperatura, presión y Buchholz
Fluido Aislante	Aceite mineral (libre de PCB)
Armario de Control	
Protección de Relé MV	50/51, 50N/51N
Protección Sobretensiones MV	Tipo HII (opcional)
Grado de Protección Sala MV/LV	IP 54
Fallo de Arco Interno	1ACA 20 kA 1s
Protección Antirroedores	C3-Medium
Método de Refrigeración	Refrigeración inteligente sin aire acondicionado
UPS	2 kVA (opcional)
Transformador Auxiliar	5 kVA, monofásico 230/127 Vca
Comunicación	Modbus TCP |SmartACU2000D
Datos Generales	
Dimensiones (Ancho × Alto × Fondo)	6.058 x 2.896 x 2.438 mm
Peso	<28t
Rango de Temperatura Ambiente	-25 °C ~ 60 °C (reducción de potencia >40 °C)
Rango de Humedad Relativa Permitido	0% ~ 95% (sin condensación)
Máxima Altitud de Funcionamiento	1.000 m
Conexiones CA MV-LV	Precableado y pretestado, sin cableado interno en obra
Refrigeración LV y Sala MV	Refrigeración inteligente sin aire acondicionado
Certificación	
IEC 62271-202 · EN 50588-1 · IEC 60076 · IEC 62271-200 · IEC 61439-1	

1.4. RED INTERNA DE MT ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

La red de media tensión interior canalizada subterráneamente, será la encargada de realizar la conexión entre las celdas de MT de los CTs, estas líneas se dimensionarán para soportar una tensión nominal de 30 kV, con el objetivo de garantizar una óptima evacuación o suministro de la energía de almacenamiento adquirida para el sistema de acumulación proyectado, a través de la misma.

Tras su elevación a 30 kV en los transformadores y conexión de estos con las celdas de MT de los CTs, la red se diseña de manera que se vaya recorriendo los diferentes tramos, por el interior de la instalación, en zanjas con los conductores enterrados.

Dicha instalación conectará los **cinco (5) Centros de Transformación** conectándose cada dos entre sí y uno individualmente, mediante **tres (3) circuitos** de interconexión, el cual se conectará a las celdas de media tensión instaladas en los propios CTs.

La instalación prioritaria del cableado será **directamente enterrado**, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media constante. En caso de realizar cruzamientos con los pasos de caminos interiores de la instalación de almacenamiento, la instalación será de tipo enterrado bajo tubo.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Se utilizarán conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta externa de compuesto de PVC antillama.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco, podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema

de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

El conductor de media tensión que se utilizará para estas conexiones será de aluminio del tipo **RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV, unipolares, XLPE, de 240 o 630 mm2** de sección**,** en instalación directamente enterrada en zanja, acorde a la longitud del circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia, limitando la caída de tensión a las establecidas por la normativa de aplicación.

Se utilizarán cables marca **TOP CABLE** modelo **X-VOLT RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV** u otros de similares en cuanto a prestaciones técnicas se refiere.

Son cables normalizados, presentando las siguientes características principales:

RH5Z1-OL AL 18/30 kV	
Temperatura de servicio	-40 + 90 ºC
Temperatura máxima en régimen de cortocircuito	250 ºC
Tensión nominal simple	18 kV
Tensión nominal entre fases	30 kV
Tensión máxima entre fases	36 kV
Ensayo de tensión continua durante 5 min	170 kV
No propagador de la llama	
No propagador del incendio	
Resistencia a aceites	
Resistencia a radiación UV	

Conforme al estándar europeo SAE J-1127, UL 44 y el estándar internacional IEC 60228, IEC 60332-1-2, IEC 60502-2.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los elementos que componen la instalación de la línea de interconexión entre los centros de transformación de la instalación de almacenamiento.

RESUMEN DE INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO					
INSTALACIÓN	**FABRICANTE**	**MODELO**	**CARACTERÍSTICAS**	**CANTIDAD**	**UNIDADES**
Estaciones de Potencia PWS	HUAWEI	JUPITER 9000K-H0	9.000 kVA - 0,80/30 kV 2 o 3 Celdas MT (SIEMENS 8DJH36) Transformador SSAA propio 5 kVA	5	uds
Red de MT Interior en zona de equipos de almacenamiento (Zanjas)	Zanja bajo zona de trabajo de 40 cm de anchura para 1 terna de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	20	ml
	Zanja bajo zona de trabajo de 60 cm de anchura para 2 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	65	ml
Red de MT Interior en zona de equipos de almacenamiento (Conductores)	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x240 mm2	Un circuito simplex: 1//1x[3x(1x240)] mm2	141	m
	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x630 mm2	Un circuito simplex: 1//1x[3x(1x630)] mm2	362	m
Línea de MT de Conexión del Módulo de Almacenamiento (Zanjas)	Zanja de conexión con sala de celdas de subestación de 130 cm de anchura para 3 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	128	ml
Línea de MT de Conexión del Módulo de Almacenamiento (Conductores)	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x630 mm2	Tres circuitos simplex: 3//1x[3x(1x630)] mm2	1.156	m
Celdas de MT de la sala de celdas de la subestación.	SIEMENS	NXPLUS C 36 30(36) Kv Embarrado 2500A	Nuevo embarrado de MT: - 3 Línea E/S - 1 Medida Fiscal - 1 Protección Trafo Potencia - 1 Protección Banco Condensadores	6	uds

1.5. LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

La red de media tensión interior canalizada subterráneamente, será la encargada de realizar la conexión entre las celdas de MT del Centro de Transformación del módulo de almacenamiento conectados entre sí, con la celda de MT la sala de celdas de la subestación de la planta fotovoltaica.

Esta línea se dimensionará para soportar una tensión nominal de 30 kV, con el objetivo de garantizar una óptima evacuación o suministro de la energía de almacenamiento adquirida para el sistema de acumulación proyectado, a través de la misma.

Tras su elevación a 30 kV en los transformadores y unificación de los circuitos en las celdas de MT de los CTs, la red se diseña de manera que se vaya recorriendo los diferentes tramos, por el interior de la instalación, en zanjas con los conductores enterrados hasta llegar a la celda de MT de la sala de celdas de la planta fotovoltaica.

Dicha instalación partirá desde los **Centros de Transformación** PWS-01, PWS-03 y PWS-05 del módulo de almacenamiento, con una celda específica de MT de la sala de celdas de la subestación de la planta fotovoltaica para cada uno ellos, mediante **tres (3) circuitos** independientes.

La instalación prioritaria del cableado será **directamente enterrado**, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media constante. En caso de realizar cruzamientos con los pasos de caminos interiores de la instalación de la planta solar, la instalación será de tipo enterrado bajo tubo.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Se utilizarán conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta externa de compuesto de PVC antillama.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco, podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

El conductor de media tensión que se utilizará para estas conexiones será de aluminio del tipo **RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV, unipolares, XLPE, de 240 o 630 mm^2** de sección**,** en instalación directamente enterrada en zanja, acorde a la longitud del circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia, limitando la caída de tensión a las establecidas por la normativa de aplicación.

Se utilizarán cables marca **TOP CABLE** modelo **X-VOLT RH5Z1-OL AL de 18/30 (36) kV** u otros de similares en cuanto a prestaciones técnicas se refiere.

Son cables normalizados, presentando las siguientes características principales:

RH5Z1-OL AL 18/30 kV	
Temperatura de servicio	-40 + 90 ºC
Temperatura máxima en régimen de cortocircuito	250 ºC
Tensión nominal simple	18 kV
Tensión nominal entre fases	30 kV
Tensión máxima entre fases	36 kV
Ensayo de tensión continua durante 5 min	170 kV
No propagador de la llama	
No propagador del incendio	
Resistencia a aceites	
Resistencia a radiación UV	

Conforme al estándar europeo SAE J-1127, UL 44 y el estándar internacional IEC 60228, IEC 60332-1-2, IEC 60502-2.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los elementos que componen la instalación de la línea de interconexión entre los centros de transformación de la instalación de almacenamiento.

RESUMEN DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA CONEXIÓN					
INSTALACIÓN	**FABRICANTE**	**MODELO**	**CARACTERÍSTICAS**	**CANTIDAD**	**UNIDADES**
Celdas de MT de la sala de celdas de la subestación.	SIEMENS	NXPLUS C 36 30(36) Kv Embarrado 2500A	- 6 celdas Individuales: de Línea F/ Medida Fiscal / Protección IA - Sistemas de Control	6	uds
Línea de MT (Conductores)	TOP-CABLE X-VOLT	AL RH5Z1-OL 18/30 kV	3x(1x630) mm^2	1.156	m
Red de MT (Zanjas)	Zanja de conexión con sala de celdas de subestación de 130 cm de anchura para 3 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	128	ml

2. CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES

Para la instalación de almacenamiento en cuestión, se ha solicitado una **potencia de generación** de **42,00 MW**, y una **potencia de consumo** también de **42,00 MW**, en el punto de conexión, para realizar, según datos de estudio económico, **1,3 ciclos de carga/descarga completos al día**, por tanto, las instalaciones se han dimensionado para estas condiciones de funcionamiento.

2.1. DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

En este apartado se realizarán los cálculos necesarios para el dimensionamiento del sistema de almacenamiento del presente proyecto, para ello se tendrán en cuenta las recomendaciones indicadas por el fabricante de los equipos que se emplearán.

Se determinará la potencia mínima de almacenamiento en baterías que se ha de instalar en función de las condiciones mencionadas anteriormente. Para ello se ha considerado una capacidad de descarga de las baterías del **95%,** una eficiencia mínima de los ciclos de funcionamiento de Carga/Descarga de **95,5%** y unas pérdidas eléctricas de **4,45%**. A partir de los datos facilitados por el fabricante del sistema de almacenamiento seleccionado (**LUNA 2000 5015**), y aplicando las siguientes ecuaciones se obtiene el número de containers de baterías a instalar como mínimo.

- En primer lugar, determinaremos la potencia útil que se empleará por cada container.

$$P_{útil} = P_{container}\ x\ Capacidad\ de\ descarga\ x\ Eficiencia - \ Pérdidas\ Eléctricas$$

$$P_{útil} = (5.015\ kWh\ x\ 0{,}95\ x\ 0.955) - Pérdidas\ Electricas = \mathbf{4.549{,}85 - 223{,}16 = 4.347{,}39\ kWh}$$

- A continuación, se determinará las horas de funcionamiento máximas, para la cual los equipos son capaces de suministrar la potencia demandada durante un ciclo de funcionamiento.

$$n^{o}{}_{containers} = \frac{P_n\ x\ horas\ funcionamiento}{P_{útil}}$$

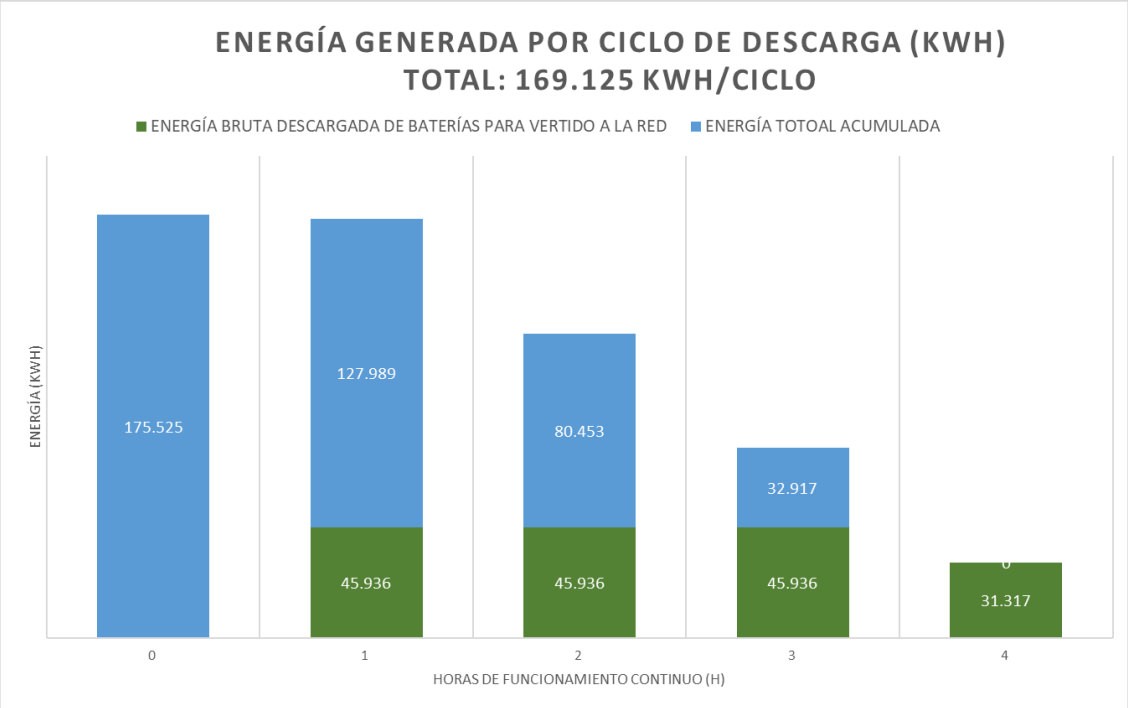
$$n^{o}{}_{Horas} = \frac{P_{útil}\ x\ n^{o}{}_{containers}}{P_n}$$

$$n^{o}{}_{Horas} = \frac{4.347{,}39\ kWh\ x\ 35\ containers}{42.000\ kWh} = \mathbf{3{,}62\ Horas}$$

De este modo se obtiene que, para una instalación de 35 containers de baterías del modelo seleccionado, se estima una autonomía de **3,62 horas de duración**.

Como el sistema de almacenamiento es un sistema que funciona en corriente alterna (AC) a baja tensión (BT) y la instalación a la cual se conecta la instalación de almacenamiento, es en corriente alterna (AC) a media tensión (MT), se instalarán **cinco (5) centros de transformación**, del modelo (**LUNA 2000-5015**).

Por tanto, teniendo en cuenta los equipos instalados y las condiciones de diseño comentadas anteriormente, se ha obteniendo un ciclo de descarga tal y como se muestra a continuación:



En el cual se muestra que para una potencia máxima de almacenamiento útil de **175.525 kWh** la cual es suficiente para realizar un ciclo de descarga de **3,56 horas** de duración, entregando una potencia de **169.125 kWh/ciclo** para una potencia nominal de **42.000 kWh**.

2.2. CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

En este apartado se realizarán los cálculos necesarios para el dimensionamiento eléctrico de los conductores que conforman el tramo que realiza la conexión de los containers de baterías con los inversores, este tramo se realiza en corriente continua. Para la selección de los conductores que se emplearán finalmente, se determinará la sección de los conductores mediante el dimensionamiento de los mismos por corriente admisible y por caída de tensión.

2.2.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE

Para el dimensionado de los conductores empleados para la conexión entre los containers de baterías y los CTs, se ha de determinar la corriente nominal a la cual estarán sometidos los conductores. Para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{P}{V}$$

Donde:

- I_n: es la corriente nominal de los circuitos de conexión.
- Sn: es la potencia nominal a transportar.
- V: es la tensión nominal de funcionamiento del sistema.
- Cos ρ: es el factor de potencia de la instalación.

Para los CTs del modelo LUNA 2000 5015, la corriente a la cual estarán sometidos los conductores será de:

$$I_n = \frac{200\ kW}{1{,}33\ kV} = 150{,}15\ A$$

Por tanto, se obtiene que cada circuito de conexión entre los containers y los inversores del modelo LUNA 2000 200 KTL, estará sometido a una corriente de 150,15A.

Cada container estará asociado con **seis (6) inversores** bidireccionales. Serán del tipo LUNA 2000-200 KTL

De modo que, para evacuar estas corrientes de funcionamiento, se opta por la instalación directamente enterrada con conductor **AL XZ1,** del fabricante PRYSMIAN o similar, de sección mínima 95 mm^2, el cual cuenta con las siguientes características:

Denominación del conductor:	AS VOLTALENE AL XZ1
	1,8 kVdc (1 x 150 mm^2)
Material:	Aluminio
Diámetro exterior del conductor:	19,2 mm
Sección total:	150 mm^2
Masa lineal:	518 kg/km
Resistencia eléctrica a 20 ºC:	0,206 Ω/km
Intensidad admisible al aire:	312 A
Intensidad admisible directamente enterrado:	221 A

Según la norma UNE-HD 60364-5-52, para instalación de 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 ºC y resistividad térmica del terreno de 2,5 km/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52. Instalación tipo D2, dependiendo del número de circuitos instalados, la intensidad admisible del conductor se calcula como:

$$I_{adm} = I_{cond} * k_a * k_t * k_r * n_c$$

Donde:

I_{cond}: Intensidad máxima admisible del conductor temperatura del terreno a 20 ºC.

k_a: Coeficiente de corrección por agrupación (0,715)

k_t: Coeficiente de corrección por temperatura (0,96)

k_r: Coeficiente de corrección por resistividad térmica del suelo (1,00)

n_c: número de conductores por fase.

Para el coeficiente de corrección por agrupación se ha tenido en cuenta la zanja diseñada para BT en planos anexos. Existen tanto ternas en contacto como ternas separadas entre sí.

Como la instalación cuenta con tres (12) circuitos por container, se dimensionará el número de conductores a instalar por fase para la mayor corriente nominal determinada anteriormente, de manera que, si igualamos la corriente admisible del conductor a la corriente nominal del circuito, obtenemos el número de conductores por fase a instalar en cada circuito.

$$I_{C1} = I_{cond} * k_a * k_t * k_r * n_c$$

$$n_{c1} = \frac{I_{C1}}{I_{cond} * k_a * k_t * k_r} = \frac{150{,}15}{252 * 0{,}715 * 0{,}96 * 1{,}00} = 0{,}86; n_{c1} = 1\ conductor$$

Por tanto, se obtiene que se **instalarán mínimo un (1) conductor por fase** para cada circuito que interconexión entre los containers del sistema de almacenamiento y los inversores, resultando una configuración final de **2x (1 x 150) mm²**, es decir, que cada circuito contará con positivo y negativo.

2.2.2. CAÍDA DE TENSIÓN

Una vez determinada la sección a emplear por intensidad admisible, se procede a determinar la sección por la caída de tensión máxima que se produce en la instalación, en este caso al tratarse de una instalación interior del módulo de almacenamiento, se optimizará de modo que las pérdidas sean las menores posibles.

A partir de los datos facilitados por el fabricante, se obtiene que, para el conductor seleccionado, se tiene una resistencia por unidad de longitud de 0,125 (Ω/ km), esta resistencia se considera que es para un valor de temperatura de 20 °C, para ello el cálculo de la caída de tensión viene dada por la fórmula:

$$e = 2 * I * L * R$$

Siendo:

- e = Caída de tensión en V.
- I = Corriente nominal de funcionamiento.
- L = Longitud máxima de la línea en Km.
- R = Resistencia del conductor a la Tª de funcionamiento (en este caso 90 °C)

Por tanto, se ha de obtener el valor de la resistencia para la temperatura de servicio, para ello se aplicará la siguiente ecuación:

$$R_T = R_0 * [1 + \propto * (T - T_0)]$$

- R_T: resistencia a la temperatura de funcionamiento.
- R: resistencia a la temperatura de referencia T_0 (facilitada por el fabricante)
- α: coeficiente de temperatura del material (para aluminio 0,00403)
- T: temperatura de funcionamiento (90 °C)
- T_0: temperatura de referencia (20°C)

$$R_T = 0{,}206 * [1 + 0{,}00403 * (90 - 20)] = 0{,}264\ \Omega/km$$

Una vez se ha obtenido el valor de la resistencia por unidad de longitud, se procede a determinar el valor de la caída de tensión.

$$e = 2 * 150.15 * 0.01306 * 0.264 = 1{,}03\ V$$

Como los circuitos definidos en este caso, emplean una configuración de dos conductores por fase, el valor de la caída de tensión se verá reducido a la mitad, puesto que la corriente se repartirá de forma equitativa entre ambos conductores, obteniendo de este modo una caída de tensión máxima para cada conductor de **1,03 V**.

De modo que se obtiene una caída de tensión del **0,08 %** respecto de la tensión nominal del circuito (690 V), siendo esta caída de tensión aceptable, puesto que según apartado 2.2.2 de la ITC-BT 19 del REBT para instalaciones interiores o receptoras, la caída de entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización, será menor al 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos, siendo en este caso la caída de tensión máxima admisible del **5 %**.

Dado los resultados obtenidos, se indica que los conductores a emplear para la realización de la conexión entre los containers del sistema de almacenamiento en baterías y los centros de transformación, será mediante conductores del tipo **AL XZ1 (S)** del fabricante PRYSMIAN o similar, en configuración **2x (1 x 150) mm²** en instalación directamente enterrada.

2.2.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN EN CONTINUA

Se presentan en la siguiente tabla, los cálculos eléctricos justificativos de los circuitos eléctricos de baja tensión proyectados para el módulo de almacenamiento mediante baterías de litio proyectado

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-01.01	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-01.02	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-01.03	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-01.04	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-01.05	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-01.06	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-01.07	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-02.01	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-02.02	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
ESS-02.03	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-02.04	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
ESS-02.05	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-02.06	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-02.07	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-03.01	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-03.02	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-03.03	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-03.04	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-03.05	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-03.06	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-03.07	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-04.01	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-04.02	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
ESS-04.03	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-04.04	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
ESS-04.05	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-04.06	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-04.07	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-05.01	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-05.02	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-05.03	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	**1.199,07**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-05.04	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	**1.199,86**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA

ESS ID	PCS ID	Circuito ID	Tensión (V)	P.Output (kW)	I.Output (A)	Longitud Circuito (m)	Circuito y Sección (mm²)	Designación Conductor (1,5 kVdc)	Factor de Corrección	I.max instalación (A)	¿Cumple el conductor?	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	P_{loss} (kW)	P_{loss} (kW) container	P_{Out} (kW)	P_{Out} (kW) container
ESS-05.05	QS1	QS1.1	1332	200,00	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	1,85	199,85	1.199,07
		QS1.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	QS2.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	QS3.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	QS4.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	QS5.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS5.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS6	QS6.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS6.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
ESS-05.06	QS1	QS1.1	1332	200,00	150,15	1,95	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02	0,28	199,98	1.199,86
		QS1.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS2	QS2.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS2.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS3	QS3.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS3.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS4	QS4.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS4.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS5	QS5.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS5.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			
	QS6	QS6.1	1332	200,00	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02		199,98	
		QS6.2	1332	200,00					0,6864	172,97	Sí	0,15	0,01	0,02			

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 1 CORRIENTE CONTINUA																	
ESS ID	**PCS ID**	**Circuito ID**	**Tensión (V)**	**P.Output (kW)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (1,5 kVdc)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{loss} (kW) container**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) container**
ESS-05.07	**QS1**	**QS1.1**	**1332**	**200,00**	150,15	13,06	2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15	3,01	199,85	**1.198,79**
		QS1.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS2	**QS2.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS2.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS3	**QS3.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS3.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS4	**QS4.1**	**1332**	**200,00**	150,15		2 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15		199,85	
		QS4.2	**1332**	**200,00**					0,6864	172,97	Sí	1,03	0,08	0,15			
	QS5	**QS5.1**	**1332**	**200,00**	207,60		3 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	259,46	Sí	1,42	0,11	0,30		199,70	
		QS5.2	**1332**	**200,00**					0,6864	259,46	Sí	1,42	0,11	0,30			
		QS5.3	**1332**	**200,00**					0,6864	259,46	Sí	1,42	0,11	0,30			
	QS6	**QS6.1**	**1332**	**200,00**	207,60		3 //2x(1x150)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	259,46	Sí	1,42	0,11	0,30		199,70	
		QS6.2	**1332**	**200,00**					0,6864	259,46	Sí	1,42	0,11	0,30			
		QS6.3	**1332**	**200,00**					0,6864	259,46	Sí	1,42	0,11	0,30			

2.3. CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

En este apartado se realizarán los cálculos necesarios para el dimensionamiento eléctrico de los conductores que conforman el tramo que realiza la conexión de los inversores con los CTs, este tramo se realiza en corriente alterna. Para la selección de los conductores que se emplearán finalmente, se determinará la sección de los conductores mediante el dimensionamiento de los mismos por corriente admisible y por caída de tensión.

2.3.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE

Para el dimensionado de los conductores empleados para la conexión entre los containers de baterías y los CTs, se ha de determinar la corriente nominal a la cual estarán sometidos los conductores. Para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{Sn}{\sqrt{3} \ * V * \cos\rho}$$

Donde:

- I_n: es la corriente nominal de los circuitos de conexión.
- Sn: es la potencia nominal a transportar.
- V: es la tensión nominal de funcionamiento del sistema.
- Cos ρ: es el factor de potencia de la instalación.

Para los CTs del modelo JUPITER 9000K, la corriente a la cual estarán sometidos los conductores será de:

$$I_n = \frac{200\ kW}{\sqrt{3} \ * 0{,}80\ kV * 0.9} = \ 160.38\ A$$

Por tanto, se obtiene que cada circuito de conexión para los CTs del modelo JUPITER 9000K, estará sometido a una corriente de 160.38 A.

De modo que, para evacuar estas corrientes de funcionamiento, se opta por la instalación directamente enterrada con conductor **AL XZ1,** del fabricante PRYSMIAN o similar, de sección mínima 95 mm^2, el cual cuenta con las siguientes características:

Denominación del conductor:	AL XZ1 1,8 kVdc 3 x (1 x 240 mm^2)
Material:	Aluminio
Diámetro exterior del conductor:	24,20 mm
Sección total:	240 mm^2
Masa lineal:	828 kg/km
Resistencia eléctrica a 20 ºC:	0,125 Ω/km
Intensidad admisible al aire a 40 ºC:	429 A
Intensidad admisible directamente enterrado:	278 A

Según la norma UNE-HD 60364-5-52, para instalación de 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 ºC y resistividad térmica del terreno de 2,5 km/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52. Instalación tipo D2, dependiendo del número de circuitos instalados, la intensidad admisible del conductor se calcula como:

$$I_{adm} = I_{cond} * k_a * k_t * k_r * n_c$$

Donde:

I_{cond}: Intensidad máxima admisible del conductor temperatura del terreno a 20 ºC.

k_a: Coeficiente de corrección por agrupación (0,715)

k_t: Coeficiente de corrección por temperatura (0,96)

k_r: Coeficiente de corrección por resistividad térmica del suelo (1,00)

n_c: número de conductores por fase.

Para el coeficiente de corrección por agrupación se ha tenido en cuenta la zanja diseñada para BT en planos anexos. Existen tanto ternas en contacto como ternas separadas entre sí.

Como la instalación cuenta con tres (6) circuitos por container, se dimensionará el número de conductores a instalar por fase para la mayor corriente nominal determinada anteriormente, de manera que, si igualamos la corriente admisible del conductor a la corriente nominal del circuito, obtenemos el número de conductores por fase a instalar en cada circuito.

$$I_{C1} = I_{cond} * k_a * k_t * k_r * n_c$$

$$n_{c1} = \frac{I_{C1}}{I_{cond} * k_a * k_t * k_r} = \frac{160.38}{281 * 0{,}715 * 0{,}96 * 1{,}00} = 0{,}83; n_{c1} = 1\ conductor$$

Por tanto, se obtiene que se **instalará un (1) conductor por fase** para cada circuito que interconexión entre los containers del sistema de almacenamiento y los inversores, resultando una configuración final de **3x (1 x 240) mm²**, es decir, que cada circuito contará con tres fases y un conductor por fase.

2.3.2. CAÍDA DE TENSIÓN

Una vez determinada la sección a emplear por intensidad admisible, se procede a determinar la sección por la caída de tensión máxima que se produce en la instalación, en este caso al tratarse de una instalación interior del módulo de almacenamiento, se optimizará de modo que las pérdidas sean las menores posibles.

A partir de los datos facilitados por el fabricante, se obtiene que, para el conductor seleccionado, se tiene una resistencia por unidad de longitud de 0,125 (Ω/ km), esta resistencia se considera que es para un valor de temperatura de 20 °C, para ello el cálculo de la caída de tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * R * \cos\varphi$$

Siendo:

- e = Caída de tensión en V.
- I = Corriente nominal de funcionamiento.
- L = Longitud máxima de la línea en Km.
- R = Resistencia del conductor a la Tª de funcionamiento (en este caso 90 °C)
- Cosφ = Factor de potencia (en este caso 0,9)

Por tanto, se ha de obtener el valor de la resistencia para la temperatura de servicio, para ello se aplicará la siguiente ecuación:

$$R_T = R_0 * [1 + \propto * (T - T_0)]$$

- R_T: resistencia a la temperatura de funcionamiento.
- R: resistencia a la temperatura de referencia T_0 (facilitada por el fabricante)
- α: coeficiente de temperatura del material (para aluminio 0,0039)
- T: temperatura de funcionamiento (90 °C)
- T_0: temperatura de referencia (20°C)

$$R_T = 0{,}125 * [1 + 0{,}0039 * (90 - 20)] = 0{,}0.159\ \Omega/km$$

Una vez se ha obtenido el valor de la resistencia por unidad de longitud, se procede a determinar el valor de la caída de tensión.

$$e = \sqrt{3} * 160.38 * 0{,}028 * 0{,}264 * 0{,}9 = 0{,}605\ V$$

Como los circuitos definidos en este caso, emplean una configuración de dos conductores por fase, el valor de la caída de tensión se verá reducido a la mitad, puesto que la corriente se repartirá de forma equitativa entre ambos conductores, obteniendo de este modo una caída de tensión máxima para cada conductor de **1,0045 V**.

De modo que se obtiene una caída de tensión del **0,08 %** respecto de la tensión nominal del circuito (690 V), siendo esta caída de tensión aceptable, puesto que según apartado 2.2.2 de la ITC-BT 19 del REBT para instalaciones interiores o receptoras, la caída de entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización, será menor al 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos, siendo en este caso la caída de tensión máxima admisible del **5 %**.

Dado los resultados obtenidos, se indica que los conductores a emplear para la realización de la conexión entre los containers del sistema de almacenamiento en baterías y los centros de transformación, será mediante conductores del tipo **AL XZ1 (S)** del fabricante PRYSMIAN o similar, en configuración **3x(1 x 240) mm²** en instalación directamente enterrada.

2.3.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN EN CORREINTE ALTERNA

Se presentan en la siguiente tabla, los cálculos eléctricos justificativos de los circuitos eléctricos de baja tensión proyectados para el módulo de almacenamiento mediante baterías de litio proyectado.

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA

Circ. ID	PCS ID	Potencia (kW)	Tensión (V)	I.Output (A)	Longitud Circuito (m)	Circuito y Sección (mm²)	Designación Conductor (0,6/1 kV)	Factor de Corrección	I.max instalación (A)	¿Cumple el conductor?	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	P_{loss} (kW)	P_{Out} (kW)	P_{Out} (kW) inversores
PCS1>>PWS1	QS1	200,00	800	160,38	15,22	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS2>>PWS1	QS1	200,00	800	160,38	13,62	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS3>>PWS1	QS1	200,00	800	160,38	8,59	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS4>>PWS1	QS1	200,00	800	160,38	7,8	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS5>>PWS1	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**9,24**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS6>>PWS1	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**11,6**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS7>>PWS1	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**17,58**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS1>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**14,04**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS2>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**12,47**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS3>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**7,41**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS4>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**8,38**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
PCS5>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**7,61**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS6>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**10,76**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS7>>PWS2	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**13,22**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS1>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**12,73**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS2>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**11,17**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS3>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**7,37**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS4>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**9,74**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS5>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**7,73**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS6>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**6,35**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS7>>PWS3	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**12,21**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS1>>PWS4	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**11,61**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA

Circ. ID	PCS ID	Potencia (kW)	Tensión (V)	I.Output (A)	Longitud Circuito (m)	Circuito y Sección (mm²)	Designación Conductor (0,6/1 kV)	Factor de Corrección	I.max instalación (A)	¿Cumple el conductor?	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	P_{loss} (kW)	P_{Out} (kW)	P_{Out} (kW) inversores
PCS2>>PWS4	QS1	200,00	800	160,38	10,05	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS3>>PWS4	QS1	200,00	800	160,38	8,02	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS4>>PWS4	QS1	200,00	800	160,38	10,7	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS5>>PWS4	QS1	200,00	800	160,38	11,95	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	1.198,99
	QS2	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	200,00	800	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	0,6864	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS6>>PWS4	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**7,33**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS7>>PWS4	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**7,8**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS1>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**10,33**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS2>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**8,75**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS3>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**9,48**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS4>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**12,31**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS5>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**13,39**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO - NIVEL 2 CORRIENTE ALTERNA															
Circ. ID	**PCS ID**	**Potencia (kW)**	**Tensión (V)**	**I.Output (A)**	**Longitud Circuito (m)**	**Circuito y Sección (mm²)**	**Designación Conductor (0,6/1 kV)**	**Factor de Corrección**	**I.max instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{Out} (kW)**	**P_{Out} (kW) inversores**
PCS6>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**11,65**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
PCS7>>PWS5	**QS1**	**200,00**	**800**	160,38	**6,81**	1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	**1.198,99**
	QS2	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS3	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS4	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS5	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	
	QS6	**200,00**	**800**	160,38		1 //3x(1x240)	AS VOLTALENE AL XZ1 (S)	**0,6864**	190,82	Sí	0,6055	0,08	0,17	199,83	

2.4. CÁLCULOS DE LÍNEAS INTERNAS DE MEDIA TENSIÓN ENTRE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Para el dimensionamiento de esta línea de media tensión, se realizarán los cálculos necesarios para determinar los conductores que conforman los tramos que realizan las conexiones entre las celdas de media tensión instaladas en los centros transformación (CTs), esta línea trabaja en corriente alterna, en instalación mediante conductor aislado directamente enterrado. Para la selección de los conductores que se emplearán finalmente, se determinará la sección de los conductores mediante el dimensionamiento de los mismos por corriente admisible y por caída de tensión.

2.4.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE

Para el dimensionado de los conductores empleados para la conexión entre los CTs, se han de determinar las corrientes nominales a las cuales estarán sometidos los conductores. Para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{Sn}{\sqrt{3} \ * V * \cos\rho}$$

Donde:

- I_n: es la corriente nominal de los circuitos de conexión.
- Sn: es la potencia nominal a del transformador en kVA.
- V: es la tensión nominal de funcionamiento del sistema en V.
- Cos ρ: es el factor de potencia de la instalación.

Por tanto, los conductores a instalar deberán soportar como mínimo unas corrientes nominales de:

$$I_{(PWS-02 \ -> PWS-01)\ 30\ kV} = \frac{8.400}{\sqrt{3} * 30.000 * 0{,}9} = 0{,}180\ kA;\ I_{P1\ 30\ kV} = \mathbf{179.62\ A}$$

$$I_{(PWS-04 \ -> PWS-03)\ 30\ kV} = \frac{8.400}{\sqrt{3} * 30.000 * 0{,}9} = 0{,}180\ kA;\ I_{P2\ 30\ kV} = \mathbf{179{,}62\ A}$$

Para estas líneas, se han decidido emplear conductores de 240 mm^2 sección, se indican algunas características de este conductor a continuación:

Denominación del conductor:	RHZ1 AL-XLPE de 18/30 kV
Configuración de la Línea:	Simple
Tipo de Instalación:	Directamente enterrado
Material:	Aluminio
Sección total:	240 mm^2
Diámetro exterior del conductor:	45,2 mm
Masa lineal:	1.959 kg/km
Resistencia eléctrica a 20 ºC:	0,125 Ω/km
Resistencia eléctrica a 90 ºC:	0,162 Ω/km
Reactancia Inductiva a 50 Hz:	0,116 Ω/km
Capacidad:	0,227 µF/km
Intensidad admisible directamente enterrado:	345

Según la norma IEC 60502-2, para instalación directamente enterrado a 1 m de profundidad, temperatura del terreno de 25 ºC, resistividad térmica del terreno de 1,5 Km/W, temperatura máxima del conductor 90 ºC y cables colocados al tresbolillo, dependiendo del número de bandejas y circuitos instalados, la intensidad admisible del conductor se calcula como:

$$I_{adm} = I_{cond} * k_a * k_t * k_r * k_p * n_c$$

Donde:

I_{cond}: Intensidad máxima admisible del conductor directamente enterrado.

- k_a: Coeficiente de corrección por agrupación (0,80)
- k_t: Coeficiente de corrección por temperatura (0,96)
- k_r: Coeficiente de corrección por resistividad térmica del suelo (1,00)
- k_p: Coeficiente de corrección por profundidad de soterramiento (0,97)
- n_c: número de conductores por fase (1).

A continuación, se obtiene la corriente máxima admisible para cada sección mediante la siguiente fórmula:

$$I_{240} = 367 * 0{,}95 * 0{,}96 * 1 * 0{,}97 * 1 = \mathbf{308{,}88\ A}$$

Por tanto, se **instalará un (1) circuito simplex de 240 mm²** de sección para el circuito del transformador PWS-02 al PWS-01 y **un (1) circuito simplex de 240 mm²** de sección para el circuito del transformador PWS-04 al PWS-03.

2.4.2. CAÍDA DE TENSIÓN

Se ha de determinar las caídas de tensión que se producirán en la línea, de modo que se pueda ajustar el voltaje a la salida de los centros de transformación de la instalación de almacenamiento, para que este llegue entre unos márgenes de tensión estipulados a su destino, para ello el cálculo de la caída de tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

Siendo:

- e = Caída de tensión en V.
- I = Corriente nominal del circuito en A.
- L = Longitud de la línea en km.
- R = Resistencia del conductor a la temperatura de funcionamiento en Ω/km.
- Cosφ = Coseno del factor de potencia
- X = Inductancia del conductor en Ω/km.
- Sinφ = Seno del factor de potencia

En este caso se ha determinado la caída de tensión máxima producida en la instalación, la cual se produce en un circuito denominado

Según los datos obtenidos anteriormente se obtiene una caída de tensión de:

$$e = \sqrt{3} * 175.34 * 0{,}023 * (0{,}162 * 0{,}9 + 0{,}1120 * 0{,}436) = \mathbf{1{,}38\ V}$$

En este caso se ha determinado la caída de tensión máxima producida en la instalación, para el cual se ha obtenido una caída de tensión total del **0,0046%,** siendo esta caída de tensión inferior al 5% recomendado.

Dado los resultados obtenidos, se indica que los conductores a emplear para la conexión entre los CTs, será mediante conductores del tipo **X-VOLT RH5Z1-OL** del fabricante TOPCABLE o similar, en configuración **3x (1 x 240 mm²)**, en instalación directamente enterrada.

2.4.3. PÉRDIDA DE POTENCIA

A continuación, se determina la pérdida de potencia en la línea debido al efecto Joule, el cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P_p = 3 * I^2 * L * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

$$P_p = 3 * (175.34)^2 * 0{,}023 * (0{,}162 * 0{,}9 + 0{,}1120 * 0{,}436) = 462{,}45\ W$$

Para el circuito con mayor caída de tensión, se estima una pérdida de potencia en la línea por efecto Joule es de **0,420 kW**, lo que supone un **0,0050%** de la máxima potencia a transportar.

Una vez obtenida la potencia perdida, se determina el rendimiento de la línea, el cual viene dado por la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{P_t - P_p}{P_t} * 100$$

De modo que se obtiene que el rendimiento de la línea es del **99,99 %**.

2.4.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE RED INTERNA DE MEDIA TENSIÓN

Se presentan en la siguiente tabla, los cálculos eléctricos justificativos de los circuitos eléctricos de media tensión proyectados para el módulo de almacenamiento mediante baterías de litio proyectado.

TABLA DE RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN INTERIOR DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO																
Circuitos	**Longitud Tramo (m)**	**Longitud Circuito Acumulada (m)**	**Sección Conductor (mm²)**	**Designación Conductor (18/30 kV)**	**Factor de Corrección**	**Tensión de Salida (V)**	**Potencia Subcampo (kVA)**	**Potencia Acumulada (kVA)**	**Intensidad de Cálculo (A)**	**I.máx Instalación (A)**	**¿Cumple el conductor?**	**c.d.t. (V)**	**c.d.t. (%)**	**c.d.t. Acum. (%)**	**P_{loss} (kW)**	**P_{out} (kW)**
PWS-04 -> PWS-03	**23,42**	23,42	3x(1x240)	AL RHZ1 - OL	0,88	30.000	8.400	8.400	179,62	308,88	Sí	1,40	0,0047	0,0047	0,437	8.400
PWS-02 -> PWS-01	**23,42**	23,42	3x(1x240)	AL RHZ1 - OL	0,88	30.000	8.400	8.400	179,62	308,88	Sí	1,40	0,0047	0,0047	0,437	8.400

2.5. CÁLCULO DE LA LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

Para el dimensionamiento de esta línea de media tensión, se realizarán los cálculos necesarios para determinar los conductores que conforman los tramos que realizan las conexiones entre las celdas de media tensión instaladas en el centro de transformación, con la celda de media tensión a instalar en las celdas de la sala de celdas de subestación de la planta solar, esta línea trabaja en corriente alterna, en instalación mediante conductor aislado directamente enterrado. Para la selección de los conductores que se emplearán finalmente, se determinará la sección de los conductores mediante el dimensionamiento de los mismos por corriente admisible y por caída de tensión.

2.5.1. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE

Para el dimensionado de los conductores empleados para la conexión entre las celdas de media tensión instaladas en el centro de transformación PWS-01, PWS-03, PWS-05 con la celda de media tensión a instalar en el futuro centro de seccionamiento de la planta solar hibridada, se han de determinar las corrientes nominales a las cuales estarán sometidos los conductores. Para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{Sn}{\sqrt{3} * V * \cos\rho}$$

Donde:

- I_n: es la corriente nominal de los circuitos de conexión.
- Sn: es la suma de la potencia nominal de los transformadores en kVA.
- V: es la tensión nominal de funcionamiento del sistema en V.
- Cos ρ: es el factor de potencia de la instalación.

Por tanto, los conductores a instalar deberán soportar como mínimo unas corrientes nominales de:

$$I_{(C7)\ 30\ kV} = \frac{16.800}{\sqrt{3} * 30.000 * 0{,}9} = 0{,}359kA;\ I_{P1\ 30\ kV} = \mathbf{359{,}24\ A}$$

$$I_{(C6)\ 30\ kV} = \frac{16.800}{\sqrt{3} * 30.000 * 0{,}9} = 0{,}359\ kA;\ I_{P1\ 30\ kV} = \mathbf{359{,}24\ A}$$

$$I_{(C5)\ 30\ kV} = \frac{8.400}{\sqrt{3} * 30.000 * 0{,}9} = 0{,}180\ kA;\ I_{P1\ 30\ kV} = \mathbf{179{,}62\ A}$$

Para estas líneas, se ha decidido emplear conductores de 630 mm^2 sección, se indican algunas características de este conductor a continuación:

Denominación del conductor:	RHZ1 AL-XLPE de 18/30 kV
Configuración de la Línea:	Simple
Tipo de Instalación:	Directamente enterrado
Material:	Aluminio
Sección total:	630 mm^2
Diámetro exterior del conductor:	58,5 mm
Masa lineal:	3.538 kg/km
Resistencia eléctrica a 20 ºC:	0,0469 Ω/km
Resistencia eléctrica a 90 ºC:	0,065 Ω/km
Reactancia Inductiva a 50 Hz:	0,094 Ω/km
Capacidad:	0,363 µF/km
Intensidad admisible directamente enterrado:	615 A

Según la norma IEC 60502-2, para instalación directamente enterrado a 1 m de profundidad, temperatura del terreno de 25 ºC, resistividad térmica del terreno de 1,5 Km/W, temperatura máxima del conductor 90 ºC y cables colocados al tresbolillo, dependiendo del número de bandejas y circuitos instalados, la intensidad admisible del conductor se calcula como:

$$I_{adm} = I_{cond} * k_a * k_t * k_r * k_p * n_c$$

Donde:

I_{cond}: Intensidad máxima admisible del conductor directamente enterrado.

- k_a: Coeficiente de corrección por agrupación (0,76)
- k_t: Coeficiente de corrección por temperatura (0,96)
- k_r: Coeficiente de corrección por resistividad térmica del suelo (1,00)
- k_p: Coeficiente de corrección por profundidad de soterramiento (0,99)
- n_c: número de conductores por fase (1).

A continuación, se obtiene la corriente máxima admisible para cada sección mediante la siguiente fórmula:

$$I_{630} = 588 * 0.76 * 0{,}96 * 1 * 1 * 1 = \mathbf{423{,}36\ A}$$

Por tanto, se obtiene que se **instalará un (1) conductor por fase de 630 mm²** de sección para el circuito de entre las celdas de media tensión instaladas en el centro de transformación, con la celda de media tensión de la sala de celdas de la subestación de la planta solar hibridada, en instalación directamente enterrada y un circuito por zanja.

2.5.2. CAÍDA DE TENSIÓN

Se ha de determinar las caídas de tensión que se producirán en la línea, de modo que se pueda ajustar el voltaje a la salida de los CTs de la instalación de almacenamiento, para que este llegue entre unos márgenes de tensión estipulados a su destino, para ello el cálculo de la caída de tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

Siendo:

- e = Caída de tensión en V.
- I = Corriente nominal del circuito en A.
- L = Longitud de la línea en Km.
- R = Resistencia del conductor a la temperatura de funcionamiento en Ω/km.
- Cosφ = Coseno del factor de potencia
- X = Inductancia del conductor en Ω/km.
- Sinφ = Seno del factor de potencia

Según los datos obtenidos anteriormente se obtiene una caída de tensión de:

$$e = \sqrt{3} * 354{,}96 * 0{,}139 * (0{,}065 * 0{,}9 + 0{,}094 * 0{,}436) = \mathbf{8.52\ V}$$

En este caso se ha determinado la caída de tensión máxima producida en la instalación, para el cual se ha obtenido una caída de tensión total del **0,02%,** siendo esta caída de tensión inferior al 5% recomendado.

Dado los resultados obtenidos, se indica que los conductores a emplear para la conexión entre el centro de transformación ubicado más al oeste de la instalación, con la celda de media tensión a instalar en el futuro centro de seccionamiento de la planta solar hibridada, será mediante conductores del tipo **RH5Z1-AL** del fabricante TOPCABLE o similar, en configuración **1x [3x (1 x 630 mm²)]**, en instalación directamente enterrada.

2.5.3. PÉRDIDA DE POTENCIA

A continuación, se determina la pérdida de potencia en la línea debido al efecto Joule, el cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P_p = 3 * I^2 * L * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

$$P_p = 3 * 354.96^2 * 0{,}139 * (0{,}065 * 0{,}9 + 0{,}095 * 0{,}436) = 5.84\ KW$$

Para el circuito con mayor caída de tensión, se estima una pérdida de potencia en la línea por efecto Joule es de **5,84 kW**, lo que supone un **0,031%** de la máxima potencia a transportar.

Una vez obtenida la potencia perdida, se determina el rendimiento de la línea, el cual viene dado por la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{P_t - P_p}{P_t} * 100$$

De modo que se obtiene que el rendimiento de la línea es del **99,99%**.

2.5.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LÍNEA DE CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Se presenta en las siguientes tablas los resultados de cálculo de las líneas de conexión del módulo de almacenamiento con la instalación hibridada, en la sala de celdas de la subestación de la planta fotovoltaica.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS PRINCIPALES DE LÍNEA DE CONEXIÓN 30 kV CIRCUITO C7 Conductores Aislados de 630 mm² / Directamente Enterrados		
CARACTERÍSTICAS	**VALOR**	**UNIDADES**
Longitud de la línea	139,67	m
Conductor	RH5Z1-OL 1x[3x(1x630)] AL 18/30 kV	
Configuración de la Instalación	Cond. Aislado Directamente Enterrado	
Nº Conductores por Fase	1	
Nº Circuitos por Fase	1	
Intensidad Máxima Admisible Conductor ($I_{Max.Cond}$)	423,36	A
Intensidad Máxima Admisible Instalación (I_{Max})	423,36	A
Intensidad de Cortocircuito Máxima Admisible Cond. (Icc_{adm})	41	kA
Potencia Máxima Admisible por Fase (Smáx)	22,00	MVA
Temperatura Máxima de Funcionamiento (Tmáx)	90	°C
Temperatura Máxima en Cortocircuito (Tcc)	250	°C
Intensidad Nominal por Conductor (I_{nC})	354,96	A
Intensidad Nominal en Condiciones Normales (I_n)	354,96	A
Potencia Máxima Admisible (Smáx)	22,00	MVA
Potencia Máxima a Transportar (Smáx)	16,60	MVA
Resistencia Eléctrica Secuencia Directa (R_L)	0,009	Ω
Reactancia Eléctrica Secuencia Directa (X_L)	0,013	Ω
Susceptancia Eléctrica Secuencia Directa (B_L)	15,93	µS
Caída de tensión	0,028	%
Tensión a la salida del Transformador	30,01	kV
Pérdida de Potencia	5,84	kVA

CÁLCULOS ELÉCTRICOS PRINCIPALES DE LÍNEA DE CONEXIÓN 30 kV CIRCUITO C6 Conductores Aislados de 630 mm² / Directamente Enterrados		
CARACTERÍSTICAS	**VALOR**	**UNIDADES**
Longitud de la línea	161,30	m
Conductor	RH5Z1-OL 1x[3x(1x630)] AL 18/30 kV	
Configuración de la Instalación	Cond. Aislado Directamente Enterrado	
Nº Conductores por Fase	1	
Nº Circuitos por Fase	1	
Intensidad Máxima Admisible Conductor ($I_{Max.Cond}$)	423,36	A
Intensidad Máxima Admisible Instalación (I_{Max})	423,36	A
Intensidad de Cortocircuito Máxima Admisible Cond. (Icc_{adm})	41	kA
Potencia Máxima Admisible por Fase (Smáx)	22,00	MVA
Temperatura Máxima de Funcionamiento (Tmáx)	90	°C
Temperatura Máxima en Cortocircuito (Tcc)	250	°C
Intensidad Nominal por Conductor (I_{nC})	354,96	A
Intensidad Nominal en Condiciones Normales (I_n)	354,96	A
Potencia Máxima Admisible (Smáx)	22,00	MVA
Potencia Máxima a Transportar (Smáx)	16,60	MVA
Resistencia Eléctrica Secuencia Directa (R_L)	0,010	Ω
Reactancia Eléctrica Secuencia Directa (X_L)	0,015	Ω
Susceptancia Eléctrica Secuencia Directa (B_L)	18,39	µS
Caída de tensión	0,033	%
Tensión a la salida del Transformador	30,01	kV
Pérdida de Potencia	6,74	kVA

CÁLCULOS ELÉCTRICOS PRINCIPALES DE LÍNEA DE CONEXIÓN 30 kV CIRCUITO C5 Conductores Aislados de 630 mm^2 / Directamente Enterrados		
CARACTERÍSTICAS	**VALOR**	**UNIDADES**
Longitud de la línea	139,67	m
Conductor	RH5Z1-OL 1x[3x(1x630)] AL 18/30 kV	
Configuración de la Instalación	Cond. Aislado Directamente Enterrado	
Nº Conductores por Fase	1	
Nº Circuitos por Fase	1	
Intensidad Máxima Admisible Conductor ($I_{Max.Cond}$)	423,36	A
Intensidad Máxima Admisible Instalación (I_{Max})	423,36	A
Intensidad de Cortocircuito Máxima Admisible Cond. (Icc_{adm})	41	kA
Potencia Máxima Admisible por Fase (Smáx)	22,00	MVA
Temperatura Máxima de Funcionamiento (Tmáx)	90	°C
Temperatura Máxima en Cortocircuito (Tcc)	250	°C
Intensidad Nominal por Conductor (I_{nC})	179,62	A
Intensidad Nominal en Condiciones Normales (I_n)	179,62	A
Potencia Máxima Admisible (Smáx)	22,00	MVA
Potencia Máxima a Transportar (Smáx)	8,40	MVA
Resistencia Eléctrica Secuencia Directa (R_L)	0,009	Ω
Reactancia Eléctrica Secuencia Directa (X_L)	0,013	Ω
Susceptancia Eléctrica Secuencia Directa (B_L)	15,93	µS
Caída de tensión	0,028	%
Tensión a la salida del Transformador	30,01	kV
Pérdida de Potencia	5,84	kVA

2.6. SALA DE CELDAS DE LA SUBESTACIÓN "LAS CRUCES"

En este apartado se justificarán los parámetros de nivel de aislamiento, corriente, corriente de cortocircuito y tensión que ha de soportar las nuevas celdas de media tensión proyectadas en la sala de celdas existente de la SE. Dado que las celdas de MT se instalarán para una tensión nominal de la red de **30 kV**, se seleccionarán celdas con una tensión nominal de **36 kV**, siendo esta la máxima tensión nominal de la red.

En este caso, la sala de celdas de la SE cuenta con seis (6) celdas de media tensión instaladas, tres (3) celdas de línea E/S, una (1) celda de medida y dos (2) celdas de protección, una para el embarrado del transformador de potencia y otra para banco de condensadores.

2.6.1. NIVEL DE AISLAMIENTO

Los materiales que se emplearán en esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado para los nuevos elementos a instalar en la sala de celdas de la SE "LAS CRUCES", se han tomado de acuerdo al Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y su instrucción técnica complementaria ITC-RAT 12, correspondientes a materiales del grupo A y B para aislamiento pleno. Dichos valores se reflejan en la siguiente tabla:

NIVELES DE AISLAMIENTO			
Tensión Nominal (kV)	Sobretensión Permanente (kV)	Nivel de aislamiento a onda de choque kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)
30	36	170	70

2.6.2. CORRIENTE NOMINAL ADMISIBLE

A continuación, se procede a determinar el valor de la corriente admisible del embarrado de las nuevas celdas a acoplar al conjunto de celdas existentes, el cual ha de ser capaz de soportar y realizar las funciones de corte y seccionamiento. Para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{Sn}{\sqrt{3} * U_n}$$

Donde:

- I_n: es la corriente nominal (A)
- Sn: Potencia nominal del transformador (VA)
- U_n: Tensión secundaria del transformador

➢ **INTENSIDAD NOMINAL LADO 30 kV**

Para el dimensionamiento del embarrado a instalar en las nuevas celdas proyectadas correspondientes al parque interior de 30 kV, siendo la potencia nominal del transformador de potencia de **50 MVA**, este deberá soportar como mínimo una corriente nominal de:

$$I_n = \frac{50.000.000}{\sqrt{3} * 30.000} = 962{,}25\ A$$

De modo que las nuevas celdas del módulo de almacenamiento deberán tener una **corriente asignada en servicio continuo del embarrado** igual o superior a **963 A**.

Según estos resultados, se seleccionan celdas de media tensión aisladas de **1250 A** y una barra de seccionamiento de **2.500 A**, de características similares al conjunto de elementos existentes.

2.6.3. CORRIENTE MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO

Para el dimensionamiento de la corriente de cortocircuito de la instalación, al tratarse de un sistema trifásico a **30 kV**, se considerará una corriente de cortocircuito trifásico durante **1s**, de **25 kA**.

De modo que se la celda a instalar ha de ser capaz de soportar y cortar corrientes de cortocircuito de valor igual o superior la corriente de cortocircuito máxima de diseño, en este caso **25 kA.**

Con las características definidas anteriormente, se han seleccionado unas celdas de MT combinadas, estas celdas son del modelo **8DJH36** del fabricante **SIEMENS**, para los centros de transformación y del modelo **NXPLUS C36** también del fabricante **SIEMENS** para el embarrado de la sala de celdas de la subestación, con las siguientes características:

A continuación, se muestra una tabla resumen de las características de las celdas a instalar.

CELDAS DE MEDIA TENSIÓN EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	
Datos Característicos	**Valor**
Modelo	8DJH36 SIEMENS
Tensión asignada	36 kV
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	630 A
Frecuencia asignada	50/60 Hz
Corriente admisible asignada de corta duración 3 s	40 kA
Corriente asignada de cresta de la corriente admisible asignada	40 kA
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	40 kA
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	70 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	170 kV

CELDAS DE MEDIA TENSIÓN PARA NUEVO EMBARRADO DE SALA DE CELDAS	
Datos Característicos	**Valor**
Modelo	NXPLUSC36 SIEMENS
Tensión asignada	36 kV
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	2.500 A
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	630 A y 1250 A
Frecuencia asignada	50/60 Hz
Corriente admisible asignada de corta duración 3 s	40 kA
Corriente asignada de cresta de la corriente admisible asignada	40 kA
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	40 kA
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	70 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	170 kV

3. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

3.1. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Todas las masas de la instalación estarán conectadas a una red de tierras independiente del del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por:

- Un cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección, que transcurrirá enterrado a una distancia mínima de 0,5 m de profundidad, para la red de tierra equipotencial de la estructura que aloja los racks de baterías y el propio container.
- Un cable de cobre RV-K 0.6/1 kV de sección variable según el circuito en el que se integra, que transcurrirá en el interior de la estructura metálica, para la puesta a tierra de los racks de baterías y las cajas de conexiones de la instalación.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

Para la puesta a tierra de la instalación se seguirá lo señalado en la instrucción ITCBT- 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. Este valor será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24 V tal y como se indica en el REBT.

Cada circuito llevará una protección con interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad, por lo que la resistencia más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

$$Rmax = \frac{24}{0{,}3} = 80\ \Omega;$$

La red de tierras se realizará mediante conductor dispuesto sobre bandeja y a tierra mediante picas. La longitud del conductor a utilizar vendrá condicionada por la naturaleza conductora del terreno con el fin de garantizar que $Rt < 80\ \Omega$.

En el caso del módulo de almacenamiento, se considerará la resistencia de puesta a tierra total obtenida a partir de un electrodo formado por un conductor y picas, ya que la extensión es muy grande.

Obteniendo las siguientes ecuaciones:

$$Rpica = \frac{\rho}{\mathrm{L\ x\ n}}$$

$$Rcond = \frac{2\ x\ \rho}{\mathrm{L}}$$

$$Rt = \frac{1}{\frac{1}{Rpica} + \frac{1}{Rcond}}$$

Donde,

ρ = resistividad del terreno. En este caso se ha diseñado para una resistividad de 200 Ωm

Rpica = resistencia de puesta a tierra de un electrodo formado por n picas verticales de longitud L. En este caso se ha diseñado para un total de 135 picas de 2 m de longitud.

Rcond = resistencia de puesta a tierra de un electrodo formado por un conductor de longitud L. En este caso se ha diseñado para un conductor de 1325.89 m de longitud.

De tal forma que, se ha obtenido una resistencia de puesta a tierra de **0,21 Ω**, siendo esta inferior al valor de 80 Ω, definido anteriormente.

3.2. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

3.2.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según el Reglamento de Alta Tensión ITC-RAT-13, en el apartado 2 de esta Instrucción se indica la necesidad de investigar las características del terreno, para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 siguiente, en las que se dan unos valores orientativos.

Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000 A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200 Ω·m deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad. Por tanto, se estimará una resistividad del terreno de 200 Ω·m para el terreno donde se instalará el centro de transformación

Datos de partida:

Los centros de transformación que se proyectan estarán conectados entre sí, formando tres circuitos independientes, los cuales finalmente se conectarán con un centro de seccionamiento, las características de los CTs son las siguientes:

- Tensión de servicio de AT: 30 kV
- Conexión del neutro de subestación eléctrica: reactancia Zig-Zag 500 A
- Sensibilidad de la protección: 500 A
- Resistividad del Terreno: 200 Ωm
- Tensión de Aislamiento: 10.000 V

3.2.2. DISEÑO DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

El preliminar de la instalación de puesta a tierra se realizará basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones del documento técnico MÉTODO UNESA.

Al tratarse de centros de transformación de similares características, en este documento se realizará el dimensionamiento TIPO de puesta a tierra para estos equipos.

- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA PARA EL CT

Como criterio de elección de la configuración, se calculará la resistencia máxima de puesta a tierra de protección del centro de transformación, de modo que la configuración escogida asegure que sea inferior a la calculada. Debe cumplirse lo siguiente:

$$I_d * R_T \leq U_{bt}$$

Donde:

I_d: Intensidad máxima de defecto a tierra limitada. (estimada 500 A)

R_T: Resistencia total de puesta a tierra (Ω)

U_{bt}: Tensión de Aislamiento en baja tensión: 10.000V

Acorde a la expresión anterior, la resistencia de puesta a tierra preliminar debe ser de:

$$R_T \leq \frac{U_{bt}}{I_d} = \frac{10.000\ V}{500\ A} = 20\ \Omega$$

A continuación, se debe seleccionar el electrodo tipo entre los posibles incluidos en las tablas del Anexo II del documento técnico MÉTODO UNESA, con la condición de tener un parámetro K_r (valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo) igual o inferior al calculado, como:

$$K_r \leq \frac{R_{Tmáx}}{\rho_s} = \frac{20\ \Omega}{200\ \Omega\text{m}} = 0{,}1\frac{\Omega}{\Omega\text{m}}$$

Con los datos anteriormente obtenidos, se procede a la selección del electrodo, para el cual la configuración elegida es **70-35 / 5 /82.**

Los parámetros característicos para esta configuración son:

- De la resistencia, K_r = 0,07 Ω/(Ω m)

- De la tensión de paso, K_p = 0,0149 V/(Ω m A)
- De la tensión de contacto exterior, K_c = 0,0311 V/(Ω m A)

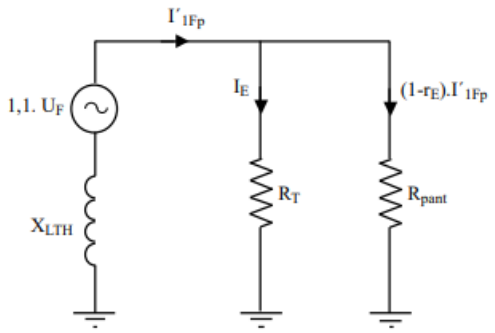
Obteniendo un electrodo de las siguientes características:

CONFIGURACIÓN DE LOS ELECTRODOS DE PAT DE PROTECCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	
Código de la Configuración	70-35 / 5 / 82
Geometría	Anillo
Dimensiones	7,0 m x 3,5 m
Sección del Conductor	50 mm^2
Nº de Picas	8
Diámetro de las Picas	14 mm
Longitud de las Picas	2 m
Profundidad del Electrodo	0,5 m

La resistencia de puesta a tierra, para la configuración seleccionada, es de:

$$R_T = K_r * \rho_s = 0{,}07 * 200 = \mathbf{14{,}00\ \Omega}$$

Debe tenerse en cuenta también la conexión a tierra de las pantallas de los cables de Media Tensión. Para este caso, se considera que la tierra del Centro de Transformación se conecta a la tierra del Centro de Seccionamiento o de otros Centros de Transformación, a través de las pantallas de los cables. En la siguiente figura se muestra el esquema del equivalente de Thévenin para el cálculo de la intensidad máxima de defecto a tierra:



Se asume el coeficiente de resistencia de puesta a tierra Kr' como el más desfavorable de los Centros de Transformación como:

$$K_r' = 0{,}088 \frac{\Omega}{\Omega \mathrm{m}}$$

Considerando que el Centro de Transformación tipo se encuentra conectado a otro centro de transformación de la instalación, se obtiene, que la resistencia a de puesta a tierra de la pantalla de los cables resulta:

$$R_{pant} = \frac{K'_r * \rho_s}{N} = \frac{0{,}088 * 200}{6} = \mathbf{2{,}93\ \Omega}$$

La resistencia total de puesta a tierra es el paralelo de las resistencias de los centros:

$$R_{TOT} = \frac{R_T * R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{14{,}00 * 2{,}93}{14{,}00 + 2{,}93} = \mathbf{2{,}42\ \Omega}$$

La relación entre la corriente que circula por el electrodo y la que corriente de defecto a tierra resulta:

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \mathbf{0{,}173}$$

Asumiendo una puesta a tierra en la subestación de destino de tipo Zig-Zag 500 A, se determina la reactancia equivalente:

$$X_{LTH} = \mathbf{42{,}02\ \Omega}$$

Con estos datos, se procede al cálculo de la corriente de defecto a tierra, la cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I'_{1Fp} = \frac{1{,}1 * U_n}{r_E * \sqrt{3} * \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \mathbf{497{,}96A}$$

Para la obtención del tiempo de actuación de las protecciones, se determina como se muestra a continuación:

$$I'_{1Fp} * t_d = 2200 \rightarrow t_d = \frac{2200}{494{,}72} = \mathbf{4{,}42\ s}$$

3.2.3. CÁLCULO DE LAS TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES EN LA INSTALACIÓN

- CUMPLIMIENTO DEL REQUISITO CORRESPONDIENTE A LA TENSIÓN DE CONTACTO

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el exterior del CT, se emplazará una acera perimetral de hormigón de mínimo a 1 m de las paredes del centro de transformación. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a un punto de la puesta a tierra de protección del centro de transformación mediante soldadura por fusión aluminotérmica C50-Fe 4 mm ø.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el interior, en la envolvente de hormigón (piso, techo y paredes laterales) del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté en contacto con una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior.

- CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE DEFECTO

La tensión de defecto se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$V'_d = R_{TOT} * I'_{1Fp} = \mathbf{1.207,67\ V}$$

Donde:

V'_d: Tensión de defecto en V.

I'_{1Fp}: Corriente de defecto en A.

R_{TOT}: Resistencia total de puesta a tierra en Ω.

- CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE PASO EN LA INSTALACIÓN

La tensión de paso en la instalación vendrá dada por:

$$U'_p = K_p * \rho_o * r_E * I'_{1Fp} = \mathbf{536,54\ V}$$

Donde:

U'_p: Tensión de paso en la instalación en V.

K_p: Coeficiente de tensión de paso.

ρ_O: Resistividad del terreno Ωm.

r_E: Resistencia equivalente del centro

I'_{1Fp}: Corriente de defecto en A.

- CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN EL ACCESO DE LA INSTALACIÓN

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 (con un pie en la acera y otro en el terreno), según la siguiente expresión:

$$U'_c = K_c * \rho_o * r_E * I'_{1Fp} = \mathbf{257,06\ V}$$

Donde:

U'_c: Tensión de paso en el acceso a la instalación en V.

K_c: Coeficiente de tensión de contacto y de paso de acceso.

ρ_O: Resistividad del terreno Ωm.

r_E: Resistencia equivalente del centro

I'_{1Fp}: Corriente de defecto en A.

3.2.4. CÁLCULO DE LA TENSIONES MÁXIMAS APLICADAS A LAS PERSONAS CON CALZADO

- CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL ACCESO A LA INSTALACIÓN

Para obtener el valor de la tensión aplicada a personas en el acceso la instalación se considerará que se encuentra con un pie en la acera y otro en el terreno, para ello se aplica la siguiente expresión:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_c}{1 + \frac{2 * R_{a1} + 3\rho s + 3 * \rho_H}{Z_b}} = \mathbf{36,750\ V}$$

Donde:

U'_{pa1}: Tensión de paso aplicada en el acceso a la instalación en V.

U'_c: Tensión de paso máxima en el acceso a la instalación en V.

ρ_s: Resistividad superficial del terreno Ωm.

ρ_H: Resistividad superficial del hormigón Ωm.

Ra1: Resistencia de calzado aislante (2.000 Ω).

Z_b: Resistencia del cuerpo humano (1.000 Ω).

- CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Para obtener el valor de la tensión aplicada a personas en el exterior de la instalación se considerará que se encuentra con ambos pies en el terreno, para ello se aplica la siguiente expresión:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_p}{1 + \frac{2 * R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}} = \mathbf{41,461\ V}$$

Donde:

U'_{pa2}: Tensión de paso aplicada en el exterior de la instalación en V.

U'_p: Tensión de paso máxima en el exterior de la instalación en V.

ρ_s: Resistividad superficial del terreno Ωm.

Ra1: Resistencia de calzado aislante (2.000 Ω).

Z_b: Resistencia del cuerpo humano (1.000 Ω).

3.2.5. CÁLCULO DE LA TENSIONES MÁXIMAS APLICADAS A LAS PERSONAS SIN CALZADO

- CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL ACCESO A LA INSTALACIÓN

Para obtener el valor de la tensión aplicada a personas en el acceso la instalación se considerará que se encuentra con un pie en la acera y otro en el terreno, para ello se aplica la siguiente expresión:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_c}{1 + \frac{2 * R_{a1} + 3\rho s + 3 * \rho_H}{Z_b}} = \mathbf{50,618\ V}$$

Donde:

U'_{pa1}: Tensión de paso aplicada en el acceso a la instalación en V.

U'_c: Tensión de paso máxima en el acceso a la instalación en V.

ρ_s: Resistividad superficial del terreno Ωm.

ρ_H: Resistividad superficial del hormigón Ωm.

Ra1: Resistencia de calzado aislante (0 Ω).

Z_b: Resistencia del cuerpo humano (1.000 Ω).

- CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Para obtener el valor de la tensión aplicada a personas en el exterior de la instalación se considerará que se encuentra con ambos pies en el terreno, para ello se aplica la siguiente expresión:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_p}{1 + \frac{2 * R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}} = \mathbf{116,846\ V}$$

Donde:

U'_{pa2}: Tensión de paso aplicada en el exterior de la instalación en V.

U'_p: Tensión de paso máxima en el exterior de la instalación en V.

ρ_s: Resistividad superficial del terreno Ωm.

Ra1: Resistencia de calzado aislante (0 Ω).

Z_b: Resistencia del cuerpo humano (1.000 Ω).

3.2.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO ADMISIBLES

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puesta a tierra que se muestra a continuación:

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

El valor obtenido de tiempo de duración de la corriente de falta es de **4,418 segundos** para este caso, de modo que, interpolando con los valores de la tabla anterior, se ha obtenido un valor de tensión de contacto aplicada admisible **U_{ca} = 82,746 V**.

Para obtener la tensión de paso aplicada en el acceso se aplica la siguiente expresión:

$$U_p = 10 * U_{ca} = 10 * 81{,}35 = \mathbf{827{,}460\ V}$$

A continuación, se muestra una tabla resumen de los resultados obtenidos:

TENSIÓN DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN	
Con calzado $U'_{pa2} \leq U_p \rightarrow 41{,}461\ V \leq 827{,}46\ V$	CUMPLE
Sin calzado $U'_{pa2} \leq U_p \rightarrow 50{,}618\ V \leq 827{,}46\ V$	CUMPLE
TENSIÓN DE PASO DE ACCESO Y CONTACTO EXTERIOR	
Con calzado $U'_{pa1} \leq U_p \rightarrow 36{,}750\ V \leq 827{,}46\ V$	CUMPLE
Sin calzado $U'_{pa1} \leq U_p \rightarrow 50{,}618\ V \leq 827{,}46\ V$	CUMPLE

TENSIÓN DE CONTACO INTERIOR	
$U'_c \leq U_{ca} \rightarrow 0\ V \leq 827{,}48\ V$	CUMPLE
TENSIÓN DE DEFECTO ≤ NIVEL DE AISLAMIENTO BT	
$V'_d \leq U_{bt} \rightarrow 1.207{,}66\ V \leq 10.000\ V$	CUMPLE
INTENSIDAD DE DEFETO	
$I_a \leq I'_{1Fp} \leq I_{adm} \rightarrow 50\ A \leq 497{,}96\ A \leq 500\ A$	CUMPLE

3.3. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

El electrodo correspondiente a la puesta a tierra de servicio se unirá al electrodo de la puesta a tierra de protección cuando el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección, al ser atravesado por la máxima corriente de falta a tierra, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

La separación D, en metros, entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio, que garantiza que no se induzcan tensiones en el electrodo de puesta a tierra de servicio mayores de 1000 V, cuando circula por el electrodo de puesta a tierra de protección, la intensidad IE, en amperios, viene dado por la relación siguiente:

$$D \geq \frac{\rho * I_E}{2000 * \pi} = \frac{200 * 354{,}96}{2000 * \pi} = \mathbf{11{,}29\ m}$$

La tierra de servicio se corresponderá a la puesta a tierra del neutro del transformador.

Para ello el valor máximo de la resistencia, viene impuesto por el REBT, siendo de 24 V, y por la sensibilidad de los dispositivos de protección diferencial, los cuales se supondrán en 650 mA.

El valor máximo de la resistencia de la puesta a tierra del neutro es:

$$R_{máx} = \frac{V_{máx}}{I_{disp}} = \frac{24}{0{,}65} = \mathbf{36{,}92\ \Omega}$$

Se selecciona una configuración según el método UNESA que aporte una resistencia inferior a la $R_{máx}$. La configuración seleccionada es la 5/32 del método UNESA.

CONFIGURACIÓN DE LOS ELECTRODOS DE PAT DE SERVICIO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	
Código de la Configuración	5 / 32
Configuración	Picas en Hilera
Sección del Conductor	50 mm^2
Nº de Picas	4
Diámetro de las Picas	14 mm
Longitud de las Picas	2 m
Separación entre Picas	3 m
Profundidad del Electrodo	0,5 m
kr	0,135
kp	0,0252

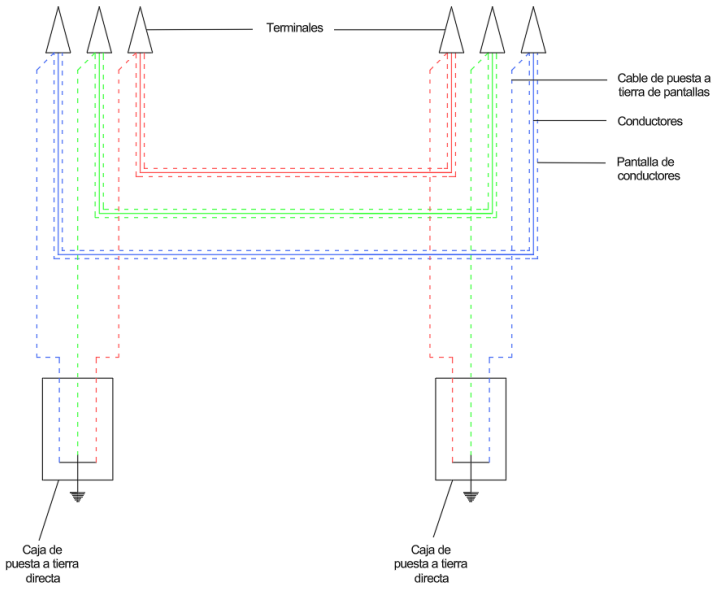
Obteniendo un valor de la resistencia de puesta a tierra de servicio de:

$$R_{servicio} = k_r * \rho = 0{,}135 * 200 = \mathbf{27{,}0\ \Omega\ \leq 36{,}92\ \Omega}$$

Por tanto, se demuestra que la configuración 5/32 del método UNESA cumple con lo establecido en el MIE RAT 13.

3.4. PUESTA A TIERRA DE LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO (SOLID BONDING)

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra al menos en cada uno de sus extremos, en sistema de conexión **Solid Bonding** u otro superior.



En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero. Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea, y, si fuese necesario, con el objeto de limitar las tensiones que podrían aparecer en las pantallas en caso de defecto de la línea, se conectarán entre sí las pantallas en otros puntos intermedios, e igualmente se podrán conectar a tierra

Estas conexiones se utilizarán siempre que la **tensión inducida** no supere el valor de 50 V y de esta forma salvaguardar la seguridad de las personas frente a las *Tensiones por contacto*, lo que limita la longitud del tramo de línea. Las tensiones inducidas en la pantalla se calculan con el cable a la máxima intensidad admisible.

Si durante el replanteo final de la línea subterránea se observase que no se cumple con esta limitación de tensión inducida, se planteará la posibilidad de utilizar una configuración de puestas a tierra más avanzada, hasta incluso llegar a una configuración en Cross-Bonding, con trasposición de la puesta a tierra de las pantallas de los conductores, dividiendo el recorrido total de la línea en 3 o 6 tramos menores, con la inclusión de 2 o 5 arquetas de empalme a lo largo del recorrido. En estas arquetas de trasposición se incluirán cajas de puesta a tierra con descargadores.

Por tanto, dependiendo del sistema de puesta a tierra finalmente seleccionado, en la instalación de las cajas de puesta a tierra se pueden incluir limitadores de tensión o no.

Las cajas de puesta a tierra serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de alguno de los elementos alojados sin que se produzcan daños a elementos externos cercanos; pudiendo ser de acero galvanizado, de acero inoxidable o de plástico dependiendo de que se instalen en exterior o en interior.

Las cajas de puesta a tierra a utilizar podrán ser:

- Unipolares
- Tripolares
- Para cruzamiento de pantallas.

4. ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campos magnéticos generados por el paso de la corriente a través de los conductores que conforman las líneas de interconexión entre los containers del sistema de almacenamiento con los CTs, las líneas de interconexión entre CTs, y la línea de conexión entre uno de los CTs y el centro de seccionamiento, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

En el R.D. 337/2014 de 9 de mayo, se recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de las instalaciones de alta tensión remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas.

En España, los valores máximos de campos de inducción magnética generados a frecuencia industrial (50 Hz en este caso) son de **100 µT para público en general y 500 µT para exposiciones ocupacionales**.

Se entiende como público general a todo espacio público donde cualquier persona pueda acceder sin necesidad de estar informado sobre las exposiciones a campos magnéticos, mientras que, el resto de los espacios privados donde se ejercen actividades que generen campos magnéticos, se clasifican como espacios de exposición ocupacional.

La ley de Biot y Savart aplicada a un conductor eléctrico permite analizar el campo producido en un punto determinado. Este campo se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 * \vec{\imath}}{4\pi} \oint \frac{\widehat{u_t} * \widehat{u_r}}{r^2}\, dl$$

Donde:

$\vec{B}$: Vector del campo magnético existente en un punto P [en T].

μ_0: Permeabilidad eléctrica ene el vacío, cuyo valor es $4\pi * 10^{-7} \frac{T * m}{A}$

$\vec{\imath}$: Vector intensidad de corriente [en A].

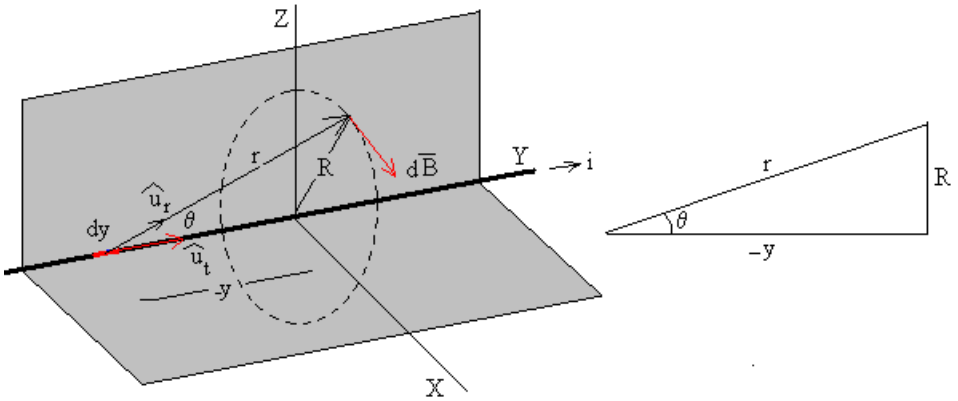
$\widehat{u_t}$: Vector unitario con dirección y sentido de la corriente eléctrica.

$\widehat{u_r}$: Vector unitario que une un punto cualquiera del conductor y el punto P.

r: Distancia entre un punto cualquiera del conductor y el punto P [en m].

l: Longitud del conductor [en m].

El vector de campo magnético instantáneo generado se sitúa en el plano formado por el conductor y el vector perpendicular al punto P.



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

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el apoyo, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida en los containers del sistema de almacenamiento, en los CTs y en el CS, será dispuesto trenzado. De esta forma se pretende que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí a lo largo del recorrido.

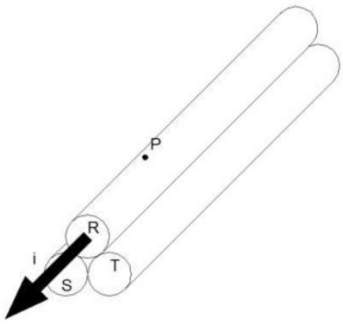
4.1. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES DE INTERCONEXIÓN ENTRE LOS INVERSORES Y LOS CTs

Se procede al cálculo del campo magnético generado por el conjunto de 6 circuitos independientes, los cuales se encuentran instalados en configuración 3 x (1 x 150 mm^2), resultando de un total de 18 cables unipolares AL XZ1 (S) 0,6/1 kV, de sección 150 mm^2, empleado en las conexiones entre los containers de baterías y los centros de transformación del sistema de almacenamiento.

Para el cálculo, se considerará el caso más desfavorable en el cual circula la intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor, para la instalación definida (281 A, según catálogo del fabricante). Según las especificaciones del fabricante, cada cable unipolar tiene un diámetro nominal exterior de 35,4 mm.

El campo magnético generado en el punto P situado en la envolvente de la fase superior (para el caso de ejemplo será la fase R), será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos genera-dos por cada una de las fases del cableado:

$$B_P = \sum B_{P,j} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$



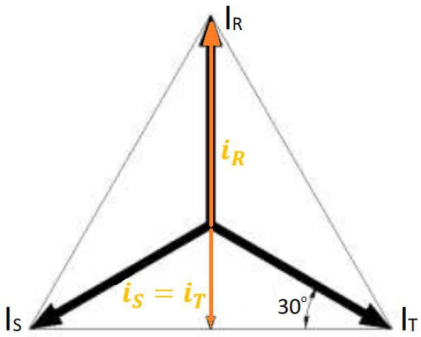
Se considerará el campo generado por la intensidad total en la dirección de R. Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu_0 * \frac{i_R}{2\pi d_R}$$

$$B_{P,S} = \mu_0 * \frac{i_S}{2\pi d_S}$$

$$B_{P,T} = \mu_0 * \frac{i_T}{2\pi d_T}$$

Donde i_S e i_T son las componentes de las fases S y T en la dirección de R. Su valor se determina teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas 120 ° entre sí (circuito trifásico equilibrado):



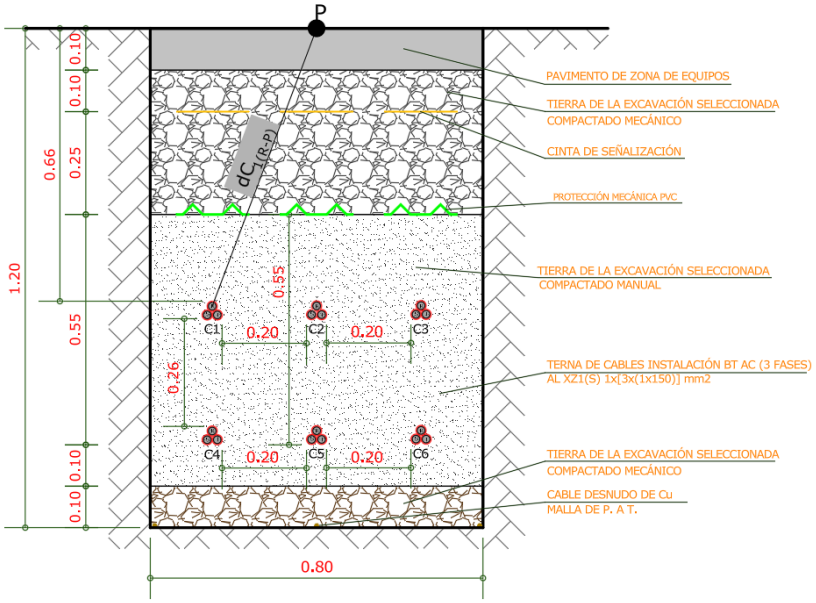
Se deduce a partir del diagrama anterior, las intensidades en la dirección de R. Tomando como valor de cálculo la intensidad máxima admisible:

$$i_R = 281\ A$$

$$i_S = -i_R * sen(30°) = -140{,}5\ A$$

$$i_T = -i_R * sen(30°) = -140{,}5\ A$$

Considerando que el punto P se sitúa a nivel de la cota de explanación del terreno, y que los conductores irán enterrados en una zanja de 1,2 m de profundidad, tres circuitos se encontrarán enterrados a una profundidad de 0,66 m, mientras que los otros tres circuitos se encontrarán a una profundidad de 1,0 m aproximadamente, la distancia entre el centro de los conductores y el punto P, para cada fase según la zanja diseñada y mostrada en planos anexos, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:



A continuación, se muestra una tabla resumen con las distancias entre los centros de los conductores de cada circuito, respecto al punto P.

CUADRO RESUMEN DE DISTANCIAS AL PUNTO (P) (mm)						
FASE/CIRCUITO	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
R1	713	666.9	713	999	966	999
S1	737.2	688	728.9	1020	988	1010
T1	728.9	688	737.2	1010	988	1020

Con los datos anteriores, se calcula el campo magnético total en el punto P mediante las siguientes expresiones:

$$B_{P_{R,S,T}} = 4\pi * 10^{-7} \frac{I_{R,S,T}}{2\pi * d_{R,S,T} * 10^{-3}} = (\mu T)$$

Aplicando la ecuación anterior se obtienen los siguientes resultados unitarios de los campos magnéticos generados por cada conductor.

CUADRO RESUMEN DE CAMPOS MAGNÉTICOS GENERADOS EN EL PUNTO (P) (µT)						
FASE/CIRCUITO	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
R1	78.82	84.27	78.82	56.26	58.18	56.26
S1	-38.12	-40.84	-38.55	-27.55	-28.44	-27.82
T1	-38.55	-40.84	-38.12	-27.82	-28.44	-27.55

Finalmente se ha de obtener el campo magnético total generado en el punto P, para ello se ha de realizar el sumatorio de los campos magnéticos unitarios generados por cada uno de los conductores, este sumatorio se realiza mediante la siguiente expresión:

$$B_P = \sum B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

Obteniendo un valor de campo electromagnético generado en el punto P de:

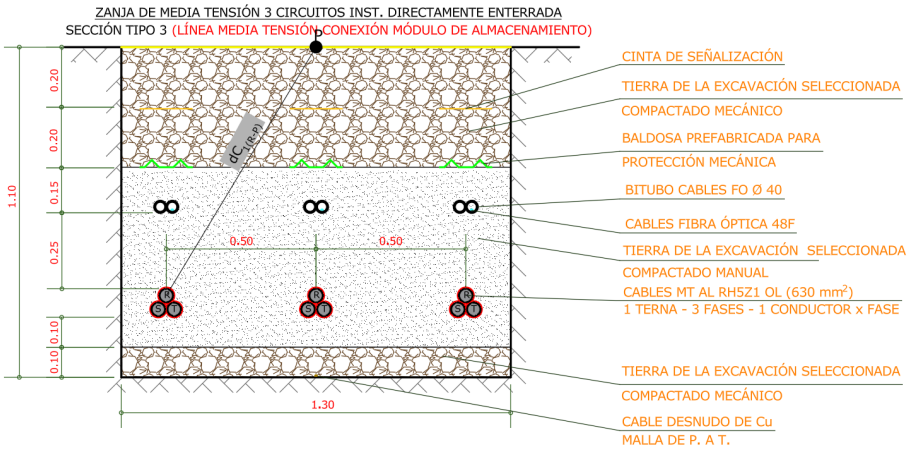
$$B_P = \mathbf{9,96\ \mu T < 100\ \mu T}$$

4.2. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES DE MEDIA TENISÓN INTERNA Y DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO CTs

A continuación, se realiza el cálculo del campo magnético generado por el circuito de interconexión entre las celdas de los centros de transformación, dicho circuito está formado por el conjunto de 3 cables unipolares RH5Z1-OL 1x[3x(1x400)] AL 18/30 kV, de sección 240&630 mm^2.

Para el cálculo, se considerará el caso más desfavorable en el cual circula la intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor (615 A, según catálogo del fabricante). Según las especificaciones del fabricante, cada cable unipolar tiene un diámetro nominal exterior de 51,5 mm.

Considerando que el punto P se sitúa a nivel de la cota de explanación del terreno, y que los conductores irán enterrados en una zanja de 0,80 m de profundidad, la distancia entre el centro de los conductores y el punto P, para cada fase según la zanja diseñada y mostrada en planos anexos, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:



CUADRO RESUMEN DE DISTANCIAS AL PUNTO (P) (mm)			
FASE/CIRCUITO	**C1**	**C2**	**C3**
R1	967	827	967
S1	1019	873	993
T1	993	874	1019

Con los datos anteriores, se procede al cálculo del campo magnético unitario generado en el punto P, por cada uno de los conductores mediante las expresiones mostradas anteriormente, obteniendo los siguientes resultados:

CUADRO RESUMEN DE CAMPOS MAGNÉTICOS GENERADOS EN EL PUNTO (P) (µT)			
FASE/CIRCUITO	**C1**	**C2**	**C3**
R1	127.20	148.73	127.20
S1	-60.35	-70.45	-61.93
T1	-61.93	-70.37	-60.35

Obteniendo un valor de campo electromagnético generado en el punto P de:

$$B_P = \mathbf{17,74\ \mu T < 100\ \mu T}$$

Cabe resaltar que el circuito de conexión entre CT, es de las **mismas características** al pero distintas secciones definidas en este apartado, la única diferencia entre ambos circuitos es la corriente nominal que circulará por cada uno de ellos, siendo en ambos casos, **una corriente nominal inferior** a la **corriente máxima admisible por el conductor** para una instalación de estas características, de tal modo que se considera que en ambos casos el campo magnético generado por ambas instalaciones será **inferior a los resultados obtenidos** en el presente apartado.

5. CONCLUSIÓN

Con el presente anexo justificativo, se consideran argumentados los cálculos eléctricos, de las instalaciones de baja y media tensión, tanto en corriente continua como en corriente alterna, para la ejecución y puesta en funcionamiento de las instalaciones proyectadas para la **HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE BATERÍAS DE ION-LITIO,** ubicada en el término municipal de Plasencia en la provincia de Cáceres.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

❖ ANEXO B: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO B – ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETO 2

3. FASES DE OBRA 3

3.1. FASE 1:OBRA CIVIL 3
3.2. FASE 2: MONTAJE 3
3.3. FASE 3: PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA. 3

4. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA 4

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 6

5.1. ADQUISICIÓN DE MATERIALES 6
5.2. COMIENZO DE LAS OBRAS 7
5.3. PUESTA EN OBRA 7
5.4. ALMACENAMIENTO EN OBRA 9

6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 10

6.1. TABLA DE OPERACIONES DE GESTIÓN 10
6.2. PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS 12

7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 14

7.1. SEGREGACIÓN POR FRACCIONES 14
7.2. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS 15
7.2.1 TIPO I. Residuos Vegetales 16
7.2.2 TIPO II. Tierras y pétreos de la excavación 16
7.2.3 TIPO III. Residuos Inertes Naturaleza Pétrea 16
7.2.4 TIPO IV. Residuos Inertes Naturaleza No Pétrea 17
7.2.5 TIPO V. Residuos Potencialmente Peligrosos y Otros 17
7.3. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS 18

8. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 23

8.1. CUANTIFICACIÓN DE COSTES 23
8.2. MEDICIONES DEL PRESUPUESTO 25
8.3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 27

9. CONCLUSIÓN 28

1. INTRODUCCIÓN

Según se expone a lo largo del presente proyecto técnico de construcción, se pretende realizar la ejecución de una serie de instalaciones, en concreto, de una **Hibridación de Planta Solar Fotovoltaica "HIB LAS CRUCES I" mediante la Incorporación de un Módulo de Baterías de Ion-Litio,** ubicada en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

Se implantará también una nueva línea subterránea de media tensión, para la conexión del módulo de almacenamiento, en la subestación eléctrica autorizada para el módulo de generación fotovoltaico, para hacer efectiva la hibridación de la planta.

Se solicitarán las autorizaciones administrativas pertienentes, para poder proceder a ejecutar las instalaciones mencionadas. Siendo la autorización de Licencia de Obras, emitida por el Excmo. Ayuntamiento del término municipal en el cual se ubicarán las instalaciones, la documentación que cuantificará las fianzas y tasas asignadas para asegurar una correcta gestión de los posibles residus generados durante las obras de construcción.

2. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Gestión de Residuos es analizar y clasificar los residuos, en tipología y cantidades, generados en la construcción del módulo de almacenamiento mediante baterías de Ion-litio a construir dentro de la futura planta solar fotovoltaica hibridada **"HIB LAS CRUCES I",** para poder hacer una correcta valorización de su adecuada gestión.

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, SL. con CIF: B-02.855.062 como promotor del proyecto en estudio, encarga al redactor del presente proyecto, el estudio de la gestión de los residuos, de acuerdo a lo establecido en el artículo 4 del **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

Además, se deberá cumplir lo establecido en la **ley 7/2022**, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, por el que se establece regular el régimen jurídico aplicable a la puesta en el mercado de productos en relación con el impacto en la gestión de sus residuos, así como el régimen jurídico de la prevención, producción y gestión de residuos.

En base a la normativa de aplicación, el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Normativa y legislación aplicable.
- Agentes intervinientes en la gestión de los residuos
- Identificación de los residuos generados en la obra, codificados según el anexo II de la Directiva 2008/98/CE y en la Decisión 2000/532/CE de la Comisión, modificada por la Decisión 2014/955/UE (Códigos LER)
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Estimación de cantidades bajo la codificación de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación.
- Valoración del coste previsto para la gestión de los residuos

3. FASES DE OBRA

3.1. FASE 1:OBRA CIVIL

Comprendiendo, ente otros:

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para circuitos eléctricos de baja y media tensión.
- Excavación y preparación del terreno para instalación de depósito y grupo a presión, para suministro de agua para sistema de protección contra incendio.
- Cimentación de los equipos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones.

3.2. FASE 2: MONTAJE

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

3.3. FASE 3: PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la línea tiene una orografía adecuada, por lo que el movimiento de tierras para la explanación será mínimo y puntual en algunas zonas minimizando la gestión de las mismas.

4. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los **residuos** con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

- Tierras de Excavación:
  - Tierra, piedras y lodos de drenaje:
    - 17.05.04. Tierra y piedras que distintas de las especificadas en el código 17.05.03 (Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.)
- Residuos de Construcción y Demolición (RCD):
  - RCD de naturaleza pétrea:
    - 17.01.01. Hormigón.
    - 17.01.02. Ladrillos.
    - 17.01.07. Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17.01.06.
  - RCD de naturaleza no pétrea:
    - 17.02.01. Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
    - 17.02.02. Vidrio.
    - 17.03.02. Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17.03.01
    - 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
    - 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

- Otros residuos:
  - Residuos no peligrosos:
    - 20.01.01. Papel y cartón.
    - 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
    - 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.
  - Residuos peligrosos:
    - 15.01.10*. Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
    - 15.02.02*. Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
    - 20.01.13*. Disolventes

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas.

5.1. ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Como medidas de minimización en la adquisición de materiales, podemos enumerar las siguientes:

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.

- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

5.2. COMIENZO DE LAS OBRAS

Como medidas de minimización de generación de residuos, al comienzo de las obras, tendremos las siguientes:

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

5.3. PUESTA EN OBRA

Como medidas de minimización de generación de residuos, durante la ejecución de las obras, tendremos las siguientes:

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.
- Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

5.4. ALMACENAMIENTO EN OBRA

En relación a medidas de minimización de generación de residuos, durante las tareas de almacenamiento, nombraremos las siguientes:

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obras, con los destinos y tratamiento específicos para cada uno de ellos.

En primer lugar, se muestra una tabla a modo de resumen de los residuos generados con su codificación establecida, indicando con un asterisco si se trata de un residuo peligros, para, posteriormente, realizar algunos comentarios específicos.

6.1. TABLA DE OPERACIONES DE GESTIÓN

CÓDIGO LER	IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD /vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD /vertedero de RCD
17 01 07	Mezclas o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 02	Vidrio.	Reciclado/Valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17.03.01	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD

CÓDIGO LER	IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO	TRATAMIENTO	DESTINO
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 13*	Disolventes	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante	Planta de reciclaje

CÓDIGO LER	IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO	TRATAMIENTO	DESTINO
		sistema integrado de gestión (SIG)	
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero

6.2. PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular Del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

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

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa

específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

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

7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

7.1. SEGREGACIÓN POR FRACCIONES

En relación a los residuos de la construcción y demolición no peligrosos, deberán ser clasificados en, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Asimismo, se clasificarán aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales. Sin perjuicio de la normativa específica para determinados residuos, en las obras de demolición, deberán retirarse, prohibiendo su mezcla con otros residuos, y manejarse de manera segura las sustancias peligrosas, en particular, el amianto.

Esta clasificación se realizará de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria. En caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

Las cantidades mínimas que obligarán a una segregación fraccionada de los RCD son las establecidas en el artículo 5, del RD 105/2008, en concreto las siguientes:

- Hormigón: **80 t**
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: **40 t**
- Metales (incluidas sus aleaciones): **2 t**
- Madera: **1t**
- Vidrio: **0,5 t**
- Plástico: **0,5 t**
- Papel y cartón: **0,5 t**

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente en un mismo lugar, pero siempre separados de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

7.2. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la instalación del módulo de almacenamiento mediane baterías de Ion- litio **"ALM LAS CRUCES I"**, así como del emplazamiento de todos los residuos generados, serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

7.2.1 TIPO I. Residuos Vegetales

Los residuos vegetales serán los procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo.

Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

7.2.2 TIPO II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Los terrenos sobre los que se implantará la instalación del módulo de almacenamiento y su línea de conexión tienen una orografía adecuada, por lo que los movimientos de tierras para la explanación serán puntuales.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones según proyecto. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

7.2.3 TIPO III. Residuos Inertes Naturaleza Pétrea

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los Containers de Baterías y los Containers de los Centros de Transformación se cimentarán sobre zapata de hormigón.

Para los circuitos eléctricos soterrados de baja y media tensión, se priorizará la instalación directamente enterrada de los mismo, siendo estos reforzados media instalación bajo tubo embebida en hormigón, en los cruces con los caminos internos de la instalación.

Por otro lado, las líneas subterráneas de media tensión de conexión, discurrirán prioritariamente en instalación directamente enterrada.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto, y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

7.2.4 TIPO IV. Residuos Inertes Naturaleza No Pétrea

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes. Se incluyen también los restos de asfaltado de viales.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

7.2.5 TIPO V. Residuos Potencialmente Peligrosos y Otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

7.3. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- **Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno**

  - 02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación de pequeño porte presente en la zona de actuación. Actualmente la zona de actuación ya se encuentra afectada por la construcción de la planta solar fotovoltaica, por lo que la única vegetación observada se trata de herbáceas estacionales y pequeños arbustos dispersos.

Por otra parte, en lo que respecta a la línea eléctrica subterránea de conexión en media tensión del módulo de almacenamiento, discurrirá mayoritariamente paralela a los caminos del interior de la planta. Los trazados del resto de tramos de líneas subterráneas de conexión discurrirán desde el centro de seccionamiento hasta unos puntos ubicados en las inmediaciones del mismo, salvo uno que discurrirá por el interior del centro de seccionamiento.

Según dicha circunstancia y la superficie de vegetación establecida, el volumen calculado que se podría generar es de aproximadamente **102,77 m^3 de maleza y pequeños arbustos**, siendo esta cantidad altamente dependiente de la época del año de comienzo de las obras. En cualquier caso, la instalación de almacenamiento se ubica en terrenos sin ningún tipo de aprovechamiento agrícola, por lo que se podrían comenzar las obras en cualquier momento estacional.

Bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, porque la época del año no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, se realiza la estimación de su retirada completa a vertedero.

Los residuos vegetales se triturarán en obra, como tratamiento previo a su transporte a vertederos o eliminación. Estimaremos un esponjamiento de 1,5 veces el volumen y una densidad de 0,02 t/m^3.

- RCD TIPO I VOLUMEN TOTAL = 102,77 x 1,50 = 154,16 m^3
- RCD TIPO I PESO TOTAL = 154,16 m^3 x 0,02 t/m^3 = 3,08 t

- **Tierras y pétreos procedentes de demolición**

  - 17 01 01 Hormigón y 17 01 02 Ladrillos

Al no haber demoliciones no se esperan residuos de esta naturaleza provenientes de este tipo de actuaciones.

- **Tierras y pétreos procedentes de excavación**.

  - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos. Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones.

Se tendrán los siguientes volúmenes de residuos netos resultantes de tierras procedentes de excavaciones, mostrados en la siguiente tabla:

TABLA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS TOTALES POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO				
ELEMENTO	**EXCAVACIÓN (m^3)**	**RELLENO (m^3)**	**NETO (m^3)**	
Nivelación del terreno para implantación de equipos	363,87	270,58	**-93,29**	EXCAVACIÓN
Regularización superficial para cimentaciones	224,79	78,51	**-146,28**	EXCAVACIÓN
Ejecución de zanjas de líneas eléctricas internas	745,72	708,44	**-37,29**	EXCAVACIÓN
Ejecución de zanjas de líneas subterráneas de conexión	94,32	84,89	**-9,43**	EXCAVACIÓN
Camino interno adicional para módulo de almacenamiento	50,16	225,71	**175,55**	RELLENO
TOTAL (m^3)	**1.478,86**	**1.368,13**	**-110,73**	**EXCAVACIÓN**

El volumen neto de movimientos de tierras totales es de, aproximadamente, **110,73 m^3** excavados sobrantes, los cuales serán prioritariamente depositados de nuevo en el mismo terreno, siempre que esto sea posible y las condiciones de las mismas sean adecuadas. Se considera no obstante la posibilidad de no poder incorporar la totalidad de los sobrantes generados, considerando que el 25 % de la totalidad, deberán gestionarse adecuadamente mediante gestor autorizado en este tipo de residuos. Siendo por tanto un total de **27,68 m^3** de tierras sobrantes a gestionar.

Estimaremos un esponjamiento de 1,15 veces el volumen y una densidad de 1,4 t/m^3 para estos residuos.

- RCD TIPO II VOLUMEN TOTAL= 27,68 m^3 x 1,15 = 31,84 m^3
- RCD TIPO II PESO TOTAL = 31,84 m^3 x 1,4 t/m^3 = 44,58 t

- **Residuos Inertes Naturaleza Pétrea**
  - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo, será el sobrante del hormigonado de la ejecución de las cimentaciones de los Containers de Almacenamiento de Baterías, los Centros de Transformación, y las zanjas eléctricas de los circuitos internos del módulo de almacenamiento y de la línea subterránea de conexión, se muestra a continuación una tabla resumen de las cimentaciones citadas.

SUPERFICIES ACTUADAS MEDIANTE EL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y/O IMPLANTACIÓN DE CIMENTACIONES PARA LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO		
ELEMENTO	**ACONDICIONAMIENTO (m^2)**	**CIMENTACIÓN (m^3)**
DESBROCE PREVIO DE VEGETACIÓN	5.138,69	-
ZONAS DE DESMONTE PARA NIVELACIÓN	234,09	-
ZONAS DE TERRAPLÉN PARA NIVELACIÓN	178,26	-
CAMPAMENTO OBRAS Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL	1.802,67	-
CAMINOS INTERNOS PLANTA DE ALMACENAMIENTO	1.003,17	-
ZANJA CIRCUITOS ELÉCTRICOS INTERNOS BT Y SSAA	607,46	-
ZANJA CIRCUITOS ELÉCTRICOS INTERNOS MT	105,00	-
ZANJA LÍNEAS SUBTERRÉNAS DE CONEXIÓN MT	187,33	1,50
ZONA DE TRABAJO PAVIMENTADA (*capa superficial)	4.155,30	20,78
EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	847,57	131,24
TOTAL (m^2|m^3)	**14.259,54**	**153,52**

Tomando como referencia la tabla de implantación de cimentaciones anterior, se tendrá que, para la implantación de los equipos del módulo de almacenamiento, la zona de trabajo pavimentada, así como para los circuitos eléctricos de baja y media tensión se utilizarán unos 191,46 m^3 de hormigón, en diferentes configuraciones.

Por tanto, para las cimentaciones necesarias se utilizará un total de **153,52 m^3** de hormigón, de los cuales se estima que se generará como residuo un 3 %, es decir, **4,61 m^3 de residuos de hormigón**.

Se estimará un esponjamiento del hormigón de 1,75 veces el volumen y una densidad de este material de 2,5 t/m^3.

- RCD TIPO III VOLUMEN TOTAL = 4,61 m^3 x 1,75 = 8,06 m^3
- RCD TIPO III PESO TOTAL = 8,06 m^3 x 2,5 t/m^3 = 20,15 t

  - 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no será necesario el uso de ladrillos.

- Residuos **Inertes** Naturaleza **No Pétrea**
  - 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en palets de entrega de equipos. Si bien, será retirado directamente por gestor autorizado, para su posterior **valorización**, por lo cual no genera ningún residuo en la propia obra, al ser un material rentable de recuperar.

  - 17 02 02 Vidrio

Puede generarse por presencia en embalajes y materiales sobrantes. Si bien, será retirado directamente por gestor autorizado, para su posterior valorización, por lo cual no genera ningún residuo en la propia obra, al ser un material rentable de recuperar.

  - 17 04 05 Hierro y acero

Puede generarse por presencia en embalajes y materiales sobrantes. No obstante, este material metálico, será retirado directamente por gestor autorizado, para su posterior valorización, por lo cual no genera ningún residuo en la propia obra, al ser un material rentable de recuperar.

  - 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse por disposición de materiales sobrantes. No obstante, este material será retirado por gestor autorizado para su posterior valorización, por lo cual no genera ningún residuo en la propia obra, al ser un material rentable de recuperar.

- **Otros residuos no peligrosos**

  - 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo en la propia obra, al ser un material rentable de recuperar.

  - 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior

valorización, por lo cual no genera ningún residuo, en la propia obra, al ser un material rentable de recuperar.

- **Residuos Peligrosos**

En esta obra se estima también que podrían generarse residuos peligrosos, aunque no de manera significativa en ningún caso. Para tenerlos en cuenta se va a considerar una partida de manera aproximativa para la posible gestión de los mismos. Estos residuos podrían ser de diferente tipología y origen, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros no considerados que pudieran aparecer.

Para los residuos peligros, siendo la cantidad generada estimada como de muy baja magnitud según la clasificación establecida, se estimará un volumen tipo de **0,5 metros cúbicos** de residuos, ya esponjados, con una densidad de 1,75 t/m^3.

- RCD TIPO V VOLUMEN TOTAL = 0,50 m^3
- RCD TIPO V PESO TOTAL = 0,50 m^3 x 1,75 t/m^3 = 0,88 t

8. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

8.1. CUANTIFICACIÓN DE COSTES

Se muestra en este apartado el **presupuesto de gestión de los residuos estimados**. Para ello, se han tenido en cuenta las tarifas estándar en función del tipo de residuo a gestionar, según su densidad volumétrica.

En concreto, se estimarán los siguientes precios públicos para el **depósito y eliminación** de los residuos generados en la obra y no susceptibles de valorización in situ:

TARIFAS ESTABLECIDAS PARA DEPÓSITO Y ELMINACIÓN DE RESIDUOS	IMPORTE UNITARIO
Depósito de Residuos no peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0,7 t/m³	29,75 €/t
Eliminación de residuos no peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades iguales o inferiores a 0,7 t/m³	29,75 €/t
Caracterización inicial y emisión de documento de aceptación	45,50 €/ud
Gestión administrativa de los documentos de control y seguimiento de los residuos gestionados y documentación complementaria necesaria	6,08 €/ud
Eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero con densidades superiores a 0,7 t/m³	112,25 €/t
Gestión administrativa de los documentos de control y seguimiento de los residuos peligrosos gestionados y documentación complementaria necesaria	12,25 €/t

Además, para cuantificar el **transporte** de los residuos a vertederos, se utilizará el catálogo de los precios de la construcción, contando con un desplazamiento igual o inferior a una hora hasta el punto de destino. En concreto los siguientes:

TARIFAS ESTABLECIDAS PARA TRANSPORTE DE RESIDUOS	IMPORTE UNITARIO
Transporte de Residuos de Silvicultura a Vertedero Autorizado, con duración menor o igual de una hora de trabajo	28,75 €/ t
Transporte de Tierras a Vertedero Autorizado, a una distancia inferior a 20 km	21,25 €/m^3
Transporte de Residuos Inertes a Vertedero Autorizado, a una distancia inferior a 20 km	32,25 €/m^3
Transporte de Residuos Peligrosos a Vertedero Autorizado, a una distancia inferior a 20 km	375,00 €/m^3

En primer lugar, en la propia obra, se realizará la **clasificación y almacenamiento temporal** de los residuos, bien sobre el terreno o bien en contenedores adecuados. Esta gestión se ha calculado con un valor de **2.916,45 €.**, teniendo en cuenta la cantidad de residuos estimada en el apartado anterior.

Con estos datos, y las cantidades calculadas en anteriores apartados, tendremos la siguiente cuantificación económica de las tareas necesarias de **evacuación de los residuos**, incluyendo el **transporte** y el **depósito** de los mismos.

Residuos	Volumen (m^3)	Peso (t)	Transporte (€)	Depósito (€)	IMPORTE EVACUACIÓN RESIDUOS (€)
Vegetales	154,16	3,08	88,55 €	91,63 €	180,18 €
Tierras	31,84	44,58	676,60 €	1.263,84 €	1.940,44 €
Hormigón	8,06	20,15	259,94 €	571,25 €	831,19 €
Peligrosos	0,50	0,88	187,50 €	98,78 €	286,28 €
TOTAL TRANSPORTE Y DEPÓSITO DE RESIDUOS			1.212,59 €	2.025,51 €	3.238,09 €

A dicho importe, tendríamos que sumar un coste por **gestión administrativa y de documentación**, en el centro de entrega, por cada envío realizado. Suponiendo un transporte en camiones de 10 t de carga, este importe, según los precios públicos de referencia, ascenderán esta partida a la cantidad de **417,34 €**. En total se tendrán los siguientes costes previstos.

PRESUPUESTO TOTAL DESTINADO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS	
PARTIDAS	IMPORTE (€)
Clasificación y Almacenamiento Temporal en Obra	**2.916,45 €**
Transporte de Residuos a Centros Autorizados	**1.212,59 €**
Depósito de Residuos en Centros Autorizados	**2.025,51 €**
Tasas Administrativas	**417,34 €**
TOTAL:	**6.571,88 €**

8.2. MEDICIONES DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 04 GESTIÓN DE RESIDUOS

Partida correspondiente a la gestión de residuos por parte de gestor autorizado. Incluye recogida de residuos y transporte hasta vertedero.

SUBCAPÍTULO 04.01 CLASIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión. Almacenamiento temporal en zonas acotadas o en contenedores adecuados.

04.01.01	m³	**Almacenamiento Temporal y Clasificación** Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión. Almacenamiento temporal en zonas acotadas o en contenedores adecuados.	194,56	14,99	2.916,45
		TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 CLASIFICACIÓN Y			**2.916,45**

SUBCAPÍTULO 04.02 TRANSPORTE DE RESIDUOS

Transporte de residuos a vertedero autorizado, mediante camiones de gran capacidad.

04.02.01	t	**Residuos Vegetales** Transporte con camión de residuos vegetales producidos durante los trabajos de limpieza de solares, poda y tala de árboles, a vertedero específico, situado a 10 km de distancia. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.	3,08	28,75	88,55
04.02.02	m³	**Residuos de Tierras y Pétreos** Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 20 km. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta.	31,84	21,25	676,60
04.02.03	m³	**Residuos Inertes Pétreos** Transporte de residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.	8,06	32,25	259,94
04.02.04	m³	**Residuos Peligrosos** Transporte de elementos de fibrocemento con amianto procedentes de una demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, previamente plastificados y paletizados. El precio incluye el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye el plastificado, el etiquetado, el paletizado ni la carga en obra.	0,50	375,00	187,50
		TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 TRANSPORTE DE RESIDUOS			**1.212,59**

SUBCAPÍTULO 04.03 DEPÓSITO DE RESIDUOS

Tasas de depósito de residuos en vertederos autorizados.

04.03.01	t	**Residuos Vegetales**			
		Canon de vertido por entrega de residuos vegetales producidos durante los trabajos de limpieza de solares, poda y tala de árboles, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.			
			3,08	29,75	91,63
04.03.02	t	**Residuos Tierras y Pétreos**			
		Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.			
			44,58	28,35	1.263,84
04.03.03	t	**Residuos Inertes Pétreos**			
		Canon de vertido por entrega de residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.			
			20,15	28,35	571,25
04.03.04	t	**Residuos Peligrosos**			
		Canon de vertido por entrega a gestor autorizado de residuos peligrosos, de contenedor de 1,0 m³ con tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas procedentes de la construcción o demolición.			
			0,88	112,25	98,78
04.03.05	u	**Tasas de Gestión**			
		Tasas de gestión administrativa de entrega y etiquetado de residuos.			
			1,00	417,34	417,34
		TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 DEPÓSITO DE RESIDUOS.....			**2.442,84**
		TOTAL CAPÍTULO 04 GESTIÓN DE RESIDUOS.....			**6.571,88**

8.3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Según las mediciones presentadas en el anterior apartado, tendremos las siguientes cantidades finales por capítulos, a modo de resumen del presupuesto:

CAPITULO	RESUMEN		EUROS
4	GESTIÓN DE RESIDUOS		6.571,88
-04.01	-CLASIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO	2.916,45	
-04.02	-TRANSPORTE DE RESIDUOS	1.212,59	
-04.03	-DEPÓSITO DE RESIDUOS	2.442,84	
	TOTAL PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS		6.571,88

Por tanto, considerando todas las partidas, la cantidad estimada para la gestión de residuos en las obras objeto del proyecto asciende a la cantidad de **SEIS MIL QUINIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS DE EURO (6.571,88 €).**

9. CONCLUSIÓN

Con el presente anexo justificativo, se consideran argumentados los **cálculos cuantitativos y económicos de la gestión de residuos** generados durante la futura construcción de las instalaciones proyectadas para la **HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO,** ubicada en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

❖ ANEXO C: PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

ANEXO C - PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

ÍNDICE

1. OBJETO 1

2. ALCANCE 2

3. REGLAMENTACIÓN APLICABLE 3

4. FASES DEL PROYECTO 4

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 4
4.1.1. REVISIÓN DE TRAZADO EN CAMPO 4
4.1.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA LÍNEA 4
4.1.3. REDACCIÓN DE PROYECTO 5
4.2. ORGANIZACIÓN 5
4.2.1. TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA 5
4.2.2. TRABAJOS DE DISEÑO, CÁLCULOS Y REDACCIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA 5
4.3. CONTROL DE DISEÑO 6
4.3.1. DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO 6
4.3.2. PLANIFICACIÓN 6
4.3.3. REVISIÓN DEL DISEÑO 7
4.3.4. DATOS FINALES DEL DISEÑO 8
4.3.5. VERIFICACIÓN DEL DISEÑO 8
4.3.6. VALIDACIÓN DEL DISEÑO 9
4.3.7. CAMBIOS EN EL DISEÑO 9
4.4. CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN 10
4.5. NO CONFORMIDADES 10

5. FASE DE LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN 12

5.1. CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS 12
5.1.1. CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRAS DE PRODUCTOS, EQUIPOS Y SISTEMAS 12
5.1.1.1. CONTROL DE LA DOCUMENTACION DE LOS SUMINISTROS 12
5.1.1.2. CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE DISTINTIVOS DE CALIDAD Y EVALUACIONES DE IDONEIDAD TÉCNICA 13
5.1.1.3. CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE ENSAYOS 13
5.1.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA 14
5.1.3. CONTROL DE LA OBRA TERMINADA 14
5.2. DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA 15
5.2.1. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA 15
5.2.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE LA OBRA 16
5.2.3. CERTIFICADO FINAL DE OBRA 16

6. CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS 18

7. CONCLUSIÓN 19

1. OBJETO

El objeto del presente anejo a la memoria es dar cumplimiento al apartado 8 "Aseguramiento de la calidad" de la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) de Líneas de Alta Tensión (LAT) para Líneas Subterráneas con Cables Aislados (ITC-LAT 06) y el mismo apartado para Líneas Aéreas con Conductores Desnudos (ITC-LAT 07), del R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias BOE (19-03-08).

En concreto, en dicho apartado de la normativa se establece que:

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. *Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.*
2. *La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.*
3. *Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.*
4. *Puntos de control de la ejecución y notificación.*
5. *Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.*
6. *La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.*
7. *La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.*
8. *Inspección durante la fabricación I construcción.*
9. *Inspección final y ensayos.*

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

En particular, será de aplicación lo establecido para las siguientes líneas eléctricas de media tensión subterráneas, de alta tensión a efectos normativos, incluidas en el proyecto técnico referido:

- **RED INTERIOR SUBTERRÁNEA DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO A 30 kV.**
- **LÍNEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO A 30 kV**

2. ALCANCE

En el presente documento se definen los sistemas y procedimientos que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán para garantizar la calidad del proyecto y su ejecución en todas sus fases, cumpliendo con los requisitos del mismo.

En este documento se identifican las actividades que deberán ejecutarse para asegurar la calidad durante los procesos de planificación del proyecto, cualificación de profesionales, diseño del proyecto y procesos de revisión durante las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que se cumplan los objetivos propuestos.

También es importante definir las funciones y responsabilidades de las partes involucradas y los mecanismos de revisión y seguimiento del proyecto. Las tareas definidas en el Plan de Aseguramiento de la Calidad deberán tener por objetivo fundamental cumplir una labor preventiva más que correctiva.

Por último, se establecerán las directrices para el control de calidad de la ejecución de las obras en todas sus fases, que servirán de base para la elaboración del Plan de Calidad que para las mismas ha de redactar el contratista adjudicatario de la ejecución de las instalaciones en proyecto.

3. REGLAMENTACIÓN APLICABLE

A continuación, se indican los documentos (Especificaciones Técnicas, Manuales, etc.) a tener en cuenta durante la ejecución de los trabajos, en los que se incluyen los requisitos técnicos y de calidad exigidos por el cliente:

- Norma UNE-EN-ISO 9001:2008.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- 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.
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 Noviembre).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas DIN y UNE
- Otras Normas, Especificaciones y Procedimientos que se citan en los documentos antes indicados, así como aquella Legislación que pueda resultar vinculante.

4. FASES DEL PROYECTO

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos realizados han sido los necesarios para la redacción del presente Proyecto de Ejecución, que servirá para la obtención de las correspondientes Autorizaciones Administrativas. Seguidamente se da una descripción pormenorizada de los trabajos realizados.

4.1.1. REVISIÓN DE TRAZADO EN CAMPO

Un equipo de topografía, compuesto por un topógrafo y un ayudante, se ha desplazado al emplazamiento para comprobar sobre el terreno la validez del trazado. Asimismo, se capturan todos los puntos e información topográfica necesaria para el correcto procesamiento de la información en gabinete.

4.1.2. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA LÍNEA

Concluido el trabajo de campo y una vez procesados los datos tomados, se dispone de la información gráfica sobre la que realizar el diseño de la línea.

En la fase inicial del proyecto se determinan y realizan todos los cálculos necesarios para su desarrollo:

- Cálculos eléctricos de la línea.
- Distancias de seguridad.
- Empalmes y accesorios.
- Aislamiento.
- Sistema de puesta a tierra.
- Y, en general, los cálculos mecánicos, eléctricos, etc. que justifican los diseños contemplados en la línea.

En el presente proyecto, los criterios de diseño a aplicar siguen las directrices establecidas en el *RD 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.*

4.1.3. REDACCIÓN DE PROYECTO

Una vez realizado el diseño de la línea se ha redactado la documentación definitiva del Proyecto: Memoria, Cálculos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud, Presupuesto y Planos.

Se han generado los planos y documentación necesarios para la completa definición de la línea.

4.2. ORGANIZACIÓN

Los trabajos en campo serán dirigidos por un Director de Proyecto, con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial, que se encargará del control y coordinación de la realización de todos los trabajos necesarios para la óptima ejecución de los mismos.

4.2.1. TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA

El equipo que se propone es el siguiente:

- Un equipo compuesto por Topógrafo y Ayudante: Con amplia experiencia en trabajos de topografía.
- Un Técnico de Gabinete: Con cualificación de Delineante Proyectista, realizará el procesado de los datos en oficina.

4.2.2. TRABAJOS DE DISEÑO, CÁLCULOS Y REDACCIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Se contará con el siguiente equipo de trabajo:

- Un Técnico de Proyecto: Con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial, se encargará, junto con el Director de Proyecto, de la realización de los trabajos de diseño, cálculos y redacción de la documentación técnica integrante del proyecto.
- Un Técnico de Seguridad: Con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, se encargará de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud para el Proyecto.
- Un Delineante Proyectista: Se encargará de la realización de los planos del proyecto.

4.3. CONTROL DE DISEÑO

A continuación, se describe el proceso de control del diseño aplicado durante los trabajos correspondientes a la fase de proyecto:

4.3.1. DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO

El técnico encargado del proyecto abre un archivo físico y/o informático dedicado a contener la correspondiente documentación generada por ese proyecto.

Tanto para la definición, como para las posteriores modificaciones se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Características funcionales (requisitos).
- Características mecánicas, eléctricas y/o materiales.
- Requisitos de Calidad aplicables.
- Normativa a tener en cuenta, así como requisitos legales y/o reglamentarios.
- Pruebas de inspección y control reglamentario a las que se someterá el proyecto final, en su caso.

Además de los Datos de Partida, se archiva la documentación generada en la definición de las especificaciones iniciales, debidamente identificada con el número de proyecto, por si es necesaria una consulta posterior.

4.3.2. PLANIFICACIÓN

Contempla las etapas del diseño que se van a ejecutar y el responsable de cada una de ellas, así como las Revisiones, Verificaciones y Validaciones que se considere oportuno realizar, además de las ya establecidas como norma general, y que se indican en los apartados siguientes.

El Plan de Proyecto contempla igualmente las relaciones entre el personal responsable de cada una de las partes y en qué fases, a quién y qué documentación se debe transmitir.

Durante el desarrollo del proyecto se verificará el cumplimiento del Plan, realizándose la puesta al día del mismo con las modificaciones exigidas por el desarrollo real de las actividades del proyecto. La actualización del Plan se lleva a cabo a medida que se finalizan las actividades previstas en el proyecto.

Un proyecto se considera finalizado cuando se han realizado satisfactoriamente todas las actividades definidas en el Plan de Proyecto, lo que queda reflejado en la última edición emitida de éste.

4.3.3. REVISIÓN DEL DISEÑO

Mediante la revisión del diseño se pretende analizar el proceso de diseño para confirmar que éste se adecua con los requerimientos predefinidos de modo que se puedan corregir las deficiencias detectadas. Se establece al menos, una Revisión formal del diseño, denominada revisión inicial del diseño.

- **Revisión inicial del diseño**

Ésta tiene lugar una vez documentados los datos de partida y constituye la primera fase dentro de la planificación del diseño. En ella se determina la trayectoria a seguir durante el proceso de diseño teniendo en cuenta los datos iniciales. Para ello se estudian las diferentes alternativas en cuanto a materiales, trazados o ubicaciones, métodos de cálculo, herramientas de diseño, etc. se llega a una definición acorde con las características del proyecto.

Queda constancia de esta primera revisión con la emisión del Plan de Proyecto. En él se anotan las conclusiones más destacables y es firmado por el responsable de su aprobación.

- **Revisiones adicionales**

Dentro del Plan de Proyecto se pueden programar Revisiones adicionales, en función de la complejidad de las diferentes partes del diseño, así como las personas responsables de su ejecución. En cada revisión pueden participar, además del personal encargado del diseño, cualquier persona de la organización, o incluso clientes o subcontratistas, que ayuden a detectar problemas que pudieran haberse pasado por alto. En cada Revisión se repasan sistemáticamente los resultados obtenidos en la parte de diseño que se esté revisando, en cuanto a especificaciones de materiales, planos, condiciones de fabricación e inspección, etc., y su interrelación con las otras fases, comprobando que son los adecuados para el cumplimiento de los Datos de Partida.

Un resultado no satisfactorio de una Revisión implica un cambio de aquellos parámetros de diseño que no sean los adecuados, y la realización de una nueva Revisión después de introducidos los cambios.

De todas estas revisiones se guarda registro en el Plan de Proyecto o en el formato específico del cliente.

4.3.4. DATOS FINALES DEL DISEÑO

Los resultados de cada una de las actividades planificadas pasan a constituir los Datos Finales del Diseño, para ser objeto de Verificación/es y Validación/es. Para poder efectuar estas últimas de una forma correcta, los Datos Finales reflejan claramente las características del proyecto que se ha diseñado.

Estos datos finales originados por cada actividad planificada dentro del diseño se relacionan en el apartado de observaciones del plan de proyecto. En él se hace constar la identificación y estado de edición de la documentación referenciada.

Algunos de los datos finales que pueden presentarse son:

- Especificaciones Técnicas de los componentes a utilizar.
- Planos de construcción. Detalles constructivos.
- Ensayos a realizar, en su caso, y criterios de aceptación y rechazo.
- Características críticas.
- Especificaciones del proceso de construcción.
- Documentación de uso, instalación y mantenimiento.
- Requisitos de Validación para el uso a que sea destinado.

4.3.5. VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

La verificación del diseño tiene por objeto comprobar que los Datos Finales del Diseño cumplen los requisitos definidos en los Datos de Iniciales.

Se establece, al menos, una Verificación del diseño, una vez obtenidos los Datos Finales al concluir todas las etapas del diseño (a excepción de la Validación). En esta Verificación se revisa y aprueba toda la documentación del proyecto antes de proceder a su difusión.

Independientemente, en el Plan del Proyecto pueden establecerse Verificaciones adicionales, según se estime conveniente, que pueden consistir en lo siguiente:

- Realización de cálculos alternativos
- Comparación del nuevo diseño con otros anteriores

- Realización de pruebas y/o ensayos.
- Los resultados de las verificaciones quedan documentados e incorporados a la documentación del proyecto en el Informe de Verificación / Validación del Diseño.
- Una Verificación no satisfactoria implica realizar cambios en el diseño, y por tanto en los Datos Finales del mismo, por lo que se realiza una nueva Verificación después de realizados los cambios.

4.3.6. VALIDACIÓN DEL DISEÑO

La Validación es la última etapa del diseño y consiste en la confirmación de que el producto resultante es adecuado al uso previsto.

Siempre que no sea posible realizar un seguimiento de la evolución del diseño más allá de la simple entrega, en el momento de dicha entrega del trabajo, el Responsable del Departamento afectado realiza una validación del diseño comprobando que es adecuado, registrándola en el mismo informe que en el caso anterior.

Cualquier incidencia o comunicación (recibo de conformidad, consultas, etc.) realizadas posteriormente a la entrega en este caso, se registra en el Informe donde ha quedado constancia de la validación por el Responsable del Departamento afectado.

Una validación no satisfactoria implica realizar cambios en el diseño y, por tanto, en los Datos Finales del mismo, por lo que se realiza una nueva Verificación y Validación después de realizados los cambios.

4.3.7. CAMBIOS EN EL DISEÑO

La modificación a efectuar se documenta en el formato "Datos iniciales del proyecto" describiendo la naturaleza de los cambios propuestos y sus motivos, y constituye los datos de partida para los cambios en el diseño.

Una vez definidos los cambios y en función de su complejidad, se adapta el Plan de Proyecto a las nuevas condiciones, programando las actividades necesarias y asignando al personal cualificado para su realización.

Asimismo, se planifican las Revisiones, Verificaciones y Validaciones de los mismos, documentando estas circunstancias en el Plan de Proyecto correspondiente.

4.4. CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN

Todos los documentos de diseño son objeto de control de la documentación de acuerdo los borradores de trabajo que sirven como datos de partida para la realización de los

que dichos documentos se utilicen con carácter ejecutivo.

Los documentos definitivos de diseño permanecen controlados y no pueden difundirse hasta haber sido revisados y aprobados.

Todos los documentos generados en soporte papel por un proyecto se archivan en carpetas o archivadores identificados al menos con el número de proyecto.

El archivo de la documentación en soporte informático se realiza en los directorios abiertos a tal efecto y cuya estructura se identifica en las Instrucciones de Trabajo que describen cada tipo de Proyecto.

4.5. NO CONFORMIDADES

La detección de una No Conformidad durante una Revisión del proyecto, la apertura de un Informe de No Conformidad en el que se define un Plan de acciones y responsables de su seguimiento.

Entre las acciones definidas en el Informe de NC, puede proponerse un cambio de aquellos parámetros de diseño que no sean los adecuados, y la realización de una nueva Revisión después de introducidos los cambios.

De manera general, ante la detección de una No Conformidad en cualquiera de los diferentes departamentos de la empresa, se procede a la apertura de un informe.

Éste se realiza en el formato de "Informe de No Conformidad" que contiene al menos los siguientes datos:

- Nº de Informe de No Conformidad.
- Fecha de apertura del Informe de No Conformidad.
- Indicación de si se trata de una desviación real o potencial.
- Donde se ha detectado la desviación (recepción, proceso/inspección final, en una devolución o reclamación, en auditoría,...).

- Descripción de la incidencia y causa que la ha originado si es conocida.
- Nombre y firma del Responsable de Departamento estableciendo la acción inmediata.
- Nombre del responsable de efectuar las acciones para eliminar la desviación.

Las partes restantes del informe de No Conformidad se cumplimentan cuando es precisa la ejecución de acciones a largo plazo para evitar la repetición de la no conformidad o la aparición de la misma.

La aplicación de acciones correctivas es determinada a partir de las desviaciones recogidas en los Informes de No Conformidad, abiertos con motivo de cualquier actividad desarrollada y que por su gravedad, importancia o repetición requieren de la aplicación de acciones que eviten su repetición.

Las acciones acordadas se registran en el formato de Informe de No Conformidad abierto, indicando cuáles son éstas, así como los responsables de su ejecución y fechas límite de cumplimiento.

Se efectúa un seguimiento de las acciones correctivas, de tal forma que se refleja la sucesión de acontecimientos, con las fechas y nombres de los implicados, que han determinado el éxito o fracaso de las acciones pudiendo anexar al informe todas aquellas pruebas o registros que considere oportunos para la justificación de los hechos o bien trazarlos documentalmente.

Si en el plazo de ejecución de una acción correctiva, ésta no se ha llevado a cabo, puede ampliarse el plazo de ejecución de la misma indicando esto en el propio informe de acciones correctivas. Esta ampliación puede efectuarse hasta en dos ocasiones.

A partir de este momento, si el resultado de las acciones continúa siendo insatisfactorio se informa a Dirección en el transcurso de la siguiente reunión de calidad para que decida en consecuencia si conviene abrir un nuevo informe de No Conformidad y reconsiderar las acciones, cerrar la no conformidad definitivamente o aplazarla por un tiempo dado, momento a partir del cual se retomaría el seguimiento de acciones. En cualquier caso, la decisión tomada se refleja en el apartado de cierre de acciones del Informe de No Conformidad.

Se procederá a su análisis para determinar el motivo de la misma y la acción inmediata a realizar. Su resultado se documentará en el Informe de No Conformidad correspondiente en los apartados de Incidencia y Acción Inmediata.

5. FASE DE LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

5.1. CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS

Las obras de construcción de las infraestructuras se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable y a las normas de la buena práctica constructiva.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible.

En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

5.1.1. CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRAS DE PRODUCTOS, EQUIPOS Y SISTEMAS

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

5.1.1.1. CONTROL DE LA DOCUMENTACION DE LOS SUMINISTROS

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y

- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

5.1.1.2. CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE DISTINTIVOS DE CALIDAD Y EVALUACIONES DE IDONEIDAD TÉCNICA

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.
- El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

5.1.1.3. CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE ENSAYOS

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del documento puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

5.1.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de las instalaciones.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

5.1.3. CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

En la obra terminada, bien sobre las infraestructuras en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

5.2. DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA

Con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra, tanto la exigida reglamentariamente, como la documentación del control realizado a lo largo de la obra es el siguiente:

5.2.1. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA

Las instalaciones proyectadas dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- El Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra.
- La licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas
- El certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- En el Libro de Órdenes y Asistencias el director de obra y el director de la ejecución de la obra consignarán las instrucciones propias de sus respectivas funciones y obligaciones.
- El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su conservación y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

5.2.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE LA OBRA

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autoriza el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten su interés legítimo.

5.2.3. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo construido de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la construcción ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

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

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

6. CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Las empresas adjudicatarias de las obras proyectadas redactarán un Plan de Control de Calidad para las mismas que deberá de cumplir con lo indicado en el Pliego de Condiciones incluido en el Proyecto de Ejecución.

En dicho plan se incluirán los puntos de control de la ejecución y notificación, inspecciones en la recepción de los materiales y sus componentes e inspecciones durante la fabricación/construcción, así como inspecciones finales y ensayos.

7. CONCLUSIÓN

Con el presente anexo justificativo se considera argumentado el cumplimiento del apartado 8 **"ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN"** de las ITC-LAT 06 e ITC-LAT 07, del R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, para la construcción de las instalaciones proyectadas para la **HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO,** ubicada en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

❖ ANEXO D: ESTUDIO DE DESMANTELAMIENTO

ANEXO D - ESTUDIO DE DESMANTELAMIENTO

DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

ÍNDICE

1. OBJETO 1
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN 2
3. AGENTES QUE INTERVIENEN 4
4. INSTALACIONES OBJETO DEL PROYECTO TÉCNICO 5
5. LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES 6
6. PLAN DE DESMANTELAMIENTO DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO "ALM LAS CRUCES I" 7
   - 6.1. DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 7
   - 6.2. DESINSTALACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO 11
   - 6.3. DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL Y TELECOMUNICACIÓN 12
   - 6.4. DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES DE OTRAS INSTALACIONES AUXLIARES 13
   - 6.5. DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL 13
   - 6.6. RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA 14
7. RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS 15
8. RESTITUCIÓN DE TERRENOS 17
   - 8.1. REVEGETACIÓN 17
9. MEDICIONES Y PRESUPUESTO 19
   - 9.1. MEDICIONES 19
   - 9.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 25
10. CONCLUSIÓN 26

1. OBJETO

Según se expone a lo largo del presente proyecto técnico de construcción, se pretende realizar la ejecución de una serie de instalaciones, en concreto, una Instalación Eléctrica para **Hibridación de la Planta Solar "HIB LAS CRUCES I", mediante la Incorporación de un Módulo de Baterías de Ion-Litio**, denominado **"ALM LAS CRUCES I",** ubicada en el Término Municipal de Plasencia (Cáceres).

El objeto de esta memoria es el de exponer convenientemente, el alcance de los trabajos de un **futuro desmantelamiento** de las instalaciones proyectadas.

Se realizará un recorrido y una descripción de las actuaciones a realizar, en lo relativo al desmantelamiento de las instalaciones a ejecutar previamente, según proyectos relativos, para la puesta en funcionamiento de una instalación de almacenamiento de energía en baterías de litio, cuando dichas instalaciones se encuentren al final de su vida útil establecida o bien se alcance el límite establecido para su periodo de operación autorizado.

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

A título enunciativo:

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- 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 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 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Resto de normas relativas a Construcción y Protección Contra Incendios aplicables a Instalaciones Eléctricas de Alta y Baja Tensión.

En materia de prevención de riesgos laborales se cumplirá con la normativa de aplicación en materia de prevención de riesgos laborales, y resto de normas y reglamentos

relativos a la seguridad y salud en las obras de construcción, que estén vigentes en el momento de ejecución de las obras. A título enunciativo, se relacionan:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de actividades empresariales.
- 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.

3. AGENTES QUE INTERVIENEN

Se redacta el presente estudio de desmantelamiento, dentro del proyecto constructivo de las instalaciones, por encargo de la empresa **DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.** como empresa promotora de las instalaciones proyectadas.

Los datos principales de la sociedad son los siguientes:

- DENOMINACIÓN SOCIAL: DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.
- CIF: B – 02.855.062
- DIRECCIÓN SOCIAL: Ronda del Pilar 5, Piso 3, 06002, Badajoz
- REPRESENTANTE: RAÚL GARCÍA MÉNDEZ
- CONTACTO:
  - TELÉFONO: FILIP POPESCU
  - TELÉFONO: 686787709
  - CORREO ELECTRÓNICO: fpopescu@alterenersun.com

4. INSTALACIONES OBJETO DEL PROYECTO TÉCNICO

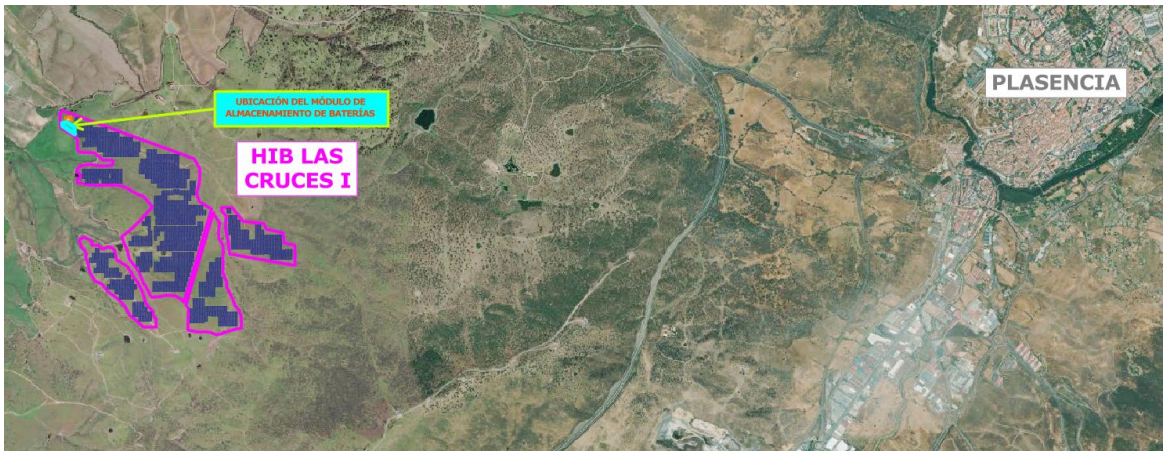
Las as características técnicas principales del **módulo de almacenamiento "ALM LAS CRUCES I"** objeto del proyecto, de la planta solar hibridada **"HIB LAS CRUCES I"** son las siguientes:

- Tipo de Instalación Hibridada: Solar Fotovoltaica con almacenamiento mediante baterías de ion-lito
- Ubicación Planta Hibridada: Parcelas 19,24 y 25, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Ubicación Módulo Almacenamiento: Parcela 24, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Superficie vallada Planta Hibridada: 146,75 ha
- Superficie actuada Módulo de Almacenamiento: 0,51 ha
- Containers de Baterías de Ion-Litio (ESS): 35 uds
- Skids de Estaciones de Potencia (PWS): 5 uds
- Inversores bidireccionales Almacenamiento (PCS): 210 uds de 200 kVA @40°C
- Rack de montaje de hasta 6 inversores (RACK): 35 uds
- Casetas de Transformadores y Distribución SSAA (DTS): 8 uds
- Casetas de Distribución Telecomunicaciones y UPS (MTS): 5 uds
- Sistema de Control Centralizado (SPM): 1 ud
- Potencia instalada en inversores (@40°C): 42.000 kVA (42,00 MVA)
- Energía bruta total almacenable: 175.525 kWh (175,53 MWh)
- Potencia total de Transformadores de Servicios Auxiliares: 1.705 kVA
- Zanjas instalación interior Baja Tensión: 573 ml
- Zanjas instalación interior Media Tensión: 65 ml
- Línea subterránea MT conexión módulo de almacenamiento: Subterránea a 30 kV, 128 m, 3C
- Ampliación de subestación eléctrica sala de celdas Nuevo embarrado 30 kV con 6 celdas MT
- Ampliación de subestación eléctrica sala de control 4 nuevos cuadros medición y control

5. LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

La instalación eléctrica del módulo de almacenamiento para hibridación de la planta solar en construcción **"HIB LAS CRUCES I"**, se localiza exclusivamente en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

Esta instalación abarca las instalaciones de un módulo de almacenamiento mediante baterías de Ion-litio, así como las instalaciones necesarias para la conexión de este módulo al módulo fotovoltaico. Todos los equipos e instalaciones proyectados se encontrarán ubicados en el interior de la planta solar fotovoltaica objeto de la hibridación, cuyos recintos vallados se encuentran definidos y localizados en el interior de las parcelas 19,24 y 25 del polígono 41, del término municipal de Plasencia.



En particular, la zona de actuación se encuentra entre los núcleos urbanos de los municipios de Plasencia y Carcaboso, a aproximadamente 6,2 km del primero y unos 2,7 km del segundo, realizándose el acceso principal desde carretera a las instalaciones desde la carretera EX-370 que une ambas localidades.

6. PLAN DE DESMANTELAMIENTO DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO "ALM LAS CRUCES I"

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red de transporte, se debe proceder a ejecutar entre otras las siguientes obras:

- Desinstalación de equipos del sistema de almacenamiento
- Desinstalación de los circuitos eléctricos de conexión de la planta de almacenamiento
- Desinstalación de equipos de control y telecomunicación
- Demolición de los elementos de obra civil
- Restauración paisajística

6.1. DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

La instalación de almacenamiento consta de un total de **35 containers de baterías (ESS), 5 estaciones de potencia (PWS), 35 bases para el montaje en rack de 6 inversores de almacenamiento haciendo un total de 210 (PCS), 8 casetas de transformador y distribución de SSAA (DTS) y 4 casetas de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS). Además de las diferentes redes eléctricas de baja y media tensión relativas.**

Cada container de baterías contine en su interior un conjunto de racks de baterías de Ion-litio con un sistema Smart (inteligente) refrigerado por líquido. Estos equipos tendrán un conexionado interno de baja tensión entre los racks de baterías, conectados a los inversores bidireccionales DC/AC, para posteriormente enlazarse mediante una red de baja tensión con los inversores de almacenamiento asociados.

Por otra parte, para transformar la energía generada y poder almacenarla primero en las baterías y posteriormente evacuarla a la red, será necesario disponer de centros de transformación de electricidad, en los cuales se realizará principalmente el cambio de tensión de la electricidad de 30 kV a 0,8 kV, y viceversa, en un transformador de potencia, además de otra serie de operaciones auxiliares, cuyo suministro de energía se realiza desde los trasformador de servicios auxiliares instalados en los propios centros de transformación.

En la Subestación eléctrica finalmente se realizarán principalmente actuaciones de maniobras sobre circuitos de líneas eléctricas a 30 kV en celdas aisladas con gas de hexafloruro de azufre (SF_6), así como también tareas auxiliares relacionadas con el control, mediciones y operaciones, principalmente, en diferentes cuadros eléctricos y electrónicos.

- **DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE EQUIPOS AMPLIADOS EN LA SUBESTACIÓN**

En cuanto a la celdas instaladas en la sala de celdas de la subestación, en primer lugar, se realizará la desconexión de los circuitos de interconexión entre estas y el centro de transformación final de la instalación de almacenamiento.

Para llevar a cabo esta acción, previamente se habrá realizado la desconexión de la línea de conexión entre la subestación y la estación de potencia a la cual se encuentra conectado, mediante apertura y puesta a tierra, de las celdas de protección en ambos edificios.

Una vez confirmada la desconexión de este circuito de evacuación en la subestación de destino, se realizarán las aperturas y puestas a tierra de las celdas de línea de conexión entre los centros de transformación y la propia subestación.

Posteriormente, se desconectarán de los embarrados de las celdas de los circuitos de media tensión. Una vez desconectados los embarrados y desanclada de las estructuras de sujeción, serán llevados a la planta de reciclaje autorizada más cercana, para la correcta gestión de esto equipo.

Finalmente, también se desconectarán todos los cuadros de servicios auxiliares y de control de la subestación eléctrica.

Al tratarse de equipos muy pesados en la mayoría de los casos, será necesario el empleo de camiones grúa para su carga y transporte.

- **DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

En cuanto a los centros de transformación, en primer lugar, se realizará la desconexión de los circuitos de conexión de baja tensión desde los containers de baterías, y de la línea de conexión de media tensión con el centro de seccionamiento alejado.

A continuación, se desconectarán los embarrados de los cuadros de baja tensión de los servicios auxiliares de la planta de almacenamiento, y la conexión de estos con los transformadores de servicios auxiliares.

Posteriormente estos equipos serán retirados por un agente autorizado, el cual se encargará de la gestión y tratamiento de los equipos, así como el transporte de los distintos componentes a los vertederos autorizados. Al tratarse de equipos muy pesados, será necesario el empleo de camiones grúa para su carga y transporte.

- **DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE CONTAINERS DE BATERÍAS**

En primer lugar, se procederá a la descarga total de la energía almacenada en las baterías, una vez comprobada la ausencia de carga en las baterías de litio, se procede a realizar la desconexión de los circuitos del panel de conexión, los cuales conectan los containers de baterías con los centros de transformación, así como de otro cableado interno del propio container de almacenamiento.

Posteriormente estos equipos y los materiales desmontados, serán retirados por un agente autorizado, el cual se encargará de la gestión y tratamiento de los equipos, así como el transporte de los distintos componentes a los vertederos autorizados. Al tratarse de equipos muy pesados, será necesario el empleo de camiones grúa para su carga y transporte.

- **DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE LOS SISTEMAS DE MONTAJE DE INVERSORES DE BATERÍAS (PCS)**

En primer lugar, se realizará la comprobación del aislamiento eléctrico total de los inversores de almacenamiento (PCS). Una vez verificada la ausencia de tensión residual en corriente continua (proveniente de los containers de baterías ESS) y en corriente alterna (hacia las instalaciones de potencia PWS), se procederá a la desconexión de los circuitos dúplex de baja tensión nivel 1 y de los circuitos simplex de baja tensión nivel 2.

A continuación, se procederá a desconectar todo el cableado de control y los sistemas de comunicación internos integrados en los racks de inversores. Una vez liberadas las conexiones eléctricas, se desanclarán mecánicamente los módulos de los inversores de sus estructuras y sistemas de montaje en rack.

Posteriormente estos equipos y las estructuras de montaje desmontadas, serán retirados por un agente autorizado, el cual se encargará de la gestión y tratamiento de los equipos, así como el transporte de los distintos componentes a los vertederos autorizados. Debido a las dimensiones y al peso del conjunto de los racks, será necesario el empleo de camiones grúa para su carga y transporte.

- **DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE LA CASETA DE TRANSFORMADOR DE SSAA (DTS)**

En primer lugar, se realizará la apertura y el enclavamiento de seguridad de las celdas de distribución. A continuación, se procederá a la desconexión de las líneas que vinculan estas casetas con el sistema de distribución de servicios auxiliares de la planta de almacenamiento, así como las conexiones hacia los transformadores correspondientes.

Posteriormente, se realizará la desconexión física de los cuadros de distribución eléctrica de baja tensión y de los equipos de maniobra alojados en el interior de la infraestructura. En caso de contar con sistemas de refrigeración o fluidos asociados, se realizará su vaciado y recuperación previa de forma estanca

Por último, tanto los equipos eléctricos internos como la propia estructura modular de las casetas prefabricadas (DTS) serán desanclados de la superficie pavimentada. Todos estos elementos serán retirados por un agente autorizado, el cual se encargará de la gestión y tratamiento de los equipos, así como el transporte de los distintos componentes a los vertederos autorizados. Al tratarse de estructuras e infraestructuras de gran volumen y muy pesadas, será necesario el empleo de camiones grúas para su carga y transporte.

- **DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE LA CASETA DE DISTRIBUCIÓN DE TELECOMUNICACIONES Y UPS (MTS)**

Primero, se procederá al apagado seguro y desenergización de los sistemas críticos de control. Una vez asegurada la instalación, se realizará la desconexión de los circuitos de alimentación del sistema de respaldo de energía (UPS) y de todo el cableado de la red interior de telecomunicaciones que interconecta la planta de almacenamiento.

A continuación, se procederá a la desconexión y extracción segura de los módulos de baterías asociados al sistema UPS, utilizando herramientas aisladas, así como el desmontaje de los racks de telecomunicaciones, servidores y equipos de motorización de la caseta. Asimismo, se realizará la desconexión y recuperación del gas refrigerante de las unidades de climatización antes de su desmontaje mecánico.

Posteriormente, estos equipos informáticos, de comunicación, eléctricos y de climatización, junto con la estructura de la caseta (MTS), serán retirados por un agente autorizado, el cual se encargará de la gestión y tratamiento especializado de los equipos, así como el transporte de los distintos componentes a los vertederos autorizados. Al tratarse de un

conjunto que incluye tantos elementos sensibles como estructuras muy pesadas, se emplearán camiones grúa para la carga y transporte seguro de todo el bloque.

6.2. DESINSTALACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

En la instalación eléctrica se puede considerar distintos tramos de líneas eléctricas subterráneas, todas ellas situadas en el interior de zanjas:

- Un primer tramo de conexión entre el centro de transformación final del almacenamiento y el centro de seccionamiento.
- Un segundo tramo de interconexión entre los centros de transformación.
- Un tercer tramo de interconexión entre los containers de baterías y los centros de transformación.
- Por último, de todos los circuitos de baja tensión utilizados por los servicios auxiliares.

Estos tramos se encuentran directamente enterrados en una red de canalizaciones o zanjas subterráneas. Por lo tanto, una vez verificada la ausencia de tensión en los circuitos, se procederá a la desconexión por corte de los cableados en los cuadros o embarrados en los cuales se encuentran conectados.

Para su extracción se realizará la excavación de las zanjas mediante el empleo de máquinas retroexcavadoras hasta la localización de la cinta de señalización de cables eléctricos, a partir de la cual se continuará con la apertura de la zanja mediante el uso de maquinaria manual, para evitar el dañado de los conductores. Una vez descubiertos los circuitos, se procede a la extracción de los tubos y conductores los cuales se almacenarán y se entregarán posteriormente a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos. Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los tubos de PVC o XLPE de las canalizaciones subterráneas junto con los demás residuos metálicos, se transportarán en camiones a vertederos autorizados o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.

Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno por las zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

6.3. DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL Y TELECOMUNICACIÓN

La instalación cuenta con de equipos de control y telecomunicación los cuales permiten un funcionamiento automatizado del módulo de almacenamiento y así optimizar el uso de las instalaciones, aumentando de este modo el rendimiento de las mismas.

Estos sistemas de control y telecomunicación, están conectados a sus correspondientes unidades centrales, las cuales estarán ubicadas en los distintos edificios instalados en la planta de almacenamiento (containers de baterías, centros de transformación y centro de seccionamiento).

Para empezar, se desconectarán los circuitos de telecomunicaciones, principalmente de fibra óptica o de cables eléctricos de pequeña sección, de las unidades centrales de control de cada sistema. Para posteriormente proceder a desinstalar los equipos de los postes y edificios en los que se encuentren montados. Por último, cada equipo se almacenará y se entregará posteriormente a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos para una correcta gestión de los mismos.

6.4. DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES DE OTRAS INSTALACIONES AUXLIARES

También será necesario desinstalar las instalaciones auxiliares que se encontrarán todavía en la planta de almacenamiento al final de su vida útil.

Principalmente será necesario desinstalar los equipos de la instalación de protección contra incendios y los equipos de iluminación exterior y seguridad.

Con respecto a los equipos contra incendios, previamente se habrán retirado todos los extintores y otros equipos fijos, por parte de la empresa responsable del mantenimiento de los mismos, por lo que solamente quedaría desmontar la instalación de tuberías enterradas, así como el depósito de acumulación y su grupo de presión asociado.

En relación a las instalaciones de iluminación exterior y equipos de seguridad, una vez desconectadas sus conexiones eléctricas y/o de telecomunicaciones, se procederá a la retirada de los equipos eléctricos y electrónicos restantes para su valoración y recogida por parte de un gestor autorizado para estos materiales.

6.5. DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada y la demolición de los elementos prefabricados portantes de las edificaciones o equipos, y de las losas y zapatas de cimentación, así como la superficie pavimentada superficialmente de la zona de trabajo.

Las cimentaciones de hormigón, y el pavimento de la zona de trabajo serán demolidos mediante martillo neumático hasta que queden reducidos a escombros.

Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

Respecto a los caminos interiores ejecutados para la circulación por el interior de la finca, se retirarán las capas de zahorra o capas de firme utilizadas y se llevarán a un vertedero autorizado para dichos residuos inertes.

6.6. RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

La fase final de restauración del medio contemplará los siguientes trabajos:

a) Rellenado y compactado de los huecos en el terreno con terreno natural que dejarían los siguientes elementos:

- Zanja subterránea para conducción de circuitos en corriente alterna desde los containers de baterías hasta los centros de transformación a baja tensión.

- Zanja subterránea para conducción de circuitos en corriente alterna entre los centros de transformación, y de estos hasta el centro de seccionamiento a media tensión.

- Zapatas de cimentación de los containers mencionados anteriormente en este documento.

b) En caso de prever habilitar el terreno para el cultivo, se contempla la posibilidad de realizar un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas de la planta, aunque no se estima estrictamente necesario, y su posterior arado para conseguir uniformidad y un aireado del suelo.

7. RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS

Se ha de tener en cuenta la posible reutilización de algunos de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento del módulo de almacenamiento.

En primer lugar, aclarar que durante el desmantelamiento de la instalación **no se generarán residuos tóxicos o peligrosos**.

Para el caso de las baterías, una vez desmontadas de los containers, se procederán a su traslado a un centro de tratamiento y reciclado que garantice su eliminación sin perjuicios para el medio ambiente.

El resto de equipos de la instalación eléctrica del parque serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Para el resto de los elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema de vigilancia, control, medida, alumbrado, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componentes y acero, respectivamente.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se amontonarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso, puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

En resumen, los residuos que se generarán en el proceso de desmantelamiento y restitución agrupados según la Lista Europea de Residuos (LER) (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER los cuales son:

- Capítulo 16: Residuos no especificados en otro capítulo de la lista

- 16 01 17 Metales férreos, como las estructuras soporte interna de los racks de baterías, de los centros de transformación, etc. se transportarán a planta de reciclado de chatarras férreas.

- 16 01 19 Plástico, como los tubos de PVC de las conducciones subterráneas, etc. Se entregarán a gestor autorizado de residuos plásticos para su valorización.

- 16 01 20 Vidrio, como por ejemplo el que llevan los focos de iluminación, que se transportaran a planta de reciclado.

- 16 02 Residuos de equipos eléctricos y electrónicos, como fusibles, cajas de conexión, cables eléctricos, inversor... se entregarán a gestor autorizado para el reciclado o valorización de residuos eléctricos y electrónicos.

- Capítulo 17: Residuos de la Construcción y Demolición

- 17 01 07 Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que no contienen sustancias peligrosas, como por ejemplo los resultantes de la demolición de las cimentaciones, se transportarán a planta de reciclado de escombros inertes y restos de obra.

- 17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 (Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas), se transportarán a una central de reciclado autorizada donde se reciclarán y recuperarán los metales o de compuestos metálicos.

8. RESTITUCIÓN DE TERRENOS

En relación a la restitución de los terrenos de las áreas de acopios temporales, de las campas y de las zonas de obras, que no sean utilizadas finalmente por la instalación de almacenamiento, se proponen tres líneas de actuación, cuyo objetivo es la restitución del suelo, la vegetación y el paisaje:

- Actuaciones sobre la variable suelo

  En cuanto a la restauración del suelo degradado, de las áreas no utilizadas por las instalaciones de la planta de almacenamiento dentro del área de estudio y afectadas por la obra.
- Actuaciones sobre la variable vegetación y usos del suelo

  Se procederá a devolver al suelo su uso inicial, siendo este eminentemente agrícola, con lo que se realizará sobre los caminos nuevos descompactación y aporte de tierra vegetal sobre las áreas.
- Actuaciones sobre la variable paisaje

  La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la instalación de la planta de almacenamiento se realizará básicamente mediante:
  - Recuperación de las áreas degradadas tras la retirada de las instalaciones, container de baterías, centros transformación.
  - Retirada de las instalaciones y limpieza de residuos a los vertederos adecuados.
  - Adecuación del terreno a su estado previo a las obras: cultivos agrícolas.

8.1. REVEGETACIÓN

Con la revegetación se pretende, a corto plazo, evitar la erosión y conseguir la integración paisajística; y, a medio, la restitución de la vegetación autóctona.

Se realizará esta actuación en las superficies afectadas por las zanjas y soleras de las líneas subterráneas. Se propone para ello, la hidrosiembra en todo el conjunto ya que es un método sencillo y económico para estabilizar el suelo, favoreciendo la rápida revegetación y previniendo la erosión. Esto se consigue mezclando, en la hidrosembradora, agua con una serie de componentes: semillas, fertilizantes, estabilizantes, correctores del pH, mulch y aditivos especiales.

Será realizada mecánicamente mediante una hidrosembradora sobre camión. El periodo óptimo para realizar la siembra es el otoño (último trimestre del año) o en la primavera (segunda mitad del primer cuatrimestre del año) siempre y cuando se cumplan las condiciones de savia parada o tempero en el suelo.

Las especies a utilizar dependerán deben reunir las condiciones de rusticidad suficientes para garantizar un mínimo de capacidad de supervivencia en unas condiciones muy desfavorables. Por otro lado, interesa conseguir la integración con el paisaje circundante, por lo que en la mezcla de semillas se incluirán especies herbáceas presentes en la zona sin de semillas de arbustos.

El proceso de hidrosembrado se realiza en dos fases:

1. Siembra con hidrosembradora, con la siguiente composición del puré fértil:

   - Mezcla de semillas 25 (g/m2)
   - Mulch fibra corta 100 (g/m2)
   - Estabilizador de suelos 10 (g/m2)
   - Abono químico soluble 30 (g/m2)
   - Agua 4 (l/m2)

2. Tapado: también con la misma máquina y el puré fértil con la siguiente composición:

   - Mulch fibra corta 100 (g/m2)
   - Estabilizador de suelos 10 (g/m2)
   - Agua 4 (l/m2)

Tras la realización de la hidrosiembra se cuidará que la humedad del terreno sea la adecuada, sobre todo en las primeras semanas en las que se produzca la germinación de la semilla. Esto será especialmente así si la hidrosiembra se realiza en primavera, cuando existe un mayor riesgo de escasez de lluvia y aumento de la insolación que sequen la siembra. En este caso se vigilará el aporte de agua al terreno y se realizarán riegos de mantenimiento si se considera necesario.

Durante la germinación se controlará el porcentaje de éxito de la germinación, comprobando que éste ha sido el esperado. En caso contrario se determinará si el bajo éxito se debe a falta de calidad de la semilla o a las condiciones de siembra o germinación, adoptando las medidas necesarias para corregirlo en posteriores aplicaciones.

9. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

El presupuesto del presente estudio de desmantelamiento se encuentra detallado a continuación.

9.1. MEDICIONES

CAPÍTULO 01 - DESCONEXIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
01.01	**DESINSTALACIÓN DE CONTAINERS DE BATERÍAS (ESS)**			
ud	Desconexión de los circuitos internos de corriente continua internos de los containers de baterías, tras descarga previa de energía acumulada, para posterior retirada de componentes, incluidos los racks de baterías y los inversores de almacenamiento. Se incluye la retirada de elementos recuperados, carga y descarga en zona de acopio para posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	35	2.250 €	78.750,00 €
01.02	**DESINSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE POTENCIA (PWS)**			
ud	Desconexión de los circuitos en corriente alterna de las estaciones de potencia, tras comprobación de ausencia de tensión en los equipos, para posteriormente retirada de componentes, incluidos los transformadores. Se incluye la retirada de elementos recuperados, carga y descarga en zona de acopio para posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	5	2.750 €	13.750,00 €
01.03	**DESINSTALACIÓN DE RACKS DE INVERSORES DE ALMACENAMIENTO (PCS)**			
ud	Desconexión de los circuitos en corriente continua y corriente alterna de los los inversores de almacenamiento (PCS), tras comprobación de ausencia de tensión en los equipos, para posteriormente retirada de componentes, incluidos los transformadores. Se incluye la retirada de elementos recuperados, carga y descarga en zona de acopio para posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	35	250 €	8.750,00 €
01.04	**DESINSTALACIÓN DE CASETA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE SSAA (DTS)**			

CAPÍTULO 01 - DESCONEXIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
ud	Desconexión de los circuitos en corriente alterna de los servicios auxiliares de los equipos DTS, tras comprobación de ausencia de tensión en los equipos, para posteriormente retirada de componentes, incluidos los transformadores. Se incluye la retirada de elementos recuperados, carga y descarga en zona de acopio para posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	8	500 €	4.000,00 €
01.05	**DESINSTALACIÓN DE CASETA DE SISTEMA DE RESPALDO UPS Y DE TELECOMUNICACIONES (MTS)**			
ud	Desconexión de los circuitos en corriente alterna de los servicios auxiliares de los equipos MTS, tras comprobación de ausencia de tensión en los equipos, para posteriormente retirada de componentes, incluidos los transformadores. Se incluye la retirada de elementos recuperados, carga y descarga en zona de acopio para posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	5	500 €	2.500,00 €
01.06	**TRANSPORTE EN CAMIÓN GRÚA < 50 KM**			
ud	Carga y transporte de container de baterías a estación gestora, a una distancia de hasta 50 km, considerando ida y vuelta, en camiones grúa de hasta 45 tn de peso, incluido canon.	53	850 €	44.908,33 €
TOTAL CAPÍTULO 01 DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO				**152.658,33 €**

CAPÍTULO 02 - DESINSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
02.01	**INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA DE INTERCONEXIÓN DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA (NIVEL 1)**			
ml	Desinstalación de las redes eléctricas en corriente continua enterradas desde containers de baterías hasta las conexiones de los inversores de almacenamiento PCS, con recuperación de elementos (tubos, cajas, mecanismos, etc.) en caso de que la instalación cuente con ellos. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	2.525	0,75 €	1.893,89 €

CAPÍTULO 02 - DESINSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
02.02	**INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA DE INTERCONEXIÓN DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA (NIVEL 2)**			
ml	Desinstalación de las redes eléctricas en corriente alterna enterradas desde la salida de los inversores de almacenamiento PCS hasta las estaciones de potencia PWS, con recuperación de elementos (tubos, cajas, mecanismos, etc.) en caso de que la instalación cuente con ellos. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	2.223	0,75 €	1.667,50 €
02.03	**INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA DE INTERCONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA**			
ml	Desinstalación de las redes eléctricas en corriente alterna enterradas para interconexión entre las estaciones de potencia PWS, con recuperación de elementos (tubos, cajas, mecanismos, etc.) en caso de que la instalación cuente con ellos. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	573	1,25 €	716,48 €
02.04	**INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA**			
ml	Desinstalación de la red eléctrica en corriente alterna enterrada desde el centro de transformación y la subestación eléctrica, con recuperación de elementos (tubos, cajas, mecanismos, etc.). Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	1.156	1,25 €	1.444,73 €
02.05	**INSTALACIÓN DE CIRCUITOS DE SERVICIOS AUXILIARES DE BAJA TENSIÓN**			
ml	Desinstalación de las redes de instalación eléctrica en corriente alterna, para alimentación de sistemas de servicios auxiliares de la instalación de almacenamiento. Retirada de circuitos en configuración subterránea desde la subestación eléctrica hasta los distintos edificios y equipos conectados a la red de servicios auxiliares en baja tensión, con recuperación de elementos (tubos, cajas, mecanismos, etc.) en caso de que la instalación cuente con ellos. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	362	0,75 €	271,50 €

CAPÍTULO 02 - DESINSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
02.06	**DESINSTALACIÓN DE CIRCUITOS DE SISTEMAS DE CONTROL Y MEDIDA**			
ml	Desinstalación de los sistema de medida y control de la instalación de almacenamiento. Retirada, carga y traslado a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos para su reciclado.	3.276	0,75 €	2.457,00 €
02.07	**TRANSPORTE EN CAMIÓN < 20 KM**			
ud	Transporte y descarga de escombros a vertedero controlado, a una distancia menor de 10 Km. considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluido el canon de vertedero.	4	850,00 €	3.400,00 €
TOTAL CAPÍTULO 02 DESINSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS				**11.851,09 €**

CAPÍTULO 03 - DESMANTELAMIENTO DE EQUIPOS Y DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
03.01	**DESMANTELAMIENTO DE LOS CONTAINER DE BATERÍAS (ESS)**			
ud	Desmantelamiento de los containers prefabricados de alojamiento de baterías del sistema de almacenamiento, procediendo al desmontaje de sus uniones al terreno y posterior demolición de la cimentación del equipo, incluyendo el corte de uniones y separación de equipos desmontables. Carga en camión para el transporte del material a vertedero controlado.	35	1.000 €	35.000,00 €
03.02	**DESMANTELAMIENTO DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA (PWS)**			
ud	Desmantelamiento de los skids prefabricados de los centros de transformación, procediendo al desmontaje de sus uniones al terreno y posterior demolición de la cimentación del equipo, incluyendo el corte de uniones y separación de equipos desmontables. Carga en camión para el transporte del material a vertedero controlado.	5	1.000 €	5.000,00 €
03.03	**DESMANTELAMIENTO DE RACKS DE INVERSORES DE ALMACENAMIENTO (PCS)**			
ud	Desmantelamiento de los skids prefabricados de los centros de transformación, procediendo al desmontaje de sus uniones al terreno y posterior demolición de la cimentación del equipo, incluyendo el corte de uniones y separación de equipos desmontables. Carga en camión para el transporte del material a vertedero controlado.	35	150 €	5.250,00 €

CAPÍTULO 03 - DESMANTELAMIENTO DE EQUIPOS Y DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
03.04	**DESMANTELAMIENTO DE CASETA DE SUMINISTRO Y SSAA (DTS)**			
ud	Desmantelamiento de los skids prefabricados de servicios auxiliares, procediendo al desmontaje de sus uniones al terreno y posterior demolición de la cimentación del equipo, incluyendo el corte de uniones y separación de equipos desmontables. Carga en camión para el transporte del material a vertedero controlado.	8	150 €	1.200,00 €
03.05	**DESMANTELAMIENTO DE CASETA DE SISTEMA DE RESPALDO UPS TELECOMUNICACIONES (MTS)**			
ud	Desmantelamiento de los skids prefabricados de sistema de respaldo, procediendo al desmontaje de sus uniones al terreno y posterior demolición de la cimentación del equipo, incluyendo el corte de uniones y separación de equipos desmontables. Carga en camión para el transporte del material a vertedero controlado.	5	150 €	750,00 €
03.06	**DESINSTALACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y OTRAS AUXILIARES**			
ud	Desinstalación del sistema de protección contra incendios mediante vaciado y posterior retirada del depósito de agua, desconexión de red de tuberías y grupo de presión, posteriormente se desmontará la estructura de sujeción del depósito y demolición de la cimentación de sujeción del grupo de presión, incluidas tuberías y conexiones del sistema de conductos. También desinstalación del resto de instalaciones auxiliarles como luminarias y equipos de seguridad. Incluye retirada de tierras procedentes de excavaciones de zanjas, retirada de caminos, etc., apisonado y compactado mediante medios mecánicos.	1	800 €	800,00 €
03.07	**DEMOLICIÓN PAVIMENTOS DE ZONA DE TRABAJO**			
m³	Eliminación masiva de superficies pavimentadas restantes de las zonas de trabajo, mediante martillo neumático hasta que queden reducidas a escombros. Se incluye la retirada de dichos escombros y la carga, incluyendo transporte a planta de tratamiento de escombros y restos de obras	153,52	35 €	5.373,14 €
03.08	**ELIMINACIÓN DE VIALES INTERNOS**			
m³	Retirada por levantamiento por medios mecánicos de firme pavimentado de paso, acceso y mantenimiento de las instalaciones, así como retirada de firme con base granular, ubicado sobre perfil transversal. Incluye la retirada de escombros y la carga en camión sin transporte a vertedero.	56,64	25 €	1.415,96 €
03.09	**TRANSPORTE DE ESCOMBRO**			

CAPÍTULO 03 - DESMANTELAMIENTO DE EQUIPOS Y DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
ud	Transporte y descarga de escombros a vertedero controlado, a una distancia menor de 10 Km. considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluido el canon de vertedero.	24	300 €	7.200,00 €
TOTAL CAPÍTULO 03 DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL				**61.989,10 €**

CAPÍTULO 04 - RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTE UNIT.**	**IMPORTE (€)**
04.01	**RECUPERACIÓN DEL SUELO**			
ha	Labores de recuperación y adecuación del suelo: subsolado, movimientos de terreno, etc. Hectárea de siembra manual de cultivo de cereal.	0,51	250 €	128,47 €
ha	Superficie de siembra manual de Triticum spp en secano	0,51	125 €	64,23 €
ha	Seguimiento de Siembra y ayudas de riego (3 meses)	0,51	300,00 €	154,16 €
TOTAL CAPÍTULO 04 RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA				**346,86 €**

9.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Se detalla a continuación el resumen del presupuesto del desmantelamiento de la instalación eléctrica en estudio.

RESUMEN DE PRESPUESTO		
CAPÍTULO	**RESUMEN**	**TOTAL**
01	DESCONEXIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	**152.658,33 €**
02	DESINSTALACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS	**11.851,09 €**
03	DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRA CIVIL	**61.989,10 €**
04	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	**346,86 €**
PRESUPUESTO TOTAL		**226.845,39 €**

Asciende el **presupuesto de ejecución material de la DESMANTELACIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS** a la expresada cantidad de **DOSCIENTOS VEINTISEIS MIL, OCHOCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (226.845,39 €)**

10. CONCLUSIÓN

Con el presente anexo justificativo, se consideran cuantificados económica y cualitativamente las trabajos y actuaciones necesarios para el **desmantelamiento de las instalaciones** una vez se alcance el final de la vida útil de las instalaciones necesarias para la **HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO,** ubicada en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

❖ ANEXO E: ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LAS INSTALACIONES

ANEXO E – ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
   1.1. OBJETO 1
   1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD 2
   1.3. NORMATIVA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 3
   1.4. AGENTES QUE INTERVIENEN 5
2. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 6
   2.1. INSTALACIONES PROYECTADAS 6
   2.2. CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN SEGÚN EL ENTORNO 8
   2.3. NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO 9
3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 12
   3.1. SECTORIZACIÓN 12
   3.2. MATERIALES 12
   3.3. EVACUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 13
   3.4. INSTALACIÓN TÉCNICA DE SERVICIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES 13
   3.5. RIESGO FORESTAL 13
4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN 14
   4.1. SISTEMAS ESPECÍFICOS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS 14
   4.2. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIO 15
   4.3. SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIO 15
   4.4. SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA 16
   4.5. HIDRANTES EXTERIORES 16
   4.6. EXTINTORES DE INCENDIO 16
   4.7. DEPÓSITO, GRUPO DE PRESIÓN Y RED DE ABASTECIMIENTO 18
   4.8. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS 19
   4.9. OTROS SISTEMAS DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICOS O MANUALES 19
   4.10. ALUMBRADO DE EMERGENCIA 19
   4.11. SEÑALIZACIÓN 20
   4.12. RESUMEN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 20
5. CONCLUSIÓN 21

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

Según se expone a lo largo del presente proyecto técnico de construcción, se pretende realizar la ejecución de una serie de instalaciones, en concreto, una Instalación Eléctrica para **Hibridación de la Planta Solar "HIB LAS CRUCES I", mediante la Incorporación de un Módulo de Baterías de Ion-Litio**, denominado **"ALM LAS CRUCES I",** ubicada en el Término Municipal de Plasencia (Cáceres).

La instalación de almacenamiento consta de un total de **35 containers de baterías ESS, 5 skids de estaciones de potencia PWS, casetas de servicios auxiliares y telecomunicaciones (89 uds DTS y 5 uds MTS) y 210 uds de inversores bidireccionales de almacenamiento PCS montados en 35 racks,** como elementos principales del módulo proyectado. Además de estos equipos principales y sus respectivas instalaciones eléctricas y de control, serán necesarias otras instalaciones auxiliares como por ejemplo la de protección contra incendios.

La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales determina la probabilidad de que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

Las actividades de **prevención** del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio. Las actividades de **respuesta** al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

El presente anexo tiene por objeto establecer y definir los requisitos que debe satisfacer y las condiciones que debe cumplir el establecimiento industrial y sus instalaciones en materia de **Protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales**, tanto para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio como prevenir daños en dicho establecimiento así como establecimientos próximos, evitando su generación y dar una respuesta adecuada al mismo, caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción.

En el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial estas exigencias básicas se cumplen mediante la aplicación del "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales" (RSCIEI a partir de ahora), aprobado en su última versión mediante el Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo.

En el planteamiento inicial diseñado en este proyecto, y que podrá ser revisado a lo largo de la tramitación administrativa de la instalación, se seguirán estrictamente las directrices marcadas por la propiedad, ajustándose además a las ordenanzas municipales de aplicación, así como a las normativas vigentes de ámbito autonómico, estatal y comunitario.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad que se va a desarrollar es el **almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías de tecnología electroquímica**, en concreto de ion-litio, como materiales principales de los equipos y por tanto estableciéndose como la actividad principal a desarrollar.

La Planta de Almacenamiento de Energía de Baterías captura energía de varias fuentes generadoras (de la propia planta solar fotovoltaica hibridada o de la red eléctrica alternativamente), guardando temporalmente dicha energía para su uso en el futuro, durante los picos de demanda, cortes de energía y otras situaciones particulares. Haciendo posible que la propia planta solar fotovoltaica pueda gestionar mejor su producción, así como que la instalación hibridada pueda realizar el suministro de la energía, según curvas de demanda específicas, y no simplemente en función de la radiación solar específica.

Dado que se carece de zonas cuya actividad está destinada a otros usos no industriales, no será de aplicación el Código Técnico en su Documento Básico Seguridad en caso de Incendio.

1.3. NORMATIVA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

De manera principal se dará cumplimiento a la siguiente normativa general:

- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales y su Guía Técnica de Aplicación Versión 2 de Junio de 2026.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y sus correspondientes Documentos Básicos.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

En concreto, según la tipología de la actuación, se justificará de manera completa el cumplimiento del **Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales** aprobado por Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo.

Será de aplicación ya que en el Capítulo 1 Artículo 2 de esta normativa se establece que:

1. El ámbito de aplicación de este Reglamento son los establecimientos industriales, entendiendo como tales a aquellos cuyo uso principal es industrial.

Se considerará uso industrial a efectos de este Reglamento a:

*a) Las **actividades industriales**, tal como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.*

b) Los almacenes industriales, tal como se definen en el artículo 3 del presente reglamento.

c) Los talleres de reparación de vehículos.

d) Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

Según se define igualmente en el Artículo 3, se entiende por **establecimiento industrial** aquel destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y bajo un régimen no subsidiario, y cuyo uso principal es industrial, según lo indicado en el artículo 2.1. Los establecimientos industriales pueden estar formados por un conjunto de uno o varios edificios, partes de los mismos y espacios abiertos.

Finalmente, en el Artículo 6 se definen claramente las **exigencias básicas** de seguridad en caso de incendios:

1. Para cumplir con los objetivos del presente reglamento, los establecimientos industriales se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las siguientes exigencias básicas:

a) Propagación interior: Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior de los establecimientos.

b) Propagación exterior: Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el propio establecimiento considerado como a otros establecimientos y edificios.

c) Evacuación de ocupantes: El establecimiento dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

d) Instalaciones de protección contra incendios: El establecimiento dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

e) Intervención de los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento: Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

f) Resistencia estructural al incendio: La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

1.4. AGENTES QUE INTERVIENEN

Se redacta el presente estudio de protección contra incendios, dentro del proyecto constructivo de las instalaciones, por encargo de la empresa **DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.** como empresa promotora de las instalaciones proyectadas.

Los datos principales de la sociedad son los siguientes:

- DENOMINACIÓN SOCIAL: DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.
- CIF: B – 02.855.062
- DIRECCIÓN SOCIAL: Calle Ronda del Pilar, 5, Piso 3, 06002, Badajoz
- REPRESENTANTE: RAÚL GARCÍA MÉNDEZ
- CONTACTO:
  - TELÉFONO: FILIP POPESCU
  - TELÉFONO: 686787709
  - CORREO ELECTRÓNICO: fpopescu@alterenersun.com

2. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Los Establecimientos Industriales se caracterizan en cuanto a su tipología específica en dos aspectos principales:

1. Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
2. Su nivel de riesgo intrínseco.

Se pasa a estudiar estos dos aspectos de las instalaciones concretas, en este apartado.

2.1. INSTALACIONES PROYECTADAS

La instalación principal de las proyectadas será una instalación eléctrica de almacenamiento en baterías de Ion-litio, denominado comúnmente como módulo de almacenamiento y en el que en este caso solamente se dispondrá de equipos eléctricos.

Las características técnicas principales de la instalación de hibridación mediante la incorporación de un módulo almacenamiento objeto del proyecto son las siguientes:

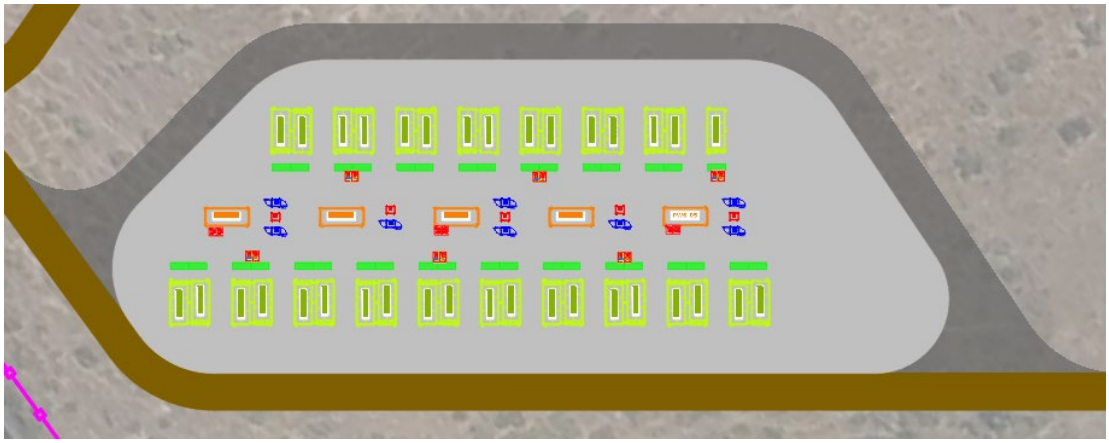
- Tipo de Instalación Hibridada: Solar Fotovoltaica con almacenamiento mediante baterías de ion-lito
- Ubicación Planta Hibridada: Parcelas 19,24 y 25, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Ubicación Módulo Almacenamiento: Parcela 19, Polígono 41 del T.M. de Plasencia (Cáceres)
- Superficie vallada Planta Hibridada: 146,75 ha
- Superficie actuada Módulo de Almacenamiento: 0,51 ha
- Containers de Baterías de Ion-Litio (ESS): 35 uds
- Skids de Estaciones de Potencia (PWS): 5 uds
- Inversores bidireccionales Almacenamiento (PCS): 210 uds de 200 kVA @40°C
- Casetas de Servicios Auxiliares y Telec.: 8 uds DTS y 5 uds MTS
- Potencia instalada en inversores (@40°C): 42.000 kVA (42,00 MVA)
- Energía bruta total almacenable: 175.525 kWh (175,53 MWh)
- Potencia total de Transformadores de Servicios Auxiliares: 1.705 kVA
- Línea de Conexión del Módulo de Almacenamiento: Subterránea a 30 kV, 128 m, 3 circuitos
- Ampliación de subestación eléctrica (sala de celdas): Nuevo embarrado 30 kV con 6 celdas MT
- Ampliación de subestación eléctrica (sala de control): Armarios de control y medida

Las superficies de implantación de los equipos, que se corresponden con sus proyecciones directas en planta, son las siguientes:

RELACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO			
EQUIPOS	**UNIDADES**	**SUPERFICIE (m²)**	**TOTAL (m²)**
Estación de potencia [PWS] (HUAWEI JUPITER 9000K-H0 o similar)	5	14,77	73,85
Container de baterías de Ion-Litio [ESS] (HUAWEI LUNA 2000-5015-2S o similar)	35	14,77	516,93
Inversor de almacenamiento [PCS] (HUAWEI LUNA 2000-200KTL-H1 o similar)	210	-	-
Base para montaje de rack de inversores [RACK] (HUAWEI LUNA PCS 2000HA o similar)	35	2,14	74,97
Caseta de transformador de SSAA [DTS] (HUAWEI DTS-200K-D0 o similar)	8	1,08	8,64
Caseta de distribución de telecomunicaciones y UPS [MTS] (HUAWEI MTS9000A o similar)	5	0,73	3,67
TOTAL (m²)			**678,05**

Adicionalmente se tendrán una serie de redes eléctricas, de baja y media tensión, así como de puesta a tierra, y unas

Estos equipos e instalaciones se encontrarán ubicados en una superficie de trabajo pavimentada superficialmente, mediante cemento u otro material similar, debidamente terminada y nivelada. Esta superficie en concreto será la que se estudie en este documento de protección contra incendios, como el área de actuación, alejado de esta superficie denominada como de trabajo.



Se considera que cualquier fuego que se origine en el interior de esta área pavimentada, no se propagarán fuera de la misma, así como tampoco un incendio exterior a la misma puede propagarse al interior, gracias a los caminos que rodean toda la superficie pavimentada, que actuará a modo de cortafuegos, según su anchura mínima de al menos 5 metros.

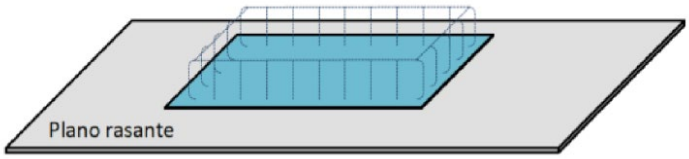
El vallado de seguridad es el existente de la planta fotovoltaica, situándose todos los equipos de almacenamiento en el interior del vallado. Por tanto, al no tener ninguna edificación de trabajo, se considera que la actividad en su conjunto ocupa un espacio abierto.

2.2. CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN SEGÚN EL ENTORNO

En primer lugar, se debe realizar una caracterización del establecimiento industrial en función de su configuración y ubicación con relación a su entorno.

El establecimiento no dispone de edificios más allá de los equipos eléctricos del sistema de almacenamiento, por lo que se puede **asemejar a una actividad de almacenamiento sobre el propio terreno** sin ningún tipo de cubrición exterior más allá del propio contenedor, en este caso, de baterías de Ion-litio.

Por tanto, según se establece en el RSCIEI, clasificaremos el establecimiento industrial en su conjunto como de **TIPO D**. En concreto, se define esta tipología como el establecimiento industrial que desarrolla su actividad en espacios abiertos que no constituye un edificio, que está por tanto descubierto, o bien, cubierto por estructuras que carecen total o parcialmente de cerramientos laterales. En el caso de que el espacio tenga zonas cubiertas, se deberá disponer de aberturas laterales dimensionadas según los criterios establecidos en el reglamento.



Para este tipo de configuración se considera toda la superficie ocupada como un solo **área de incendio abierta**, definida por el perímetro de explanación de la actividad, que se corresponde con la superficie de trabajo acondicionada para ellos, haciendo con ello una superficie de 4.155,30 m^2. Además la zona de seguridad adicional y de caminos perimetral podrá actuar como cortafuegos ya que no tendremos ningún equipo en esta superficie exterior.

Por tanto la superficie total del **área de incendio considerada es de 4.155,30 m^2**.

Para especificaciones concretas de los equipos eléctricos, como por ejemplo la resistencia al fuego de sus elementos constructivos o elementos de protección, individualmente podrán caracterizarse estos equipos como edificios de tipo C de manera particular.

2.3. NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Para calcular el nivel de riesgo intrínseco de cada **zona de trabajo**, que determina la densidad de carga del fuego, se utiliza la siguiente fórmula ponderada y corregida:

$$Q_s = \frac{\sum_i^i G_i q_i C_i}{A} R_a \quad (MJ/m^2)\ o\ (Mcal/m^2)$$

Dónde:

- Q_{Si}: Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en MJ/m^2.
- q_{si}: Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/ m^2 o Mcal /m^2.
- C_i: Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles que estén en el sector de incendio.
- S_i: Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego (q_{si}) diferente, en m^2.
- A: Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2.
- R_a: Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad.

Mientras que para las **zonas de almacenamiento** la densidad de carga de fuego ponderada y corregida (Q_S) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$Q_{Si} = \frac{\sum q_{vi} C_i h_i S_i}{A} R_a$$

Dónde:

- Q_{Si}: Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en MJ/m^2.
- q_{vi}: Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/ m^3 o Mcal /m^3.
- C_i: Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrositad de cada uno de los combustibles que estén en el sector de incendio.
- S_i: Superficie ocupada en planta por zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector en (m^2).

- A: Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2.
- R_a: Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad.
- h_i: Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles (i), en m.

En un mismo sector en el coexistan zonas de almacenamiento con zonas de producción para calcular la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida Q_{Si}, se aplicará una combinación de las fórmulas presentadas en el apartado 3.2.2. del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

$$Q_{Si} = \frac{\sum q_{si} C_i S_i + \sum q_{vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

Los valores de la densidad de carga de fuego media de los diversos procesos, almacenamiento de productos (q_{si}) y el riesgo de activación asociado (R_a) se determinan mediante la Tabla 1.2. del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (Ra) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

La **distribución de los materiales combustibles** en las áreas de incendio en configuraciones de tipo D y de tipo E deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Superficie máxima de cada pila: 500 m^2.
- Volumen máximo de cada pila: 3500 m^3.
- Altura máxima de cada pila: 15 m.
- Longitud máxima de cada pila: 45 m si el pasillo entre pilas es ≥ 2,5 m; 20 m si el pasillo entre pilas es ≥ 1,5 m.

Según las fórmulas recogidas en este apartado y las características específicas de la actividad, tendremos los siguientes resultados reflejados en la tabla resumen:

➢ TABLA DE RESULTADO DE CÁLCULO DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO DE ÁEREAS DE INCENDIO

CÁLCULO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL MÓDULO DE ALMACENAMENTO (AÉREA DE INCENDIOS [A]: 4.155,30 m^2)									
Sustancias / Actividad	Sustancias [tabla 1.3.3] / Actividad [tabla 1.3.5]	Tipo de Actividad	qvi [MJ/m^3] / qsi [MJ/m^2] / qi [MJ/kg]	Gi [kg]	Ci	hi [m]	si [m^2]	Ra	Qs [MJ/m^2]
Containers de Baterías (ESS)	Acumuladores electroquímicos	Almacenamiento	1800	-	1,40	2,9	516,93	1,5	1.363,70
Skids de Centros de Transformación (PWS)	Aparatos Eléctricos	Producción	400	-	1,30	-	73,85	1,5	13,86
Racks de Inversores (PCS)	Aparatos Eléctricos	Producción	400	-	1,30	-	74,97	1,5	14,07
Caseta prefabricada de SSAA (DTS)	Aparatos Eléctricos	Producción	400	-	1,30	-	8,64	1,5	1,62
Caseta prefabricada de Telec. y UPS (MTS)	Aparatos Eléctricos	Producción	400	-	1,30	-	3,67	1,5	0,69
							TOTAL		**1.377,56**

Como puede observarse en la propia tabla, el resultado del cálculo del nivel de riesgo intrínseco en función de la carga de fuego ponderada y corregida es de **1.377.56 MJ/m^2**, el cual se corresponde con un nivel de riesgo **MEDIO 4**, según la tabla 1.3.1 del RSCIEI.

3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

3.1. SECTORIZACIÓN

Tal y como hemos comentado, tendremos **una única área de incendio de 4.155,30 m²**, definido por la explanación de la zona de trabajo de la actividad y la superficie del centro de seccionamiento, y solamente se dispondrá de equipos eléctricos, con paramentos prefabricados, e instalaciones auxiliares, la mayoría en conducciones enterradas. Al ser una instalación con configuración tipo D, no tenemos ninguna limitación de superficie para esta área de incendios.

3.2. MATERIALES

En lo que respecta a los materiales exteriores de los containers de baterías, de tipo prefabricado, sus materiales vendrán definidos por las características técnicas del fabricante y las normas UNE de aplicación. En relación a los skids, estos estarán abiertos en la mayor parte de sus laterales y zona superior, siendo los materiales exteriores igualmente definidos por las características técnicas del fabricante y normas UNE de aplicación. Los racks de inversores PCS son equipos directamente expuestos al aire.

Las casetas de equipos secundarios (DTS y MTS) serán de tipo prefabricado, compuestos por paneles sándwich, con chapa galvanizada y aislantes interiores ignífugos.

Al ser todos los elementos constructivos de todos los equipos de tipo prefabricado, deberá asegurarse por el fabricante el cumplimiento de la resistencia y/o estabilidad frente al fuego que resulte de aplicación, según el nivel de riesgo intrínseco calculado y el tipo de sector de incendio establecido.

En el caso en estudio, identificando los equipos eléctricos individualmente como edificios tipo C, de manera excepcional para este apartado, se establece por el proyectista la necesidad que los elementos constructivos prefabricados tenga una estabilidad contra el fuego de clase EI60, al menos para los paramentos de apertura directa con el exterior (puertas). Los revestimientos igualmente si los hubiese tendrá la resistencia requerida.

Se pueden observar las características principales de los equipos eléctricos instalados en las hojas técnicas presentadas en uno de los documentos anexos del proyecto.

3.3. EVACUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Al ser un área de incendio exterior, no son necesarias salidas de incendios ni recorridos de incendios hasta las mismas.

3.4. INSTALACIÓN TÉCNICA DE SERVICIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Las instalaciones de las redes eléctricas y otras instalaciones relativas, de servicios auxiliares de los establecimientos industriales, cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afecten.

En la mayoría de las instalaciones auxiliares, de tipología eléctrica, será de aplicación la normativa de seguridad y protección establecida en los Reglamentos Electrotécnicos de Baja Tensión (REBT) y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RAT), así como sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

3.5. RIESGO FORESTAL

La instalación en estudio se encuentra en suelo rural, por lo que su puede catalogar como próxima a zona forestal.

Por ello, los viales deben cumplir una serie de condiciones:

- 2 vías de acceso alternativas
- Anchura mínima libre de 5 metros de vial
- Altura mínima libre de 4,5 metros
- Capacidad portante del vial de 2000 kp/m^2

En el caso en estudio, al área de incendio definida puede accederse de cualquier parte de su perímetro establecido, por lo que directamente se cumple con lo establecido en este apartado.

Además, se cuenta con un camino directo de acceso acondicionado a la plataforma, de 5 metros de anchura.

4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Todos los aparatos, equipos y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo y sus guías técnicas de aplicación.

4.1. SISTEMAS ESPECÍFICOS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

Los **containers de baterías** del sistema de almacenamiento proyectados estarán equipados desde fábrica con un sistema de extinción de incendios, diseñados según fabricado según la norma NFPA 855. Según las especificaciones del fabricante, estos equipos contarán con los siguientes equipos de supresión de incendios de serie u opcionales.

- Sistema de extinción por gas (de serie)
- Sistema automático de alarma y control de enlace (de serie).
- Sistema de detección y alarma de gases combustibles (de serie).
- Sistema de ventilación de emergencia (de serie).
- Sistema de extinción por agua (opcional).
- Sistema de extinción por aerosol (opcional).
- Sistema de alivio de explosiones (opcional).

Todos los sistemas opcionales mencionados, si la normativa no los exige como obligatorios, tendrán la consideración de no ser estrictamente necesaria su instalación, si el promotor finalmente no lo considera indispensable a la hora de implantar los equipos en la planta de baterías proyectada-

En lo que respecta a los skids de los centros de transformación, contarán con los siguientes equipos instalados por el propio fabricante:

- Sistema automático de detección y alarma de humos de incendios (de serie)
- Sistema de detección y alarma de gases combustibles (de serie)

- Sistema de extinción por gas (opcional)
- Otros sistema de extinción sin especificar (opcional)

Finalmente, para el centro de seccionamiento, se establece la instalación en ambas salas de la caseta de al menos el siguiente sistema fijo:

- Sistema automático de detección y alarma de humos de incendios (de serie)

4.2. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIO

No son necesarios por ser un establecimiento de tipo D en un área exterior.

No obstante, aunque no se exija en el reglamento, los equipos eléctricos de la instalación, containers, skids y casetas, cuentan con **sistemas automáticos de detención de incendios instalados de serie** en el interior de estos equipos.

4.3. SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIO

No son necesarios ya que se dispone de detectores automáticos de detección en todos los equipos eléctricos.

En nuestro caso se dispone de sistemas automáticos de detección, por lo que se podría plantear la posible instalación de manera opcional de sistemas manuales de alarma durante la fase constructiva, como un sistema complementario a los detectores automáticos, para el aumento de la seguridad y comunicación antes incendios.

La instalación de pulsadores de alarma contra incendios se exige por normativa que estén a una altura de entre 80 cm y 120 cm del suelo y que la distancia máxima desde cualquier punto de trabajo hasta el pulsador más cercano no supere los 25 metros. Además, deben ser fácilmente accesibles y visibles mediante cartelería reflectante, situándose cerca de las salidas de emergencia si las hubiese.

Para el proyecto en estudio **no se ha contemplado la instalación** de pulsadores manuales de comunicación de alarma de incendio ya que los equipos eléctricos cuentan con detectores automáticos.

4.4. SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA

No es necesario ya que la superficie del área de incendio es inferior a 10.000 m^2.

4.5. HIDRANTES EXTERIORES

No son necesarios hidrantes de ningún tipo, ya que se tiene una configuración tipo D y la superficie del área de incendio es inferior a los 5.000 m^2, independientemente del riesgo intrínseco de la actividad.

4.6. EXTINTORES DE INCENDIO

Se instalarán extintores de incendio portátiles (manuales y/o sobre ruedas) en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Como excepción a lo anterior, en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de extintores.

Las baterías de litio pueden generar fuegos que se clasifican como:

- Clase A: Si el incendio involucra materiales sólidos como plásticos o componentes de la batería que se queman.
- Clase B: Si el incendio involucra líquidos inflamables, como los electrolitos de la batería.
- Clase D: Si el incendio involucra metales combustibles, como el litio, aunque este tipo de incendio es menos común en baterías de iones de litio.

Según el reglamento, si la clase de fuego del sector de incendio es A-B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio sumando los necesarios para cada clase de fuego (A y B), evaluados independientemente según la tabla 3.4.1 y la tabla 3.4.2 respectivamente.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características específicas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor. Para esta clase de fuego se propone la utilización del agente extintor *AquaLithium*, que se trata de un agente libre de elementos fluorados con una excelente capacidad de refrigerante y humectante. Actuando en

su proyección como un encapsulador del fuego, reduciendo su temperatura hasta su extinción. Por ello está especialmente diseñado para fuegos en baterías de ion-litio.

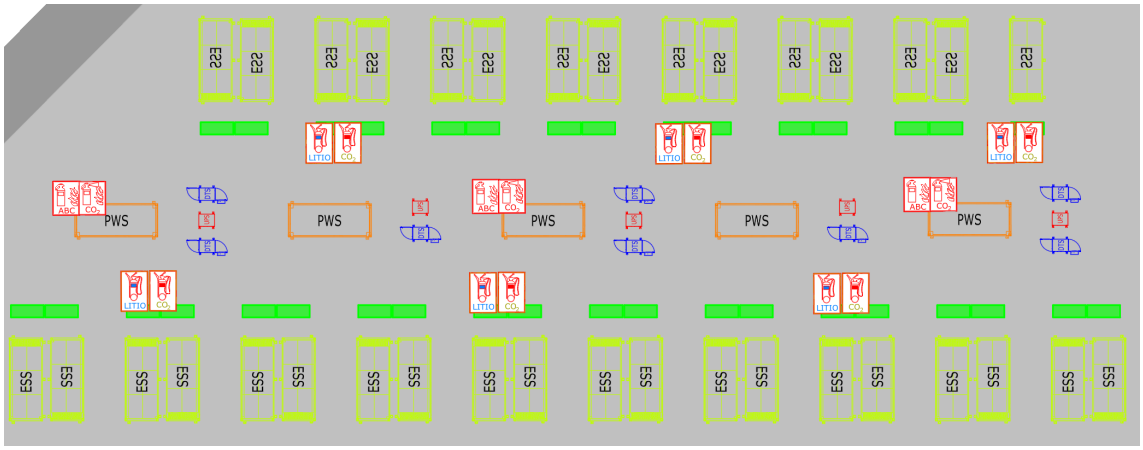
Como norma general, además del cumplimiento de equipos por superficie de trabajo, se instalarán los extintores de manera uniformemente distribuida, no estando ningún punto alejado más de 15 metros de extintores manual y de ruedas. El emplazamiento permitirá que sea fácilmente visible y accesible, estará situado próximo a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximo a los equipos sobre los que actuar y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características específicas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor.

Teniendo en cuenta el nivel de riesgo intrínseco de la actividad y la superficie del área de incendio, se instalarán al menos los siguientes extintores de incendios:

- **Explanación de equipos de almacenamiento**:
  - Extintores manuales de polvo ABC portátiles, de 5 kg de eficacia 21A: **tres (3)**, situados uniformemente separados, en los laterales de algunos de los skid de centros de transformación.
  - Extintores manuales de polvo CO_2 (clase B) portátiles, de 4 kg de eficacia 113B o superior: **tres (3)**, situados uniformemente separados, en los laterales de algunos de los skid de centros de transformación, conjuntamente con los extintores manuales de polvo ABC.
  - Extintores manuales con estructura de desplazamiento, de polvo CO_2 (clase B) sobre ruedas, de 20 kg de eficacia 113B o superior: **seis (6)**, situados uniformemente distribuidos sobre el perímetro de la zona de trabajo pavimentada cercanos a los containers de baterías.
  - Extintores manuales con estructura de desplazamiento, de Ion-Litio (*Aqualithium*) (Clase D) sobre ruedas, de 50 l de eficacia Li: **seis (6)**, situados uniformemente distribuidos sobre el perímetro de la zona de trabajo pavimentada, conjuntamente con los extintores sobre ruedas de clase B.

Puede observarse la disposición propuesta de los extintores listados en el plano específico de protección contra incendios del documento de planos del proyecto. Se muestra una captura a continuación.



Se propone esta disposición de manera no haya una distancia superior a los 15 metros, desde cualquier punto de la zona de trabajo, a algún tipo de extintor portátil de cualquier tipo, manual y móvil. Podrá ajustarse la cantidad de extintores y la disposición de los mismos en futuros proyectos, siempre que se siga cumpliendo con lo establecido en la normativa de aplicación.

Para los extintores manuales, colocados sobre los paramentos verticales de los equipos de almacenamiento, se propone la instalación de los mismos en el interior de urnas o armarios especiales, que aseguren la protección necesaria contra las inclemencias meteorológicas. Para los extintores de carrito, se propone colocarlos bajo algún tipo de parapeto, que igualmente los proteja y los mantenga en condiciones de servicio óptimas para su utilización.

4.7. DEPÓSITO, GRUPO DE PRESIÓN Y RED DE ABASTECIMIENTO

En el caso que se decida finalmente la instalación de los sistemas de extinción mediante agua por inundación, de los containers de baterías (sistema opcional a instalar previamente en los propios containers por el fabricante) se deberá tener en consideración la instalación de un sistema de abastecimiento de agua compuesto por los siguientes elementos principales:

- Depósito de acumulación de agua en superficie de aproximadamente 50 m^3.
- Grupo de presión de 5,5 kW
- Red de tuberías y accesorios para conducción de agua.

Para el proyecto en estudio **no se ha contemplado la instalación** de estos equipos al no ser necesarios según normativa.

4.8. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

No serán necesarias ya que se tiene una configuración tipo D y la superficie del área de incendio es inferior a los 5.000 m^2, independientemente del riesgo intrínseco de la actividad.

No obstante, y aunque no se exija en el reglamento, aprovechando la posible instalación del depósito y resto de elementos necesarios para el sistema, opcional, de extinción mediante la inundación de los containers, se establecería la posible instalación opcional de 2 BIES de 25 mm, ubicadas en puntos separados de la zona de trabajo.

Coherentemente, si finalmente se descarta instalar el sistema de extinción mediante inundación por agua del container de baterías de litio, no se instalarán estos elementos, al no ser obligatorios por normativa.

4.9. OTROS SISTEMAS DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICOS O MANUALES

No serán necesarios otros sistemas de extinción (columna seca, rociadores automáticos, sistemas de agua pulverizada, sistemas de espuma física o sistemas automáticos de extinción por polvo o gases) debido a la tipología del establecimiento y el nivel de riesgo intrínseco asociado.

4.10. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia cumplirá con los requisitos aplicables de la sección 4 «Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada» del Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad del Código Técnico de Edificación (CTE DB-SUA 4).

Se instalarán equipos de alumbrado de emergencia cercanos a los equipos de protección individual indicados en los apartados anteriores.

Los equipos eléctricos disponen también de luminarias de emergencia específicos en algunos de sus compartimentos accesibles mediante la apertura de las puertas exteriores.

4.11. SEÑALIZACIÓN

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1, cuyo tamaño sea:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Se dispondrá de elementos de elementos de señalización de los medios de protección comentados en este anexo, según las características y disposición exigidas.

4.12. RESUMEN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se muestra en la siguiente tabla, a modo de resumen, los principales elementos y equipos de protección identificados a lo largo de este documento.

EQUIPOS DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
ELEMENTO	**CANTIDAD**
Extintor portátil de polvo ABC 5 kg	3 uds
Extintor portátil de gas CO_2 4 kg	3 uds
Extintor de carro de gas CO_2 20 kg	6 uds
Extintor de carro Ion-Litio (Aqualithium) 25 l	6 uds
Sistemas automáticos de detección en equipos de almacenamiento	de serie por fabricantes
Central de control de alarma	compartida en edificio de control

Puede consultarse también el plano específico para esta instalación de protección contra incendios en el documento de planos.

5. CONCLUSIÓN

Con el presente anexo justificativo, se considera argumentado el cumplimiento de la normativa relativa a la **SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS** de la futura instalación de **HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO,** ubicada en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a junio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

DOCUMENTO II:

PLANOS

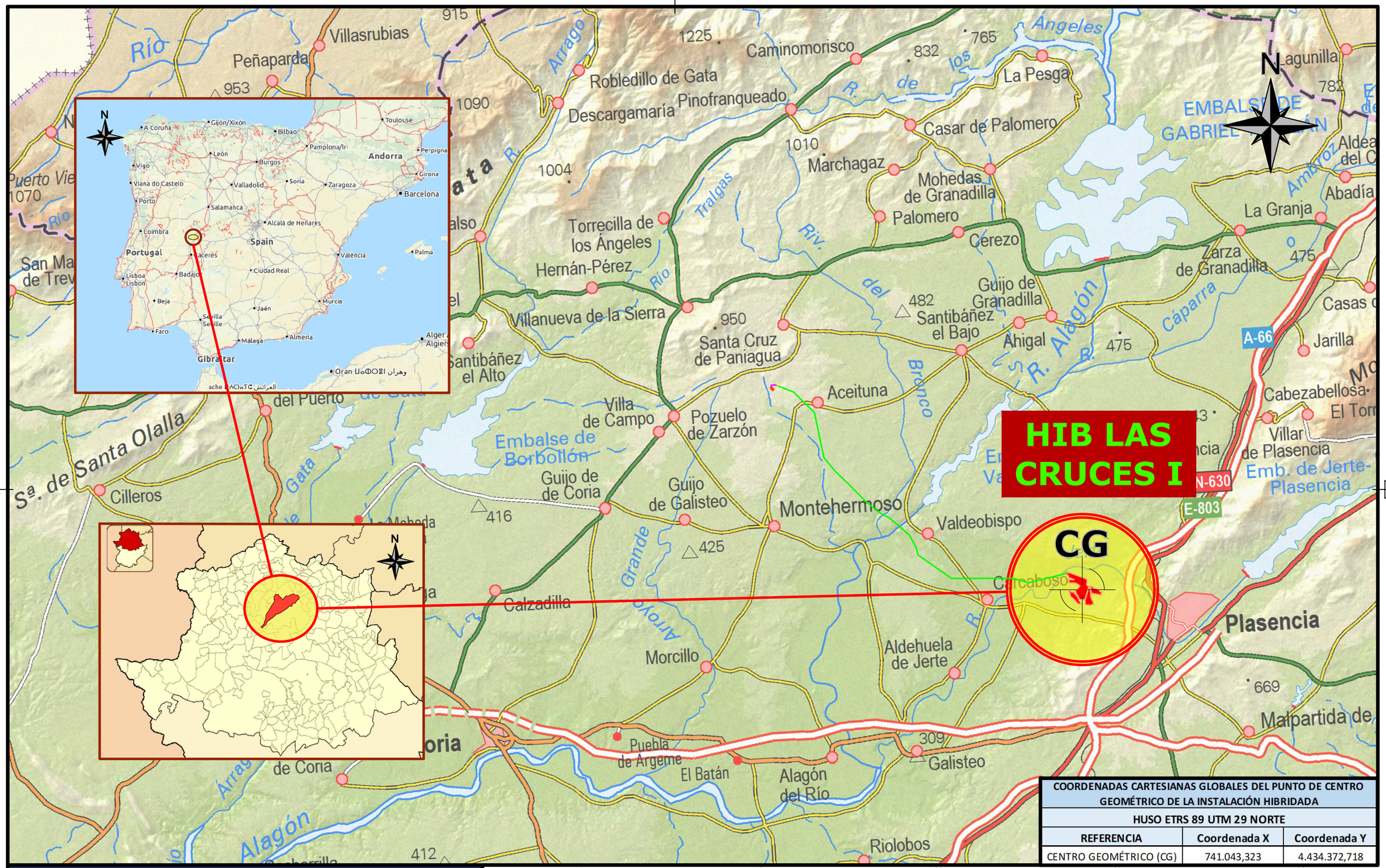
➢ PLANOS DE SITUACIÓN - 01

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 01.01 –Situación: Ubicación
- Plano nº 01.02 - Situación: Emplazamiento

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es



COORDENADAS CARTESIANAS GLOBALES DEL PUNTO DE CENTRO GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA		
HUSO ETRS 89 UTM 29 NORTE		
REFERENCIA	Coordenada X	Coordenada Y
CENTRO GEOMÉTRICO (CG)	741.043,323	4.434.372,718

HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*"
[49,80 MVA (FV) + 42,00 MVA (ALM) / 50,00 MW (Inst.) / 42,00 MWn (AyC)]

UBICACIÓN PARCELARIA DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA HIBRIDADA	Parcelas 19, 24, 25 y 9016 del Polígono 41 Término Municipal de Plasencia (Cáceres)
SUPERFICIES CATASTRALES DE PARCELAS	2.376.108 m² (237,61 ha)
SUPERFICIE TOTAL OCUPADA [VALLADA] POR INSTALACIÓN HIBRIDADA	1.467.458. m² (146,75 ha)

0 km 10 20 30 40 km

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/200.000	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): RAM / 25-05-2026
Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026
Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:
DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:
Situación: Ubicación

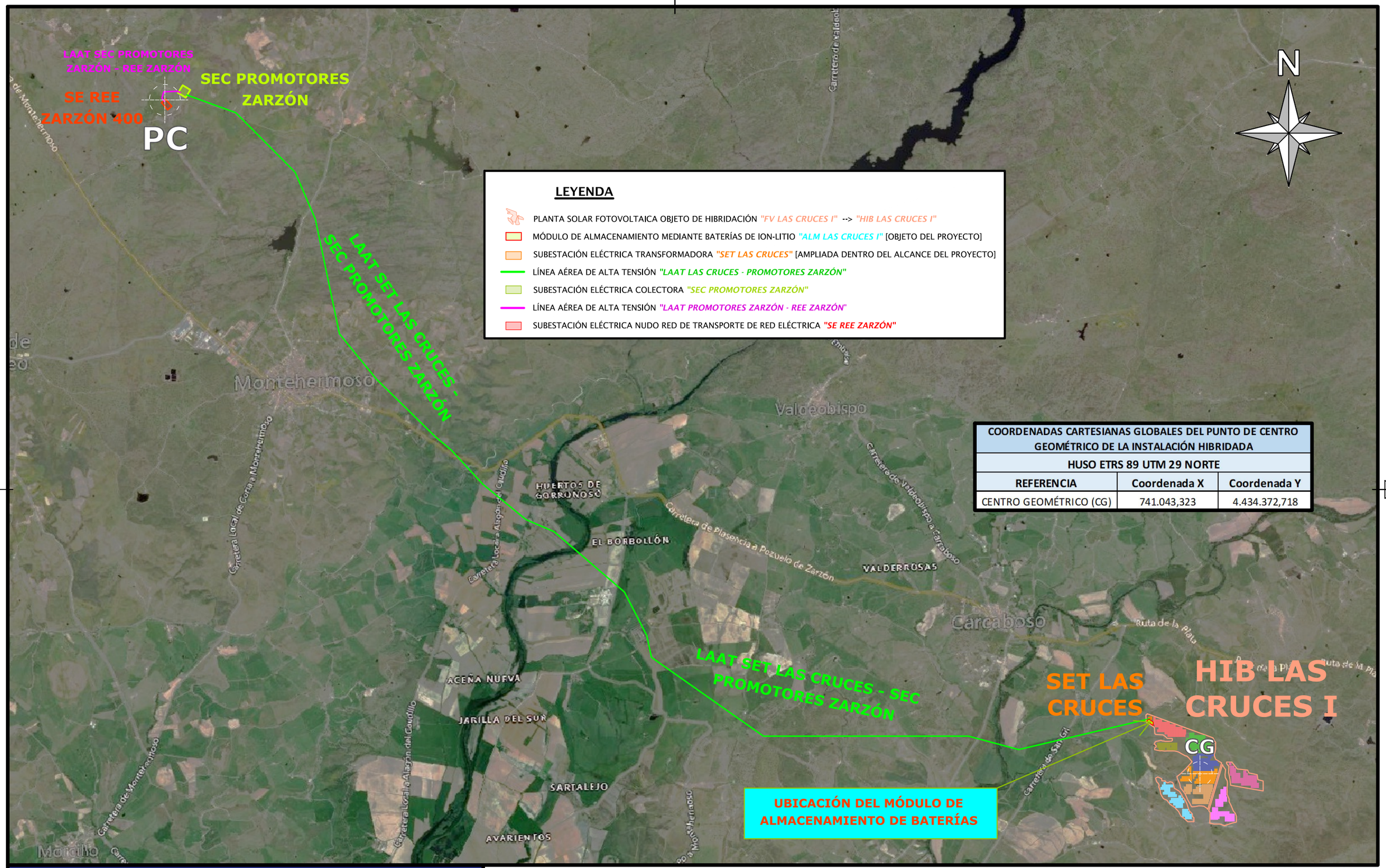
HOJA Nº: 01.01
Nº PLANO: 01

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es



COORDENADAS CARTESIANAS GLOBALES DEL PUNTO DE CENTRO GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA		
HUSO ETRS 89 UTM 29 NORTE		
REFERENCIA	Coordenada X	Coordenada Y
CENTRO GEOMÉTRICO (CG)	741.043,323	4.434.372,718

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA *"HIB LAS CRUCES I"*
MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO

MÓDULOS DE INSTALACIÓN HIBRIDADA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
MÓDULO DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO *"FV LAS CRUCES I" [ACCESO Y CONEXIÓN: GENT-13750-22 | EXPEDIENTE ADM: GE-M/02/24]*	*70,18 MWp (Bif.) - 49,80 MW (Inst.) - 42,00 MWn (AyC) / 146,75 ha*
MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO *"ALM LAS CRUCES I"*	*175,53 MWh (Bat.) - 42,00 MW (Inst.) / 0,514 ha interior planta FV*

0 km 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 km

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/60.000	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): RAM / 25-05-2026
Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026
Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:
DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:
Situación: Emplazamiento

HOJA Nº: 01.02
Nº PLANO: 01

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

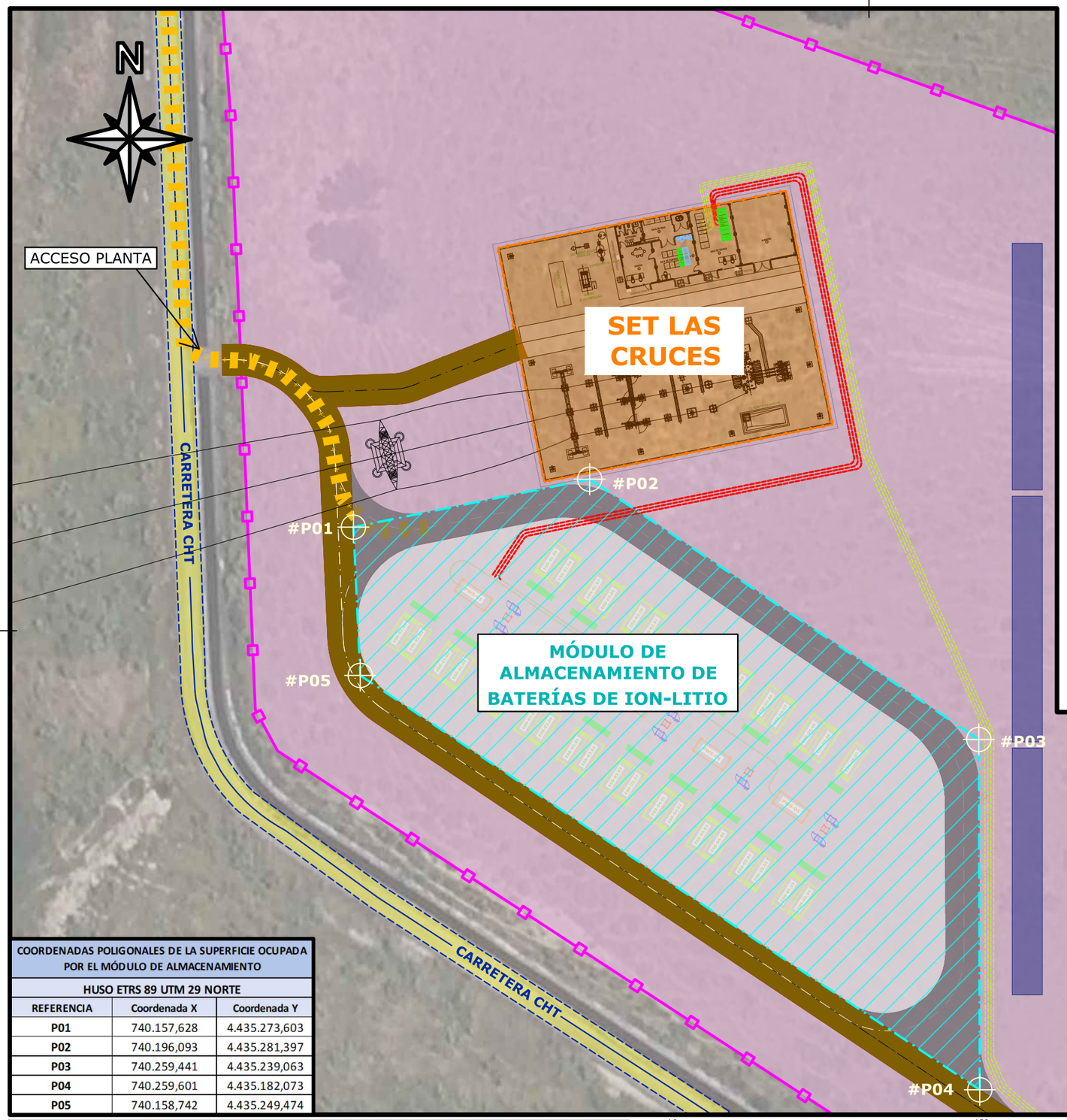
➢ PLANOS DE LAYOUTS DE DISEÑOS - 02

ÍNDICE DE HOJAS

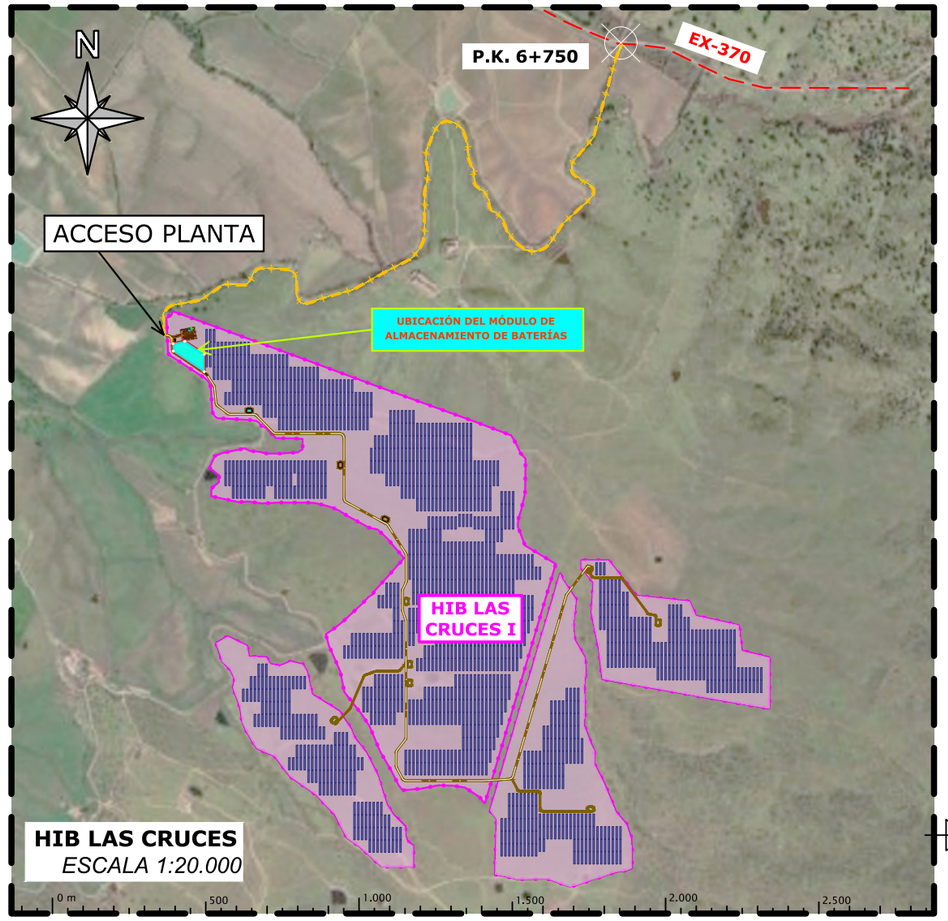
- Plano nº 02.01 – Layout General de Instalación Hibridada
- Plano nº 02.02 – Layout del Módulo de Almacenamiento
- Plano nº 02.03 – Layout de Actuaciones de Obra Civil
- Plano nº 02.04 – Layout de Instalación de Protección Contra Incendios

• queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es



COORDENADAS POLIGONALES DE LA SUPERFICIE OCUPADA POR EL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO		
HUSO ETRS 89 UTM 29 NORTE		
REFERENCIA	Coordenada X	Coordenada Y
P01	740.157,628	4.435.273,603
P02	740.196,093	4.435.281,397
P03	740.259,441	4.435.239,063
P04	740.259,601	4.435.182,073
P05	740.158,742	4.435.249,474



HIB LAS CRUCES I

LEYENDA

- Superficie vallada de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Seguidores solares (Trackers) de Módulo Fotovoltaico (no se modifica)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Poligonal definida para los equipos del Módulo de Almacenamiento
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- Subestación Eléctrica SET LAS CRUCES (se amplía un embarrado de celdas)
- Ruta de Acceso a Instalación Hibridada (mismos accesos ya autorizados)
- Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Línea subterránea de MT de Conexión del módulo de Almacenamiento
- Línea subterránea de MT de Conexión del Módulo FV (no se modifica)

0 m 50 100 150

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/750	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): RAM / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

DEFINICIÓN DEL PLANO: Layout General y Acceso

HOJA Nº: 02.01

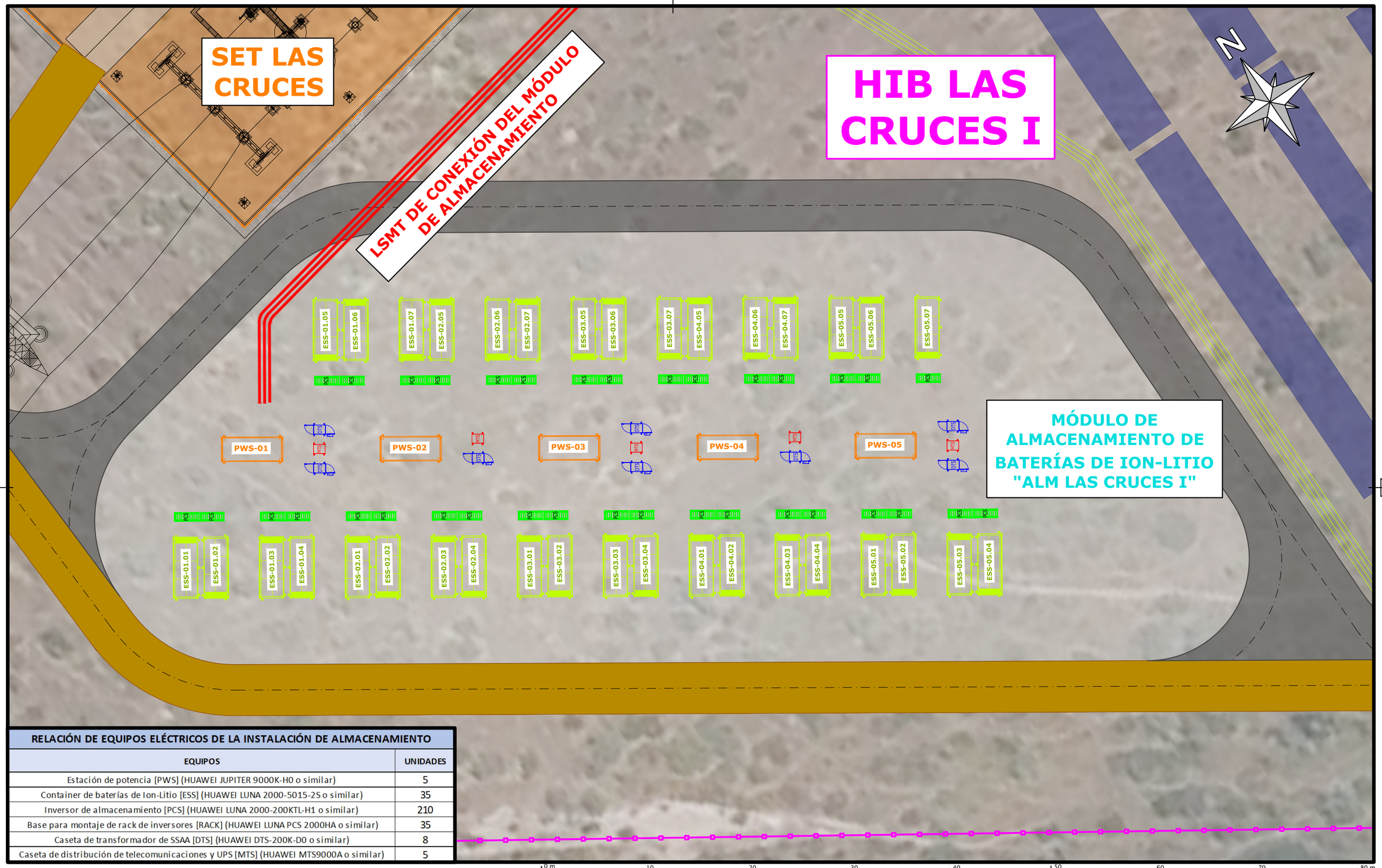
Nº PLANO: 02

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

• queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es



RELACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

EQUIPOS	UNIDADES
Estación de potencia [PWS] (HUAWEI JUPITER 9000K-H0 o similar)	5
Container de baterías de Ion-Litio [ESS] (HUAWEI LUNA 2000-5015-2S o similar)	35
Inversor de almacenamiento [PCS] (HUAWEI LUNA 2000-200KTL-H1 o similar)	210
Base para montaje de rack de inversores [RACK] (HUAWEI LUNA PCS 2000HA o similar)	35
Caseta de transformador de SSAA [DTS] (HUAWEI DTS-200K-D0 o similar)	8
Caseta de distribución de telecomunicaciones y UPS [MTS] (HUAWEI MTS9000A o similar)	5

LEYENDA

- Vallado de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Seguidores solares (Trackers) de Módulo Fotovoltaico (no se modifica)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- Subestación Eléctrica SET LAS CRUCES (se amplía un embarrado de celdas)
- Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Línea subterránea de MT de Conexión del módulo de Almacenamiento
- Línea subterránea de MT de Conexión del Módulo FV (no se modifica)

0 m 10 20 30 40 50 60 70 80 m

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/350	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): RAM / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Layout Equipos de Almacenamiento

HOJA Nº: 02.02

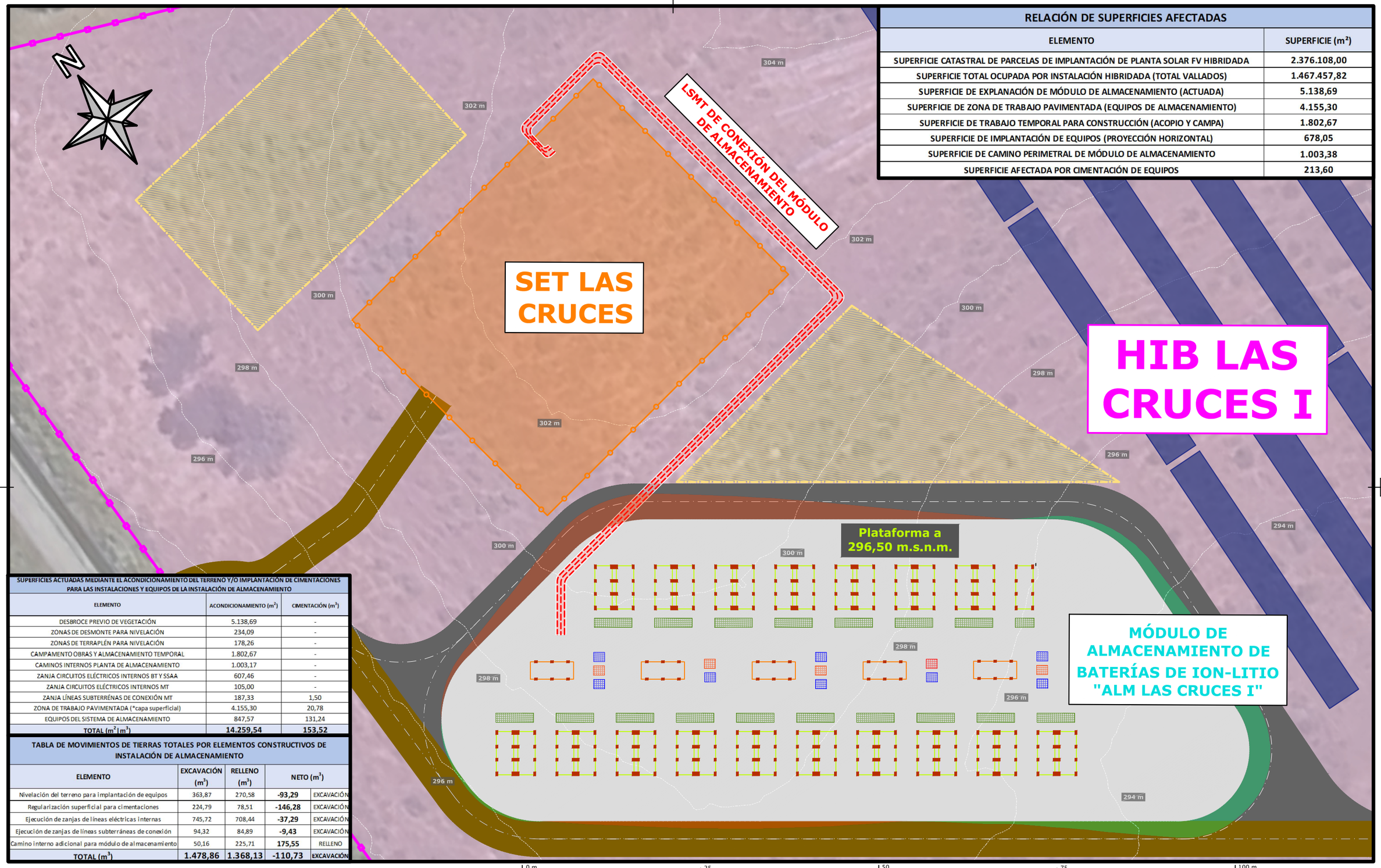
Nº PLANO: 02

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es



RELACIÓN DE SUPERFICIES AFECTADAS

ELEMENTO	SUPERFICIE (m²)
SUPERFICIE CATASTRAL DE PARCELAS DE IMPLANTACIÓN DE PLANTA SOLAR FV HIBRIDADA	2.376.108,00
SUPERFICIE TOTAL OCUPADA POR INSTALACIÓN HIBRIDADA (TOTAL VALLADOS)	1.467.457,82
SUPERFICIE DE EXPLANACIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO (ACTUADA)	5.138,69
SUPERFICIE DE ZONA DE TRABAJO PAVIMENTADA (EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO)	4.155,30
SUPERFICIE DE TRABAJO TEMPORAL PARA CONSTRUCCIÓN (ACOPIO Y CAMPA)	1.802,67
SUPERFICIE DE IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS (PROYECCIÓN HORIZONTAL)	678,05
SUPERFICIE DE CAMINO PERIMETRAL DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	1.003,38
SUPERFICIE AFECTADA POR CIMENTACIÓN DE EQUIPOS	213,60

SUPERFICIES ACTUADAS MEDIANTE EL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y/O IMPLANTACIÓN DE CIMENTACIONES PARA LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

ELEMENTO	ACONDICIONAMIENTO (m^2)	CIMENTACIÓN (m^3)
DESBROCE PREVIO DE VEGETACIÓN	5.138,69	-
ZONAS DE DESMONTE PARA NIVELACIÓN	234,09	-
ZONAS DE TERRAPLÉN PARA NIVELACIÓN	178,26	-
CAMPAMENTO OBRAS Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL	1.802,67	-
CAMINOS INTERNOS PLANTA DE ALMACENAMIENTO	1.003,17	-
ZANJA CIRCUITOS ELÉCTRICOS INTERNOS BT Y SSAA	607,46	-
ZANJA CIRCUITOS ELÉCTRICOS INTERNOS MT	105,00	-
ZANJA LÍNEAS SUBTERRÉNAS DE CONEXIÓN MT	187,33	1,50
ZONA DE TRABAJO PAVIMENTADA (*capa superficial)	4.155,30	20,78
EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	847,57	131,24
TOTAL (m^2 | m^3)	**14.259,54**	**153,52**

TABLA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS TOTALES POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

ELEMENTO	EXCAVACIÓN (m^3)	RELLENO (m^3)	NETO (m^3)	
Nivelación del terreno para implantación de equipos	363,87	270,58	**-93,29**	EXCAVACIÓN
Regularización superficial para cimentaciones	224,79	78,51	**-146,28**	EXCAVACIÓN
Ejecución de zanjas de líneas eléctricas internas	745,72	708,44	**-37,29**	EXCAVACIÓN
Ejecución de zanjas de líneas subterráneas de conexión	94,32	84,89	**-9,43**	EXCAVACIÓN
Camino interno adicional para módulo de almacenamiento	50,16	225,71	**175,55**	RELLENO
TOTAL (m^3)	**1.478,86**	**1.368,13**	**-110,73**	**EXCAVACIÓN**

LEYENDA

- Vallado de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Seguidores solares (Trackers) de Módulo Fotovoltaico (no se modifica)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- Subestación Eléctrica SET LAS CRUCES (se amplía un embarrado de celdas)
- Zona de relleno (terraplén) para nivelación de plataforma
- Zona de excavación (desmonte) para nivelación de plataforma
- Cimentación mediante zapatas aisladas de Estaciones de Potencia (PWS)
- Cimentación mediante zapatas aisladas de Containers de Baterías (ESS)
- Cimentación mediante losa continua de racks de inversores (PCS)
- Cimentación mediante losa armada de casetas de transformadores (DTS)
- Cimentación mediante losa continua de casetas de UPS y telec. (MTS)
- Zanja de línea subterránea de conexión del Módulo de Almacenamiento

0 m 25 50 75 100 m

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/500	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): MSP / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Layout de trabajos de Obra Civil

HOJA Nº: 02.03

Nº PLANO: 02

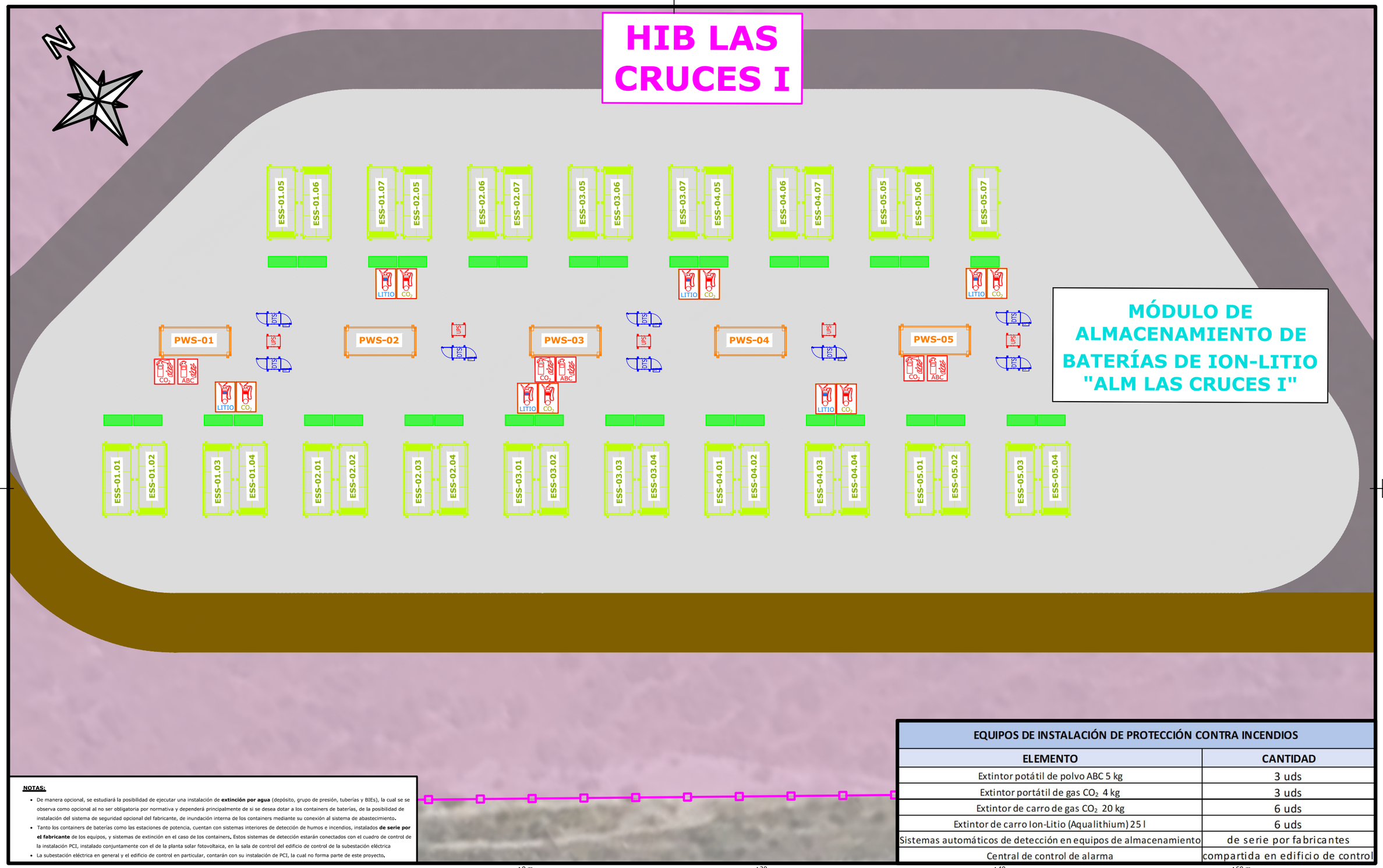
www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

HIB LAS CRUCES I



MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO "ALM LAS CRUCES I"

NOTAS:

- De manera opcional, se estudiará la posibilidad de ejecutar una instalación de **extinción por agua** (depósito, grupo de presión, tuberías y BIEs), la cual se se observa como opcional al no ser obligatoria por normativa y dependerá principalmente de si se desea dotar a los containers de baterías, de la posibilidad de instalación del sistema de seguridad opcional del fabricante, de inundación interna de los containers mediante su conexión al sistema de abastecimiento.
- Tanto los containers de baterías como las estaciones de potencia, cuentan con sistemas interiores de detección de humos e incendios, instalados **de serie por el fabricante** de los equipos, y sistemas de extinción en el caso de los containers. Estos sistemas de detección estarán conectados con el cuadro de control de la instalación PCI, instalado conjuntamente con el de la planta solar fotovoltaica, en la sala de control del edificio de control de la subestación eléctrica
- La subestación eléctrica en general y el edificio de control en particular, contarán con su instalación de PCI, la cual no forma parte de este proyecto.

EQUIPOS DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ELEMENTO	CANTIDAD
Extintor potátil de polvo ABC 5 kg	3 uds
Extintor portátil de gas CO_2 4 kg	3 uds
Extintor de carro de gas CO_2 20 kg	6 uds
Extintor de carro Ion-Litio (Aqualithium) 25 l	6 uds
Sistemas automáticos de detección en equipos de almacenamiento	de serie por fabricantes
Central de control de alarma	compartida en edificio de control

LEYENDA

- Superficie vallada de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- PWS Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- ESS Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Extintor portátil polvo ABC 5 kg
- Extintor portátil gas CO_2 4 kg
- Extintor de carro gas CO_2 20 kg
- Extintor de carro Ion-Litio (Aqualithium) 25 lz

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/300	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): MSP / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

DEFINICIÓN DEL PLANO: Protección Contra Incendios

HOJA Nº: 02.04

Nº PLANO: 02

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

➢ PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS - 03

ÍNDICE DE HOJAS

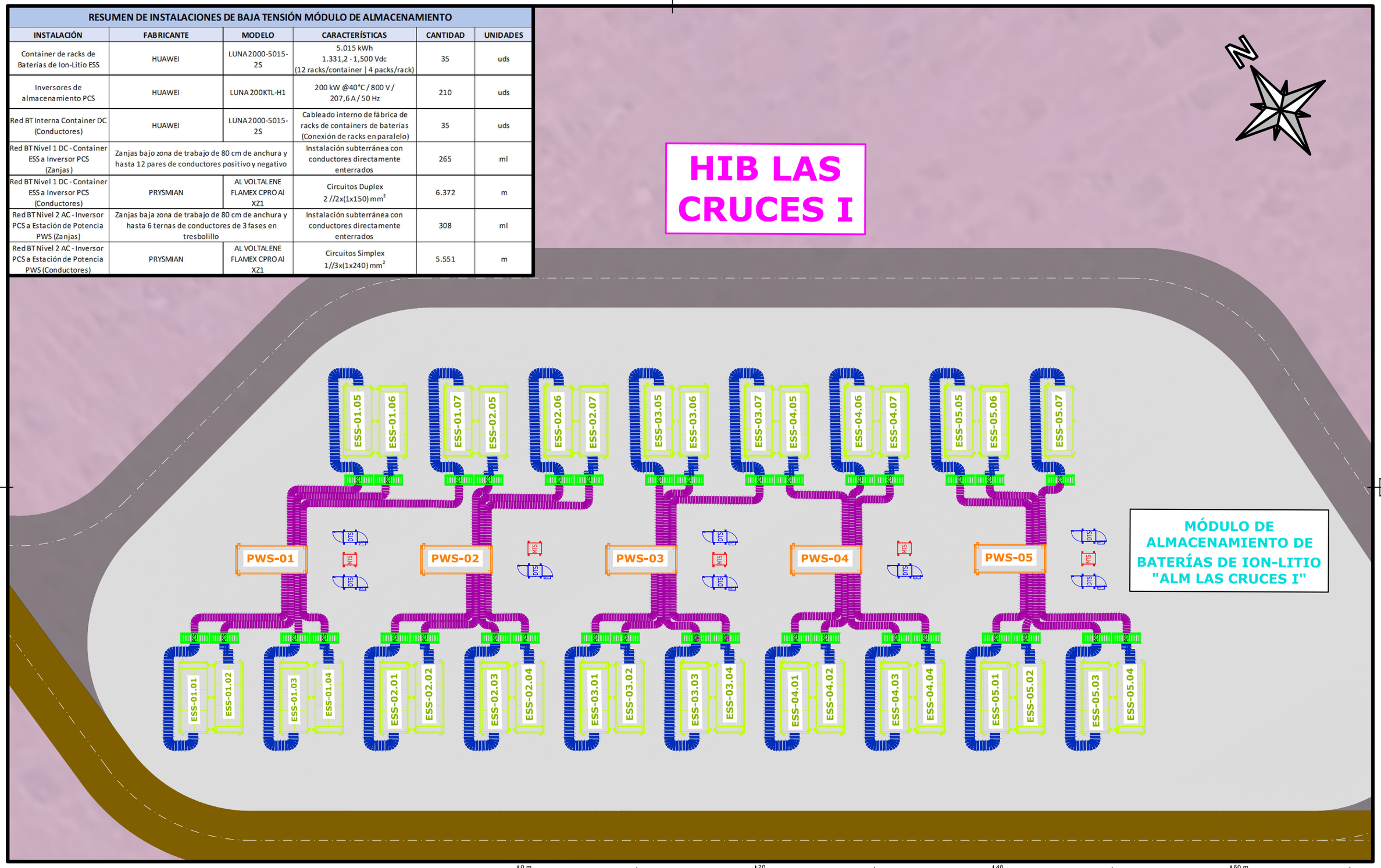
- Plano nº 03.01 – Diseño Eléctrico: Baja Tensión
- Plano nº 03.02 – Diseño Eléctrico: Red de Media Tensión
- Plano nº 03.03 – Diseño Eléctrico: Red de Puestas a Tierra

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

RESUMEN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

INSTALACIÓN	FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	UNIDADES
Container de racks de Baterías de Ion-Litio ESS	HUAWEI	LUNA2000-5015-2S	5.015 kWh 1.331,2 - 1,500 Vdc (12 racks/container | 4 packs/rack)	35	uds
Inversores de almacenamiento PCS	HUAWEI	LUNA 200KTL-H1	200 kW @40°C / 800 V / 207,6 A / 50 Hz	210	uds
Red BT Interna Container DC (Conductores)	HUAWEI	LUNA2000-5015-2S	Cableado interno de fábrica de racks de containers de baterías (Conexión de racks en paralelo)	35	uds
Red BT Nivel 1 DC - Container ESS a Inversor PCS (Zanjas)	Zanjas bajo zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 12 pares de conductores positivo y negativo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	265	ml
Red BT Nivel 1 DC - Container ESS a Inversor PCS (Conductores)	PRYSMIAN	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO Al XZ1	Circuitos Duplex 2 //2x(1x150) mm^2	6.372	m
Red BT Nivel 2 AC - Inversor PCS a Estación de Potencia PWS (Zanjas)	Zanjas baja zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 6 ternas de conductores de 3 fases en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	308	ml
Red BT Nivel 2 AC - Inversor PCS a Estación de Potencia PWS (Conductores)	PRYSMIAN	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO Al XZ1	Circuitos Simplex 1//3x(1x240) mm^2	5.551	m



LEYENDA

- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- PWS Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- ESS Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Red interior de 6 circuitos duplex de Baja Tensión Nivel 1 (corriente continua) [Containers ESS hasta inversores PCS]
- Red interior de 6 circuitos simplex de Baja Tensión Nivel 2 (corriente alterna) [Inversores PCS hasta Estaciones de Potencias PWS]

0 m 20 40 60 m

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/300	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): MSP / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez
Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

PEDRO LÓPEZ RODRÍGUEZ Ingeniero Industrial

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Electricidad: Baja Tensión

HOJA Nº: 03.01

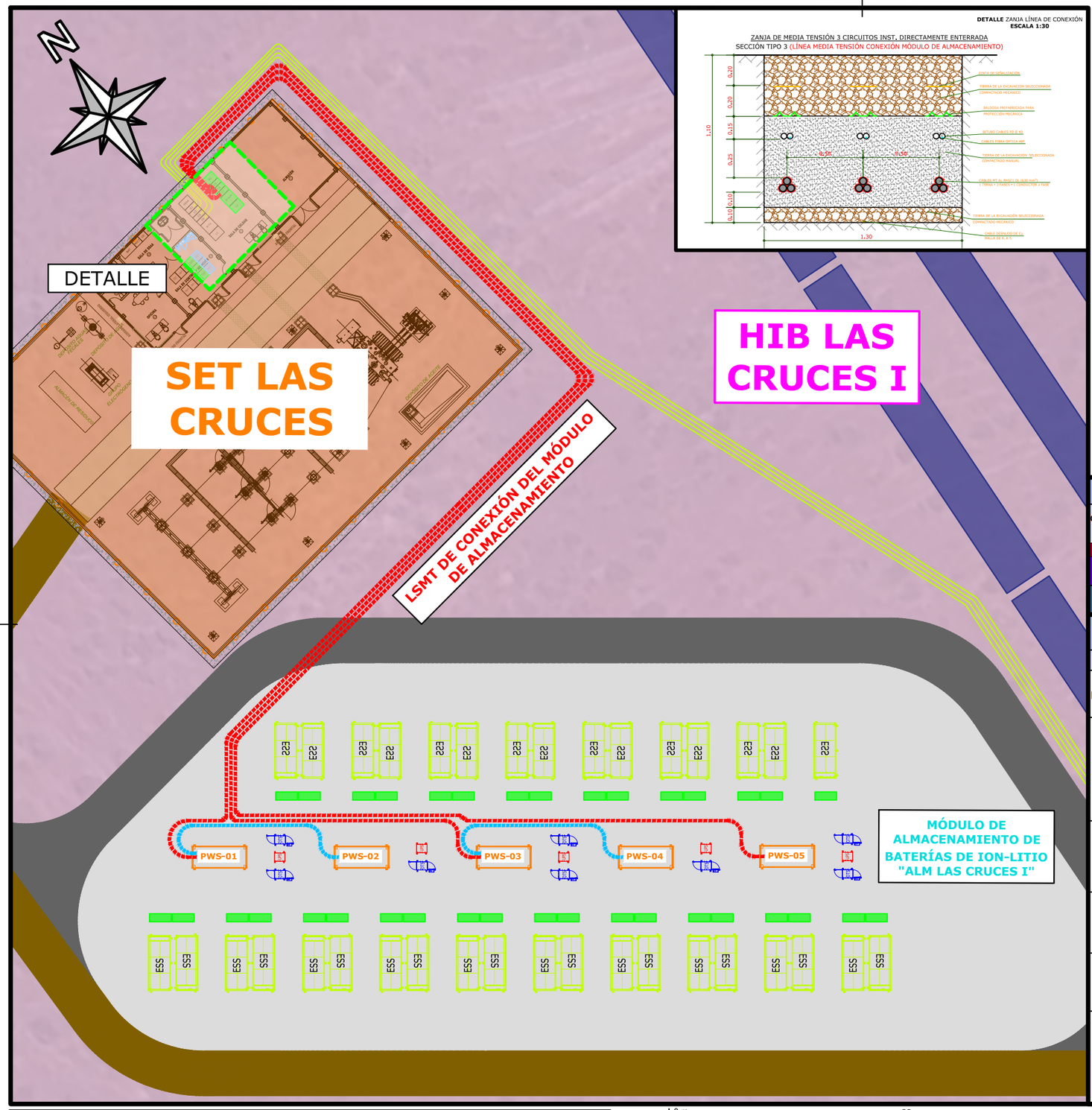
Nº PLANO: 03

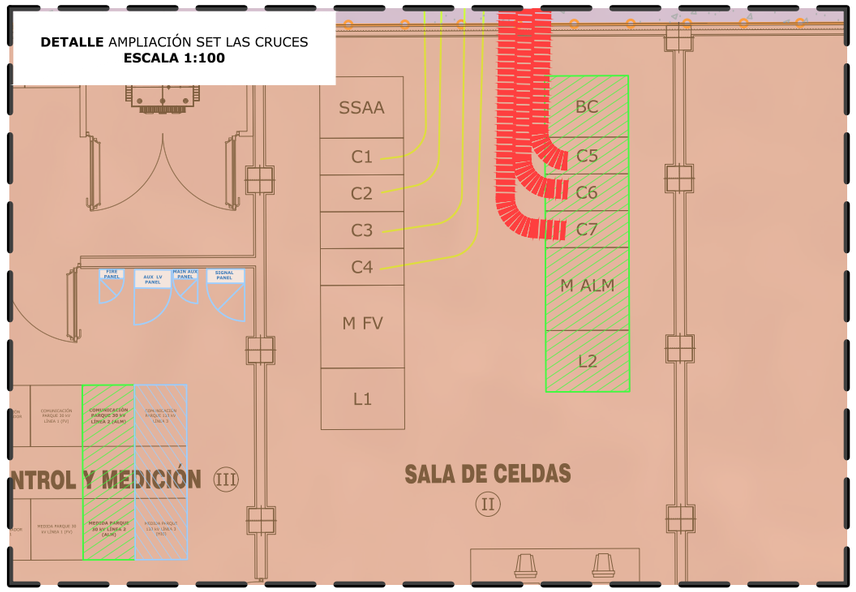
www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es





RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

CIRCUITO ID	TRAMO ID	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	CONFIG. CIRCUITO	SECCIÓN CONDUCTOR (mm²)	DESGINACIÓN CONDUCTOR (18/30 kV)	FACTOR DE CORRECCIÓN	POTENCIA TRAMO (kVA)	POTENCIA ACUMULADA (kVA)	INTENSIDAD DE CÁLCULO (A)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)
C5	PWS-05 -> SET	195,06	195,06	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	0,72	8.400	8.400	179,62	423,36
C6	PWS-04 -> PWS-03	23,42	23,42	1//3x1x240	240	AL RH5Z1 - OL	0,88	8.400	8.400	179,62	308,88
	PWS-03 -> SET	161,30	184,72	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	0,72	8.400	16.800	359,24	423,36
C7	PWS-02 -> PWS-01	23,42	23,42	1//3x1x240	240	AL RH5Z1 - OL	0,88	8.400	8.400	179,62	308,88
	PWS-01 -> SET	139,67	163,09	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	0,72	8.400	16.800	359,24	423,36

RESUMEN DE INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

INSTALACIÓN	FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	UNIDADES
Estaciones de Potencia PWS	HUAWEI	JUPITER 9000K-H0	9.000 kVA - 0,80/30 kV 2 o 3 Celdas MT (SIEMENS 8DJH36) Transformador SSAA propio 5 kVA	5	uds
Red de MT Interior en zona de equipos de almacenamiento (Zanjas)	Zanja bajo zona de trabajo de 40 cm de anchura para 1 terna de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	20	ml
	Zanja bajo zona de trabajo de 60 cm de anchura para 2 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	65	ml
Red de MT Interior en zona de equipos de almacenamiento (Conductores)	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x240 mm2	Un circuito simplex: 1//1x[3x(1x240)] mm2	141	m
	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x630 mm2	Un circuito simplex: 1//1x[3x(1x630)] mm2	362	m
Línea de MT de Conexión del Módulo de Almacenamiento (Zanjas)	Zanja de conexión con sala de celdas de subestación de 130 cm de anchura para 3 ternas de conductores en tresbolillo		Instalación subterránea con conductores directamente enterrados	128	ml
Línea de MT de Conexión del Módulo de Almacenamiento (Conductores)	TOP-CABLE	AL RH5Z1-OL 18/30 kV - 1x630 mm2	Tres circuitos simplex: 3//1x[3x(1x630)] mm2	1.156	m
Celdas de MT de la sala de celdas de la subestación.	SIEMENS	NXPLUS C 36 30(36) Kv Embarrado 2500A	Nuevo embarrado de MT: - 3 Línea E/S - 1 Medida Fiscal - 1 Protección Trafo Potencia - 1 Protección Banco Condensadores	6	uds

LEYENDA

- Superficie vallada de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Seguidores solares (Trackers) de Módulo Fotovoltaico (no se modifica)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- Subestación Eléctrica SET LAS CRUCES (se amplía un embarrado de celdas)
- Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Circuitos subterráneos de MT de Conexión del Módulo FV (no se modifican)
- Circuito de conductores de 240 mm² MT de Módulo de Almacenamiento
- Circuito de conductores de 630 mm² MT de Módulo de Almacenamiento

0 m 25 50 75 100 m

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	HOJA Nº:
1/500	A3	02	26/048	03.02
			FECHA: MAYO 2026	Nº PLANO: 03

Realización (Autor/Fecha): MSP / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Electricidad: Media Tensión

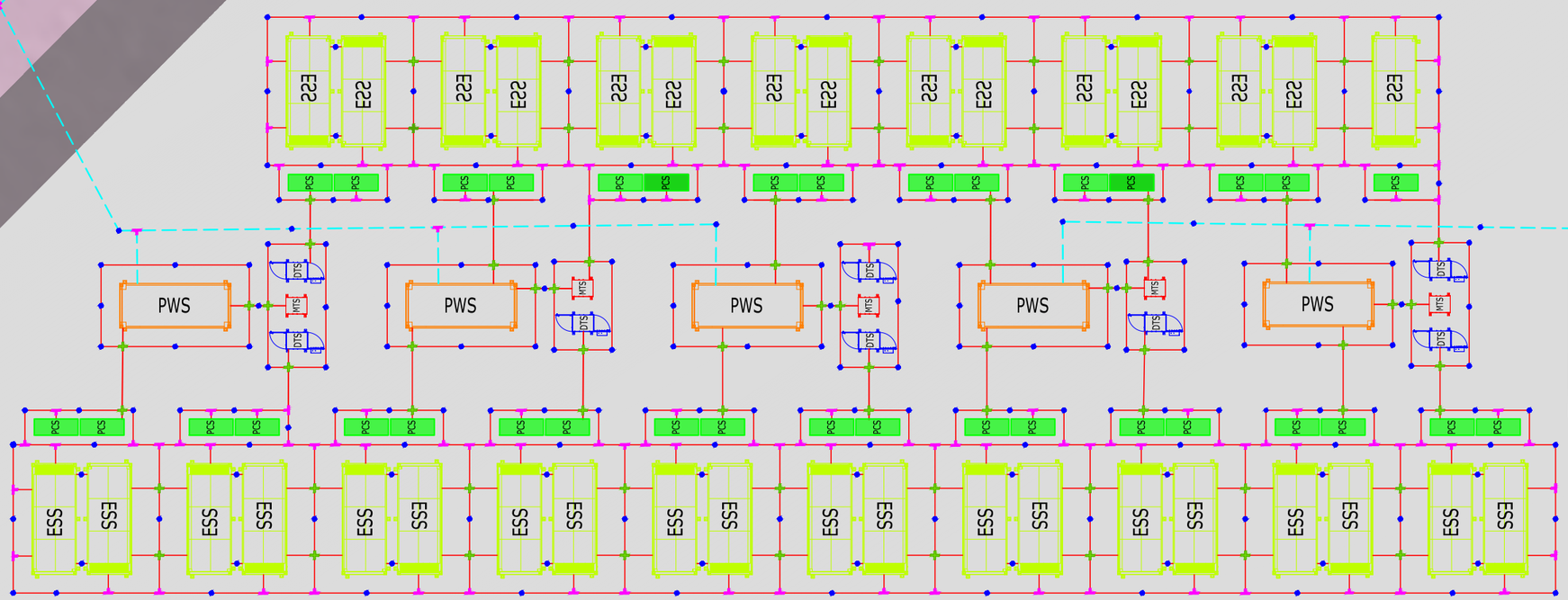
www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

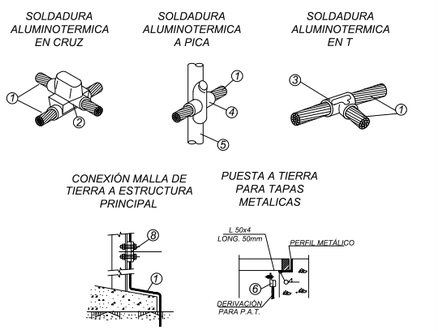
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

HIB LAS CRUCES I



MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO "ALM LAS CRUCES I"



NOTAS:

- *El conductor de la P.A.T. irá soterrado a una profundidad mínima de 0,5 m por debajo de la cota de explanación.*
- **Todos los edificios, estructuras y otras masas metálicas accesibles en la instalación, también serán conectadas al conductor de P.A.T. de la instalación.**

RED DE TIERRAS INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO		
	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1	Conductor de Cobre de 50 mm^2 (Aislado o Desnudo)	1.268,04
2	Soldadura Aluminotérmica en Cruz	75 Uds
3	Soldadura Aluminotérmica en T	140 Uds
4	Soldadura Aluminotérmica para Pica	223 Uds
5	Pica de Acero Cobradizo de Ø = 14 mm, L = 2 m	223 Uds

LEYENDA

- Superficie vallada de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie Pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- PWS — Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- ESS — Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- PCS — Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Conductor Desnudo de Cobre de Puesta a Tierra de Protección
- Conductor Aislado de Cobre de Puesta a Tierra de Servicio
- Pica de Acero Cobrizado de Puesta a Tierra
- Conexión de 3 conductores mediante Soldadura Aluminotérmica en T
- Conexión de 4 conductores mediante Soldadura Aluminotérmica en Cruz

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/300	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): MSP / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

DEFINICIÓN DEL PLANO: Electricidad: Puesta a Tierra

HOJA Nº: 03.03

Nº PLANO: 03

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

➢ PLANOS DE DETALLES DE EQUIPOS E INSTALACIONES - 04

ÍNDICE DE HOJAS

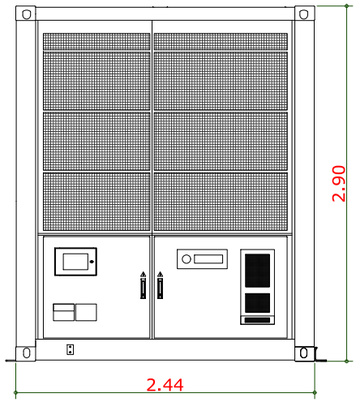
- Plano nº 04.01 – Detalles: Container de Baterías
- Plano nº 04.02 – Detalles: Skid de Centro de Transformación
- Plano nº 04.03 – Detalles: Otros Equipos
- Plano nº 04.04 – Detalles: Zanjas BT
- Plano nº 04.05 – Detalles: Zanjas MT
- Plano nº 04.06 – Detalles: Caminos

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

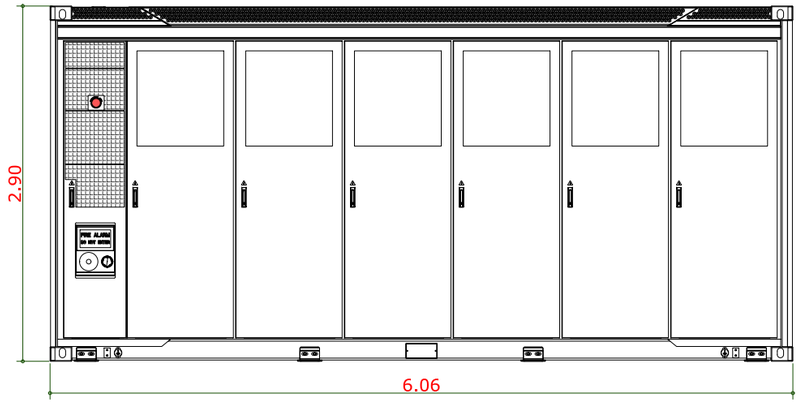
www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

CONTAINER DE RACK DE BATERÍAS LUNA 2000-5015-2S

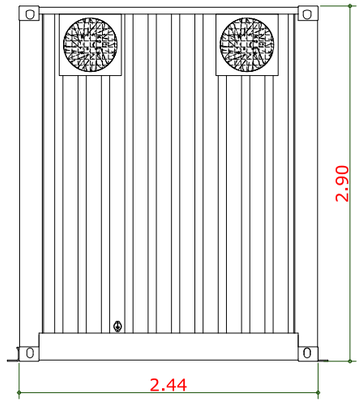
Alzado Lateral Izquierdo



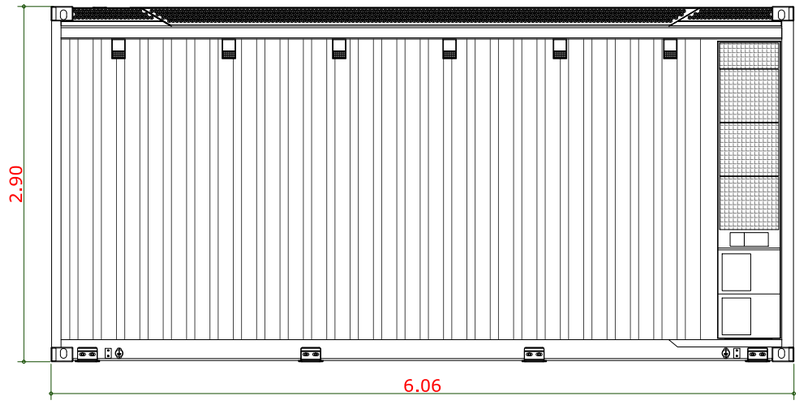
Alzado Frontal



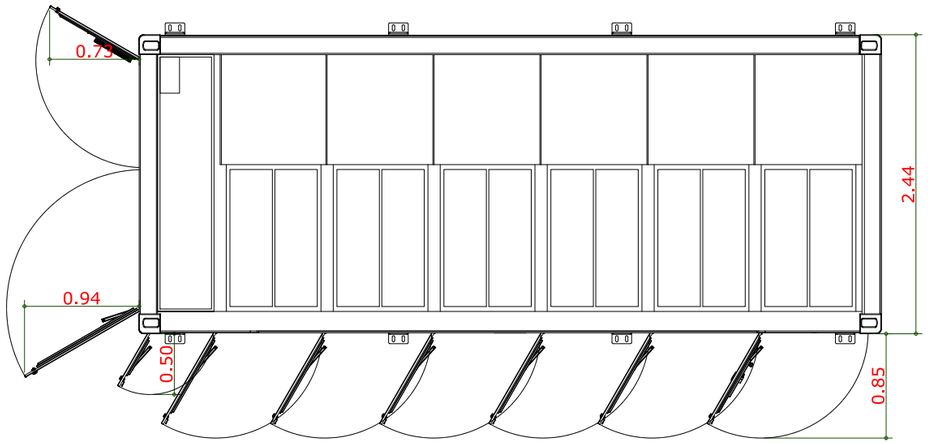
Alzado Lateral Derecho



Alzado Posterior



Vista Planta Superior (Contenedor Abierto)



Model: LUNA2000-5015-2S

Smart String Grid Forming ESS

*NOTA: COTAS EN METROS

* Se contará con un total de 35 equipos de agrupación de racks de baterías de ion-litio del fabricante HUAWEI modelo LUNA 2000-5015-2S, de 5.015 kWh de capacidad de almacenamiento bruta cada unidad, u otros de similares características técnicas.

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE: 26/048	DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:	HOJA Nº:
1/50	A3	02	FECHA: MAYO 2026	PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)	04.01
extrepronatur	Realización (Autor/Fecha): RAM / 25-05-2025	Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX		SOLICITANTE: **DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.** alter enersun	Nº PLANO: 04
	Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2025			DEFINICIÓN DEL PLANO: Container Baterías de Almacenamiento	

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

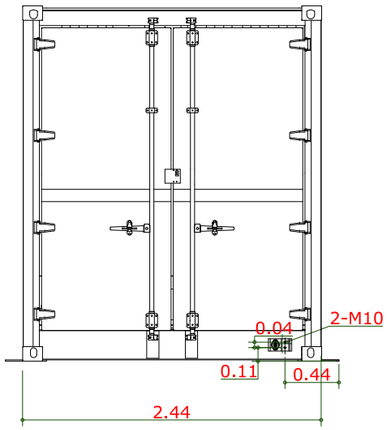
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

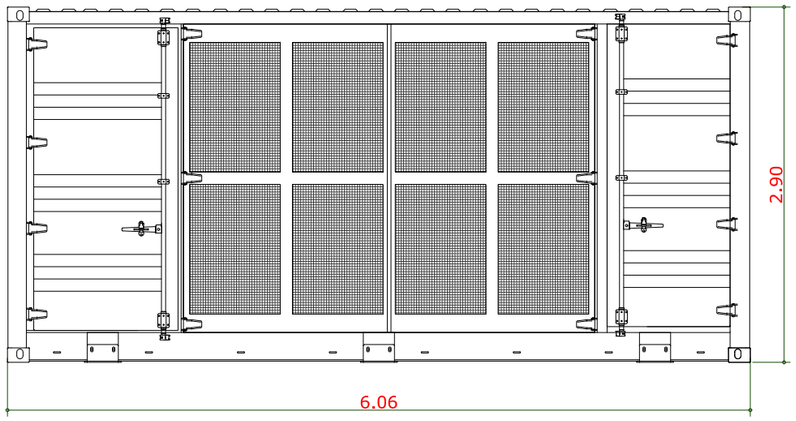
www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

CENTRO SMART DE TRANSFORMACIÓN JUPITER 9000K-H0

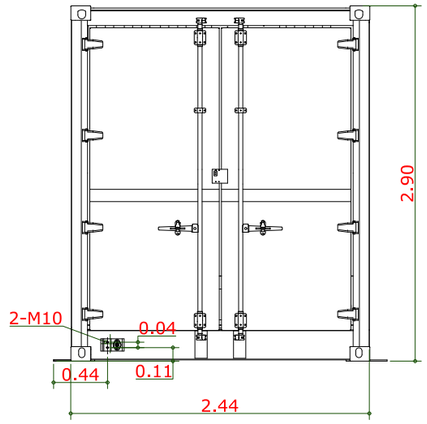
Alzado Lateral Izquierdo



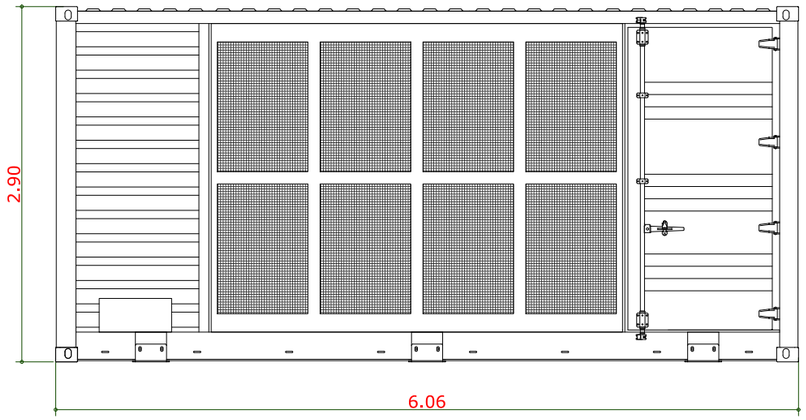
Alzado Frontal



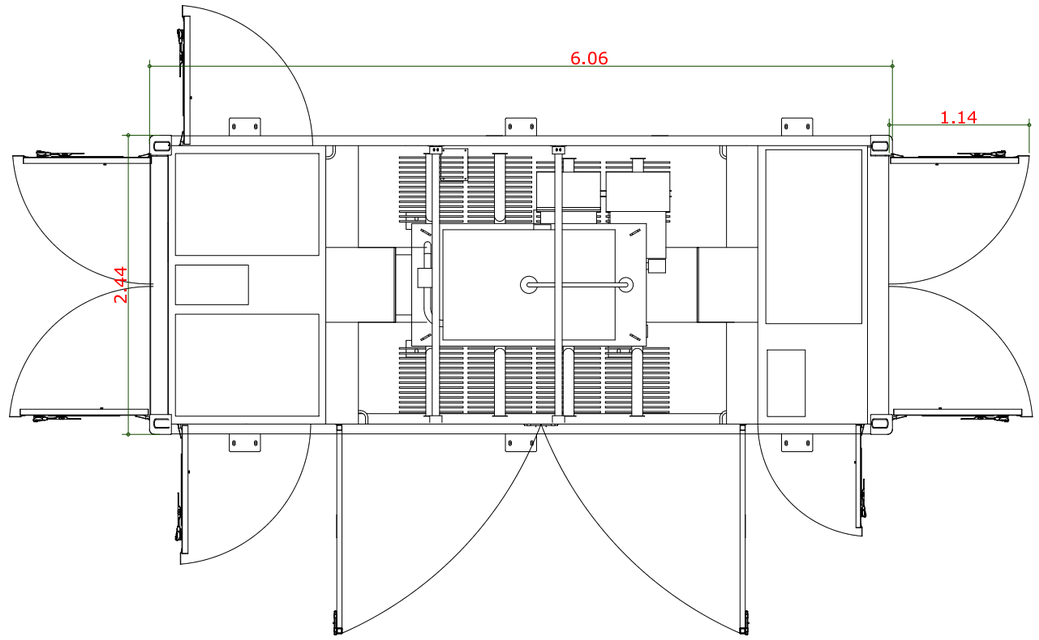
Alzado Lateral Derecho



Alzado Posterior

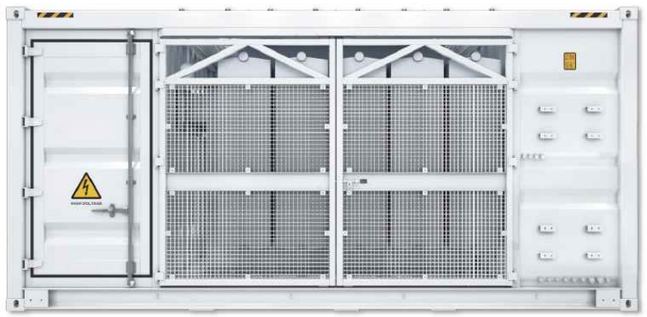


Vista Planta Superior (Skid abierto)



Model: JUPITER-9000K-H0

Smart Transformer Station



*NOTA: COTAS EN METROS

* Se contará con un total de 5 estaciones de potencia de tipo skid (centros de transformación) del fabricante HUAWEI modelo JUPITER 9000K-H0, u otros de similares características técnicas.

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE: 26/048	DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:	HOJA Nº:
1/50	A3	02	FECHA: MAYO 2026	PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)	04.02
extrepronatur	Realización (Autor/Fecha): RAM / 25-05-2025	Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX			Nº PLANO: 04
	Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2025			SOLICITANTE: DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L. — alter enersun energías renovables	DEFINICIÓN DEL PLANO: Centro de Transformación

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

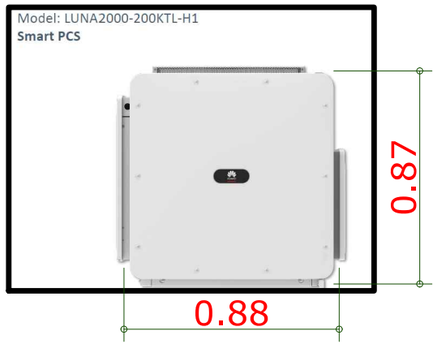
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

• queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

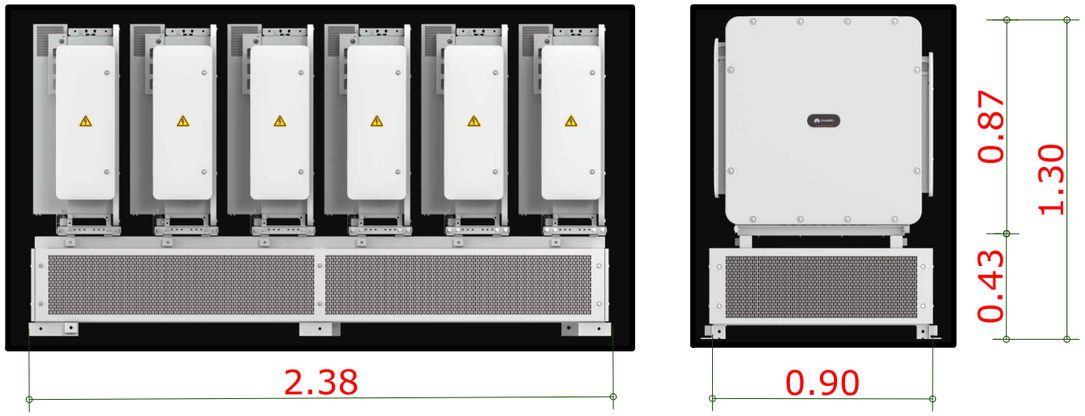
OTROS EQUIPOS DEL SISTEMA DEL ALMACENAMIENTO

INVERSOR PCS LUNA2000-200KTL-H1



Efficiency	
Max. Efficiency	99.01%
DC Side	
Rated DC Voltage	1,180 V
Max. DC Voltage	1,500 V
Operating DC Voltage Range	1,180 V ~ 1,500 V
Max. DC Current	207.6 A
Max. Number of Inputs	1
AC Side	
Rated AC Active Power	200,000 W @40°C
Rated AC Voltage	800 Vac, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	173.2 A
Adjustable Power Factor Range	-1 ... +1
Max. Total Harmonic Distortion	THD_i < 1% (Rated)
Grid Forming	Yes
Protection	
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Protection	Yes
DC Surge Protection[1]	Type II
AC Surge Protection[1]	Type II
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
Ethernet	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	875 x 820 x 365 mm
Weight	< 99 kg

BASE PARA MONTAJE DE RACK DE INVERSORES PCS 2000HA (HASTA 6 INVERSORES)



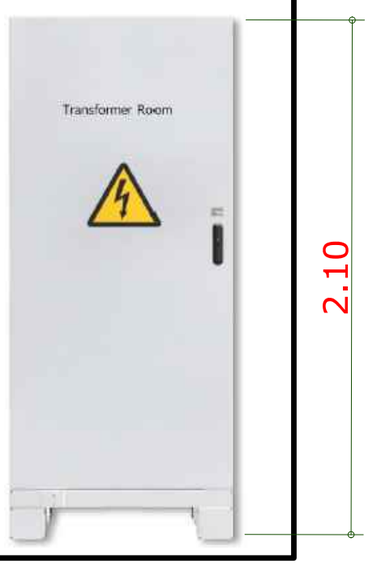
CASETA DE TRANSFORMADOR DE SSAA DTS-200K-D0

Model: DTS-200K-D0

Distribution Transformer

Electrical	
AC Power	210 kVA @ 400 Vac
Rated Input Voltage	800 Vac
Max. Input Current at Nominal Voltage	151.6 A
Rated Output Voltage	400V (3P)
Rated Frequency	50 Hz
Transformer Type	Dry Type
Transformer Cooling Type	AF
Transformer Vectoring Group	Dyn11yn11
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Winding	Al
Transformer Insulation Class	H
Transformer Impedance (at 145°C)	4% (±10%) @50Hz
Transformer No-load Loss	≤ 500 W (+15%)
Transformer Load Loss	≤ 3,044 W (+15%)

General	
Dimensions (W x H x D)	900 x 2,100 x 1,200 mm
Weight	< 1.3 t
Communication Mode	Dry Contacts



CASETA DE DISTRIBUCIÓN DE TELECOMUNICACIONES Y UPS MTS9000A

MTS9000A 1.4m Battery Cabinet

HUAWEI

Cabinet	Dimension (includes door and plinth)	815mm (W)×900mm (D)×1405mm (H)
	Base dimension	815 mm (W) × 735 mm (D) × 150 mm (H)
	Cooling mode	DC air conditioner / TEC
	Maintenance	Front operation & maintenance
	Weight	<140kg
	Panel material	Sandwich panel
	Security lock	European standard
	Protection level	IP55

RELACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO	
EQUIPOS	**UNIDADES**
Estación de potencia [PWS] (HUAWEI JUPITER 9000K-H0 o similar)	5
Container de baterías de Ion-Litio [ESS] (HUAWEI LUNA 2000-5015-2S o similar)	35
Inversor de almacenamiento [PCS] (HUAWEI LUNA 2000-200KTL-H1 o similar)	210
Base para montaje de rack de inversores [RACK] (HUAWEI LUNA PCS 2000HA o similar)	35
Caseta de transformador de SSAA [DTS] (HUAWEI DTS-200K-D0 o similar)	8
Caseta de distribución de telecomunicaciones y UPS [MTS] (HUAWEI MTS9000A o similar)	5

ESCALA: 1/25	FORMATO: A3	VERSIÓN: 02	EXPEDIENTE: 26/048
			FECHA: MAYO 2026
Realización (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026	Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026	Técnico Extropronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX	

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Otros equipos eléctricos de módulo ALM

HOJA Nº: 04.03

Nº PLANO: 04

• queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

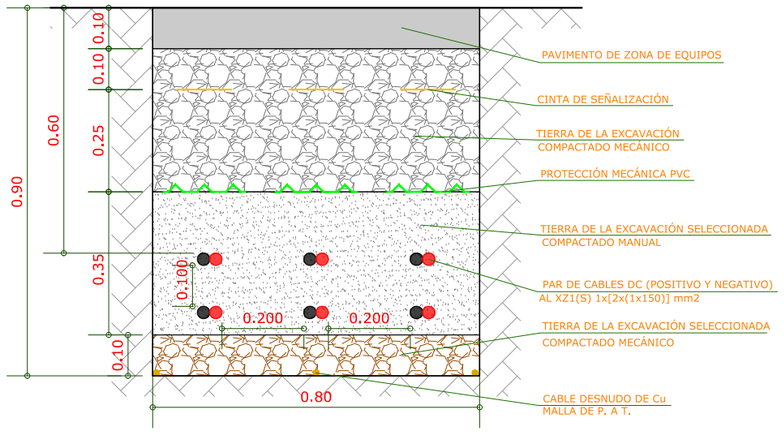
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ZANJAS DE RED INTERNA DE BAJA TENSIÓN DE EQUIPOS DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

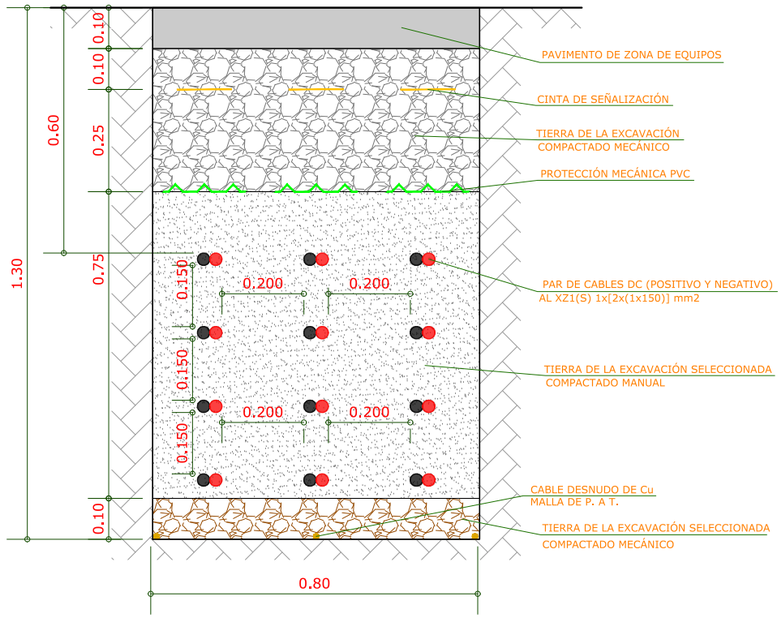
ZANJA DE BAJA TENSIÓN HASTA 6 CIRCUITOS DC INST. DIRECTAMENTE ENTERRADA

SECCIÓN TIPO 1 (RED BAJA TENSIÓN NIVEL 1 - ESS a PCS)



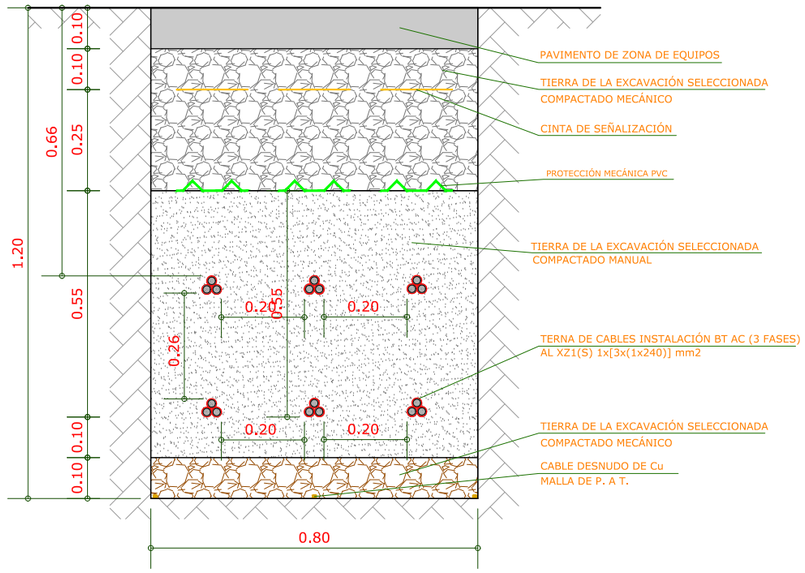
ZANJA DE BAJA TENSIÓN HASTA 12 CIRCUITOS DC INST. DIRECTAMENTE ENTERRADA

SECCIÓN TIPO 2 (RED BAJA TENSIÓN NIVEL 1 - ESS a PCS)



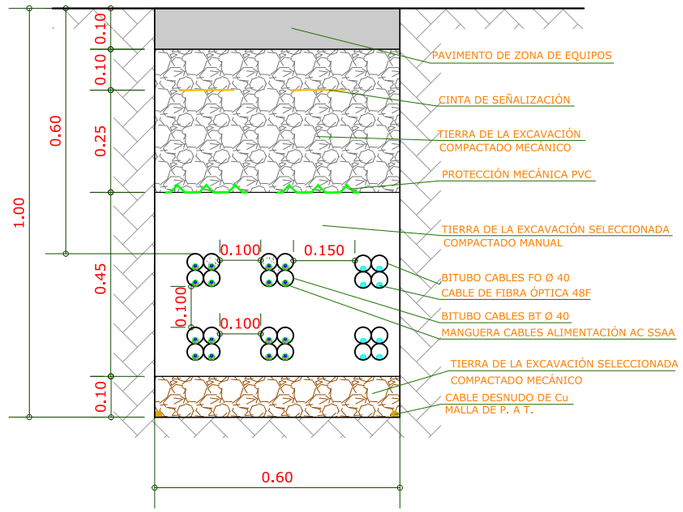
ZANJA DE BAJA TENSIÓN HASTA 6 CIRCUITOS AC INST. DIRECTAMENTE ENTERRADA

SECCIÓN TIPO 3 (RED BAJA TENSIÓN NIVEL 2 - PCS a PWS)



ZANJA DE INSTALACIÓN DE TELECOMUNICACIONES Y SERVCIOS AUXILIARES BT

SECCIÓN TIPO 4 (RED TELECOMUNICACIÓN Y SSAA INTERIOR PLANTA DE ALMACENAMIENTO)



NOTAS ADICIONALES SOBRE EL DISEÑO:

1. La Profundidad mínima hasta la parte inferior de los conductores será de 0,6 m en instalación directamente enterrada.
2. La distancia mínima entre 2 circuitos de BT será de 10 cm.
3. La distancia mínima entre el cable de comunicación y los circuitos de BT será de 15 cm.
4. En BT AC, y todos los circuitos de alimentación, se instalará un solo circuito por tubo.
5. El diámetro mínimo de los tubos vendrá definido según la ITC-BT-21.
6. El conductor estará separado una distancia mínima de 5 cm del borde de la zanja para permitir el urvado de los conductores, y como mínimo se tenderá una capa de 10 cm de tierra sobre la parte superior del cable.
7. En caso de cruzamiento con caminos interiores, la profundidad mínima de los conductores de BT será de 80 cm.

*NOTA: COTAS EN METROS

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/15	A3	01	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

DEFINICIÓN DEL PLANO: Zanjas de Circuitos de Baja Tensión FV

HOJA Nº: 04.04

Nº PLANO: 04

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

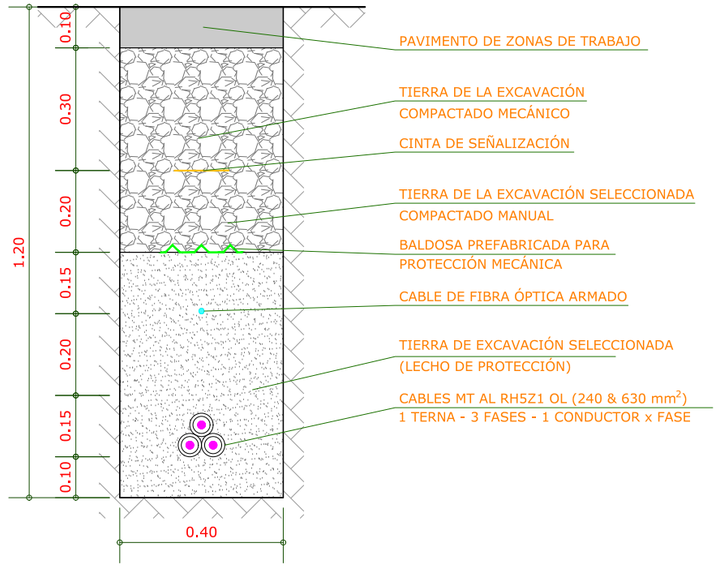
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ZANJAS DE REDES DE MEDIA TENSIÓN INTERNA Y DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

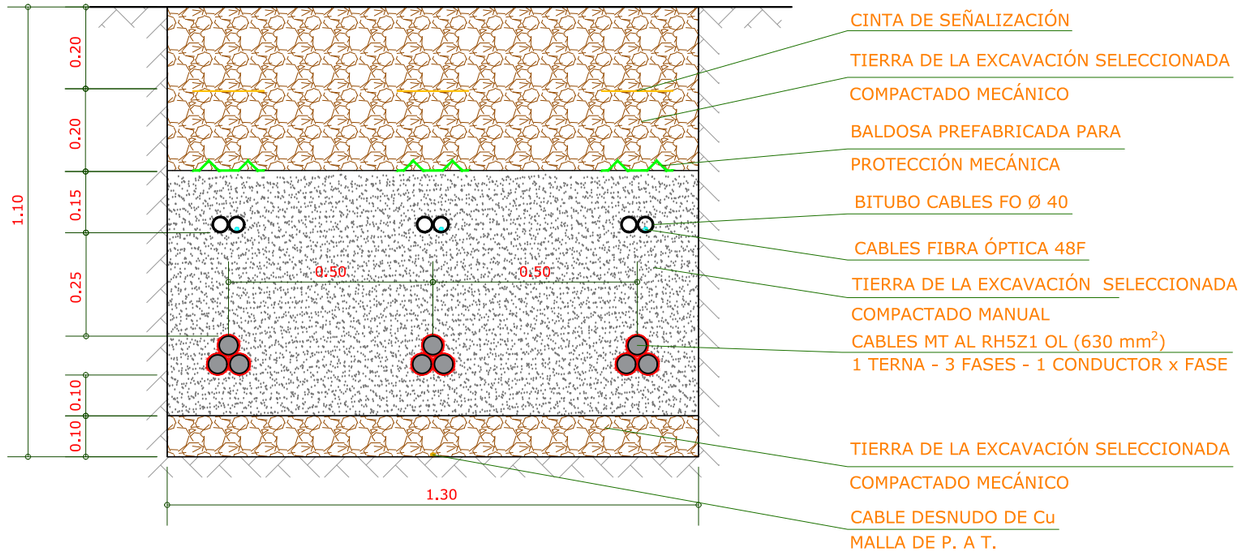
ZANJA DE MEDIA TENSIÓN 1 CIRCUITO INST. DIRECTAMENTE ENTERRADA

SECCIÓN TIPO 1 (RED MEDIA TENSIÓN INTERIOR ZONA DE ALMACENAMIENTO)



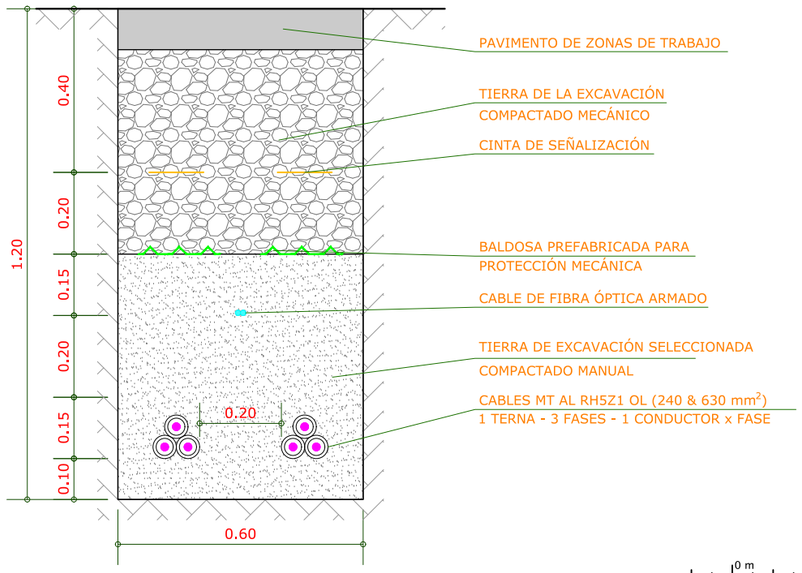
ZANJA DE MEDIA TENSIÓN 3 CIRCUITOS INST. DIRECTAMENTE ENTERRADA

SECCIÓN TIPO 3 (LÍNEA MEDIA TENSIÓN CONEXIÓN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO)



ZANJA DE MEDIA TENSIÓN 2 CIRCUITOS INST. DIRECTAMENTE ENTERRADA

SECCIÓN TIPO 2 (RED MEDIA TENSIÓN INTERIOR ZONA DE ALMACENAMIENTO)



NOTAS ADICIONALES SOBRE EL DISEÑO:

1. La profundidad mínima para la instalación de cables de alta tensión es de 100 cm.
2. Se deberá respetar siempre una distancia de 30 cm entre los cables de señal y los cables de distribución de potencia.
3. El conductor de puesta a tierra podrá instalarse en su zanja específica "40x60 cm" o junto con los cables de distribución de potencia.
4. En cualquier situación en la que el conductor de puesta a tierra se instale en una sección típica de zanja o sección transversal, la profundidad de dicha zanja se incrementará en 10 cm, ubicando el conductor de puesta a tierra en el punto más bajo junto con el material producto de la excavación.
5. Los restos de excavación deben ser filtrados y **NO** deben contener rocas, material rocoso ni elementos cortantes. De lo contrario, se deberá utilizar arena o estrato limpio filtrado. El árido, o una fracción del mismo, debe pasar a través de un tamiz con una abertura de malla de 4 mm.
6. El fondo de cada zanja para cables debe ser plano y no debe presentar salientes cortantes.
7. Cuando se utilicen más de una placa de hormigón prefabricada reforzada de 50 mm, estas deben colocarse una al lado de la otra y sin dejar espacios entre ellas. La superficie texturizada o con marcas debe colocarse hacia arriba. El mismo principio se aplica a la red de señalización.
8. El relleno debe ejecutarse en capas que no superen los 30 cm de espesor. Se considerarán medios mecánicos para fines de compactación.
9. En las zanjas que contengan cables de MT y CC, se deben instalar amarres (tire-ups) cada 4 metros. Estos elementos son necesarios para mantener unidos las ternas de cables y asegurar la separación entre los distintos grupos de cables.

*NOTA: COTAS EN METROS

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/15	A3	01	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

DEFINICIÓN DEL PLANO: Zanjas de Circuitos de Baja Tensión FV

HOJA Nº: 04.05

Nº PLANO: 04

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

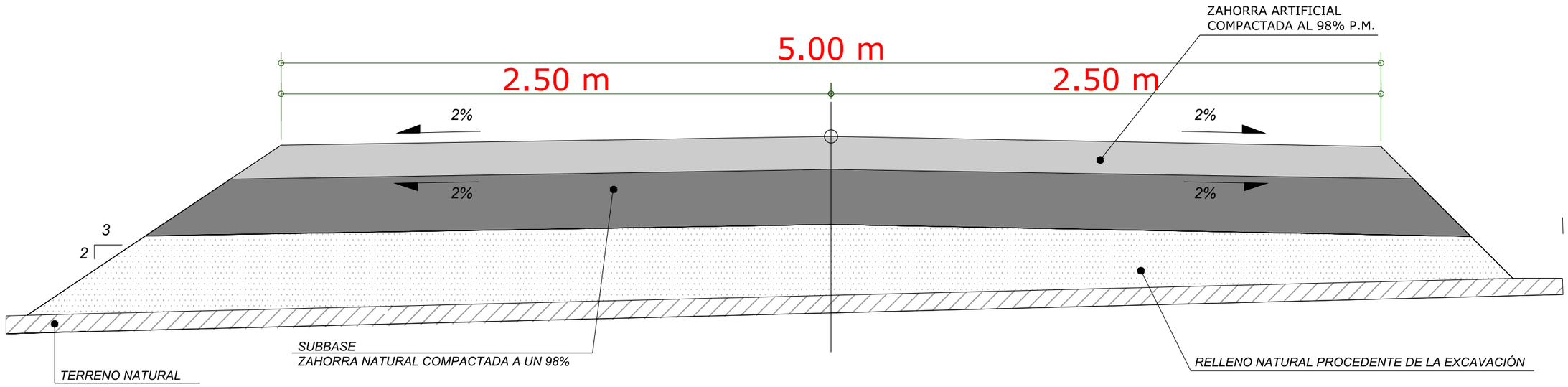
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

CAMINO PERIMETRAL PARA MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO DE CAMINO PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



*NOTA: COTAS EN METROS

* Para la ejecución del firme se realizará un despalme en el terreno con una profundidad de 10-20 cm.
* Los materiales empleados deben cumplir con los requisitos mínimos expuestos en las tablas indicadas en este plano.
* En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2) será menor que los dos tercios (<2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm (norma UNE-EN 933-2).
* Para todo camino interno y de acceso del proyecto la pendiente transversal (bombeo) será de 2%.

0 m | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 m

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/20	A3	01	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 25-05-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Camino Perimetral

HOJA Nº: 04.06

Nº PLANO: 04

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

➢ PLANOS DE ESQUEMAS UNIFILARES - 05

ÍNDICE DE HOJAS

- Plano nº 05.01 – Esquema Unifilar: Baja Tensión I
- Plano nº 05.02 – Esquema Unifilar: Baja Tensión II
- Plano nº 05.03 – Esquema Unifilar: Media Tensión
- Plano nº 05.04 – Esquema General: Alta Tensión - Nudo
- Plano nº 05.05 – Esquema General: Alta Tensión – Subestación
- Plano nº 05.06 – Esquema Unifilar Básico
- Plano nº 05.07 – Esquema de Protección y Control

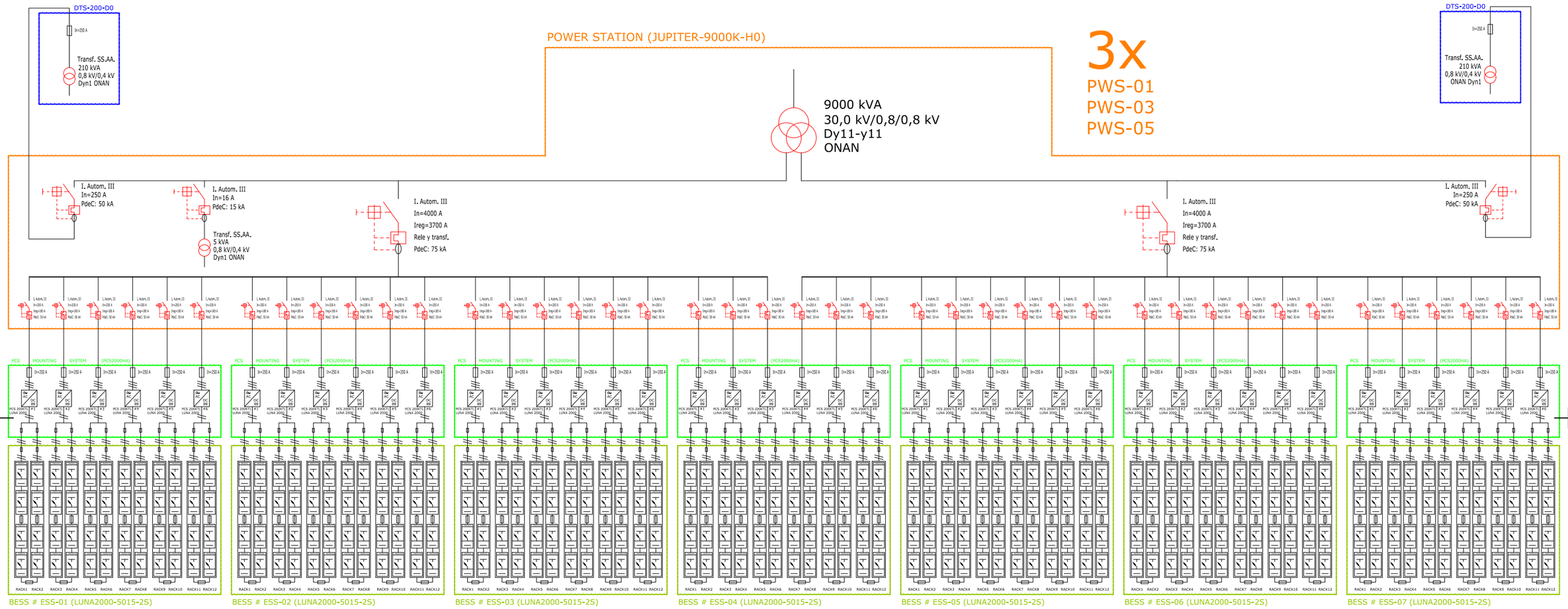
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ESQUEMA UNIFILAR
INSTALACIÓN ELÉCTRICA **BAJA TENSIÓN AC/DC**
(Sistema de ALMACENAMIENTO de Energía en Baterías de Ion-Litio)

ESQUEMA UNIFILAR PLANTA DE ALMACENAMIENTO

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINUA (CONEXIÓN RACKS DE BATERÍAS A PCS)
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (CONEXIÓN PCS A ESTACIONES DE POTENCIA)
3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (RED MT DE CONEXIÓN ENTRE PWS Y SUBESTACIÓN)



ELECTRIC GROUP / MT CIRCUIT	ENERGY STORAGE SYSTEM (ESS) [LUNA 2000-5015-2S]	ESS NOMINAL CAPACITY (kWh)	# INVERTERS LUNA 200KTL-H0	ESS ACTIVE POWER (kVA)	POWER STATION [JUPITER 9000K-H0]	PWS ACTIVE POWER (kVA)	PWS TRANSF. MAX. POWER (kVA)	SSAA TRANSF. POWER (kVA)
01 / C7	ESS-01.01	5.015	6	1.200	PWS-01	8.400	9.000	425
	ESS-01.02	5.015	6	1.200				
	ESS-01.03	5.015	6	1.200				
	ESS-01.04	5.015	6	1.200				
	ESS-01.05	5.015	6	1.200				
	ESS-01.06	5.015	6	1.200				
	ESS-01.07	5.015	6	1.200				
03 / C6	ESS-03.01	5.015	6	1.200	PWS-03	8.400	9.000	425
	ESS-03.02	5.015	6	1.200				
	ESS-03.03	5.015	6	1.200				
	ESS-03.04	5.015	6	1.200				
	ESS-03.05	5.015	6	1.200				
	ESS-03.06	5.015	6	1.200				
	ESS-03.07	5.015	6	1.200				
05 / C5	ESS-05.01	5.015	6	1.200	PWS-05	8.400	9.000	425
	ESS-05.02	5.015	6	1.200				
	ESS-05.03	5.015	6	1.200				
	ESS-05.04	5.015	6	1.200				
	ESS-05.05	5.015	6	1.200				
	ESS-05.06	5.015	6	1.200				
	ESS-05.07	5.015	6	1.200				

SIMBOLOGÍA

Fusible	Seccionador	Descargador Sobretensiones p.a.t.	Interruptor de Corte en Carga	Rack de baterías de Ion-Litio	Inversor de Corriente Eléctrica	Transformador de Voltaje Eléctrico 3 Devanados	Transformador de Voltaje Eléctrico 2 Devanados

* El sistema de almacenamiento está diseñado mediante una configuración específica que asegura **al menos 4 horas de funcionamiento continuo** en su conjunto global y en cada agrupación de 1 estación de potencia y sus 7 containers de baterías asociados. Se tienen 5 agrupaciones de las mencionadas en total.

* La previsión de potencia de los transformadores de servicios auxiliares está dimensionada según los siguientes consumos máximos específicos de cada equipo:

- 45 kW para cada container de baterías alimentados desde los transformadores de las casetas de distribución (DTS) más cercanos, no necesariamente de los derivados desde su misma agrupación.
- 5 kW para cada estación de potencia alimentados desde su propio transformador ubicado en el interior del propio equipo.

Por tanto, la previsión de potencia de todos los transformadores de servicios auxiliares será de 1.600 kVA en total para la configuración diseñada de equipos de almacenamiento.

* Además, cada agrupación contará con un sistema de respaldo UPS, de 2 kVA y 2,4 kWh, única y específicamente para la alimentación de las cargas críticas.

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
N/D	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

HOJA Nº: 05.01

Nº PLANO: 05

extrepronatur

Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

alter enersun — energías renovables

DEFINICIÓN DEL PLANO: Esquema Unifilar Baja Tensión I_

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

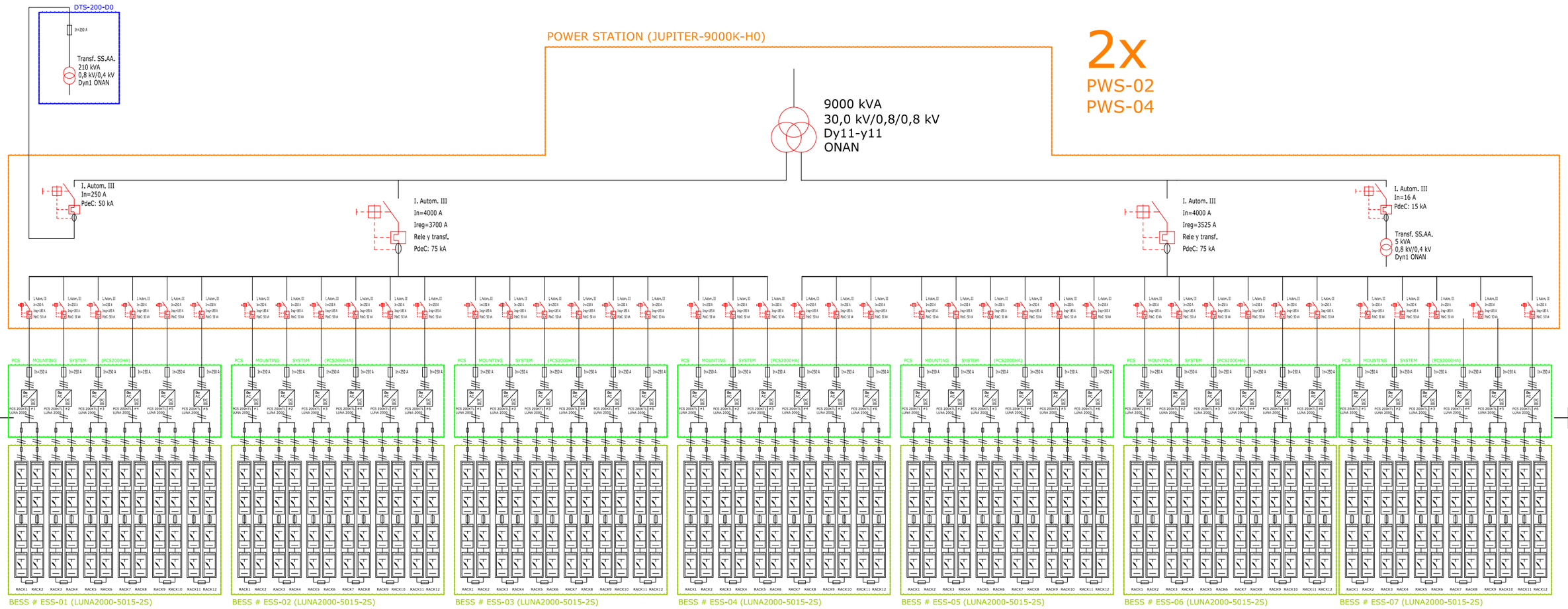
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ESQUEMA UNIFILAR
INSTALACIÓN ELÉCTRICA **BAJA TENSIÓN AC/DC**
(Sistema de ALMACENAMIENTO de Energía en Baterías de Ion-Litio)

ESQUEMA UNIFILAR PLANTA DE ALMACENAMIENTO

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINUA (CONEXIÓN RACKS DE BATERÍAS A PCS)
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (CONEXIÓN PCS A ESTACIONES DE POTENCIA)
3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (RED MT DE CONEXIÓN ENTRE PWS Y SUBESTACIÓN)



ELECTRIC GROUP / MT CIRCUIT	ENERGY STORAGE SYSTEM (ESS) [LUNA 2000-5015-2S]	ESS NOMINAL CAPACITY (kWh)	# INVERTERS LUNA 200KTL-H0	ESS ACTIVE POWER (kVA)	POWER STATION [JUPITER 9000K-H0]	PWS ACTIVE POWER (kVA)	PWS TRANSF. MAX. POWER (kVA)	SSAA TRANSF. POWER (kVA)
02 / C7	ESS-02.01	5.015	6	1.200	PWS-02	8.400	9.000	215
	ESS-02.02	5.015	6	1.200				
	ESS-02.03	5.015	6	1.200				
	ESS-02.04	5.015	6	1.200				
	ESS-02.05	5.015	6	1.200				
	ESS-02.06	5.015	6	1.200				
	ESS-02.07	5.015	6	1.200				
04 / C6	ESS-04.01	5.015	6	1.200	PWS-04	8.400	9.000	215
	ESS-04.02	5.015	6	1.200				
	ESS-04.03	5.015	6	1.200				
	ESS-04.04	5.015	6	1.200				
	ESS-04.05	5.015	6	1.200				
	ESS-04.06	5.015	6	1.200				
	ESS-04.07	5.015	6	1.200				

SIMBOLOGÍA

Fusible	Seccionador	Descargador Sobretensiones p.a.t.	Interruptor de Corte en Carga	Rack de baterías de Ion-Litio	Inversor de Corriente Eléctrica	Transformador de Voltaje Eléctrico 3 Devanados	Transformador de Voltaje Eléctrico 2 Devanados

* El sistema de almacenamiento está diseñado mediante una configuración específica que asegura **al menos 4 horas de funcionamiento continuo** en su conjunto global y en cada agrupación de 1 estación de potencia y sus 7 containers de baterías asociados. Se tienen 5 agrupaciones de las mencionadas en total.

* La previsión de potencia de los transformadores de servicios auxiliares está dimensionada según los siguientes consumos máximos específicos de cada equipo:

- 45 kW para cada container de baterías alimentados desde los transformadores de las casetas de distribución (DTS) más cercanos, no necesariamente de los derivados desde su misma agrupación.
- 5 kW para cada estación de potencia alimentados desde su propio transformador ubicado en el interior del propio equipo.

Por tanto, la previsión de potencia de todos los transformadores de servicios auxiliares será de 1.600 kVA en total para la configuración diseñada de equipos de almacenamiento.

* Además, cada agrupación contará con un sistema de respaldo UPS, de 2 kVA y 2,4 kWh, única y específicamente para la alimentación de las cargas críticas.

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:	HOJA Nº:
N/D	A3	02	26/048	**PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)**	05.02
			FECHA: MAYO 2026		Nº PLANO:
extrepronatur	Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026	Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX		SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.*** alter enersun energías renovables	DEFINICIÓN DEL PLANO: Esquema Unifilar Baja Tensión II_	05
	Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026				

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

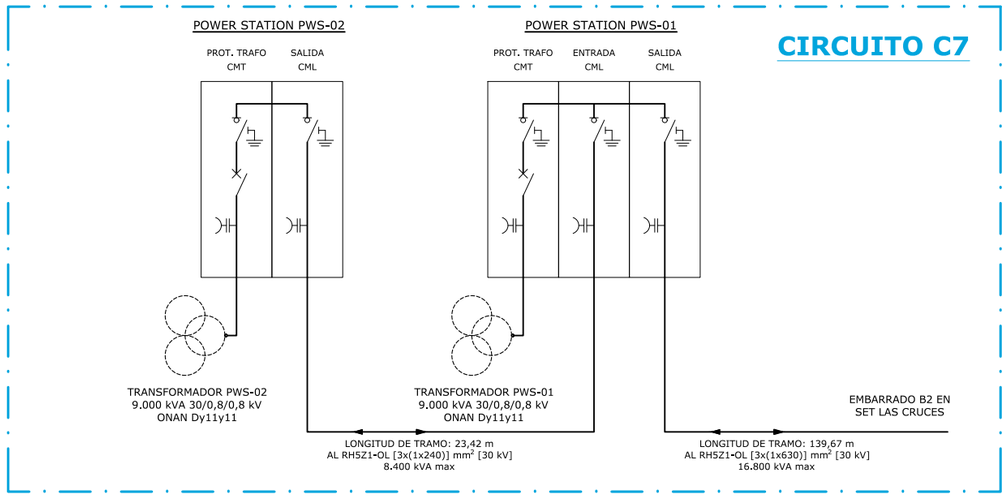
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

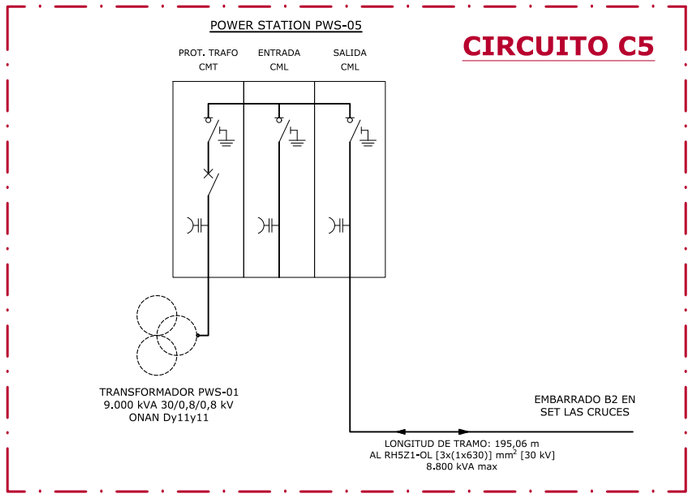
www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

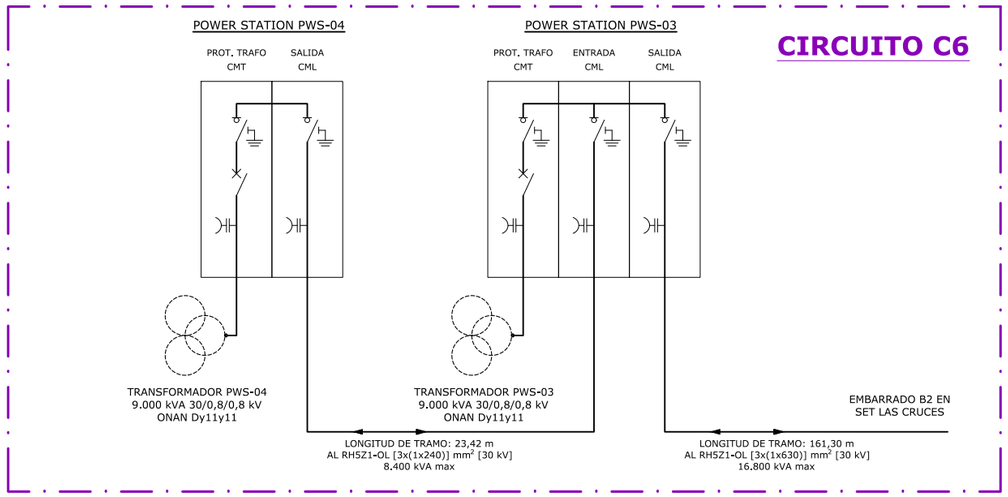
ESQUEMA UNIFILAR
INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN AC
(Sistema de ALMACENAMIENTO de Energía en Baterías de Ion-Litio)

ESQUEMA UNIFILAR PLANTA DE ALMACENAMIENTO

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINUA (CONEXIÓN RACKS DE BATERÍAS A PCS)
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (CONEXIÓN PCS A ESTACIONES DE POTENCIA)
3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (RED MT DE CONEXIÓN ENTRE PWS Y SUBESTACIÓN)







RESUMEN DE CÁLCULOS DE INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

CIRCUITO ID	TRAMO ID	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	CONFIG. CIRCUITO	SECCIÓN CONDUCTOR (mm²)	DESGINACIÓN CONDUCTOR (18/30 kV)	FACTOR DE CORRECCIÓN	POTENCIA TRAMO (kVA)	POTENCIA ACUMULADA (kVA)	INTENSIDAD DE CÁLCULO (A)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)
C5	PWS-05 ->SET	195,06	195,06	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	0,72	8.400	8.400	179,62	423,36
C6	PWS-04 ->PWS-03	23,42	23,42	1//3x1x240	240	AL RH5Z1 - OL	0,88	8.400	8.400	179,62	308,88
	PWS-03 ->SET	161,30	184,72	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	0,72	8.400	16.800	359,24	423,36
C7	PWS-02 ->PWS-01	23,42	23,42	1//3x1x240	240	AL RH5Z1 - OL	0,88	8.400	8.400	179,62	308,88
	PWS-01 ->SET	139,67	163,09	1//3x1x630	630	AL RH5Z1 - OL	0,72	8.400	16.800	359,24	423,36

SIMBOLOGÍA

Interruptor Automático (Disyuntor)	Indicador Capacitivo de Tensión	Interruptor-Seccionador con Puesta a Tierra	Seccionador con Puesta a Tierra	Fusible	Transformador de Voltaje Eléctrico 3 Devanados

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	
N/D	A3	01	FECHA:	26/048 MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extropronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.***

DEFINICIÓN DEL PLANO: Esquema Unifilar Media Tensión_

HOJA Nº: 05.03

Nº PLANO: 05

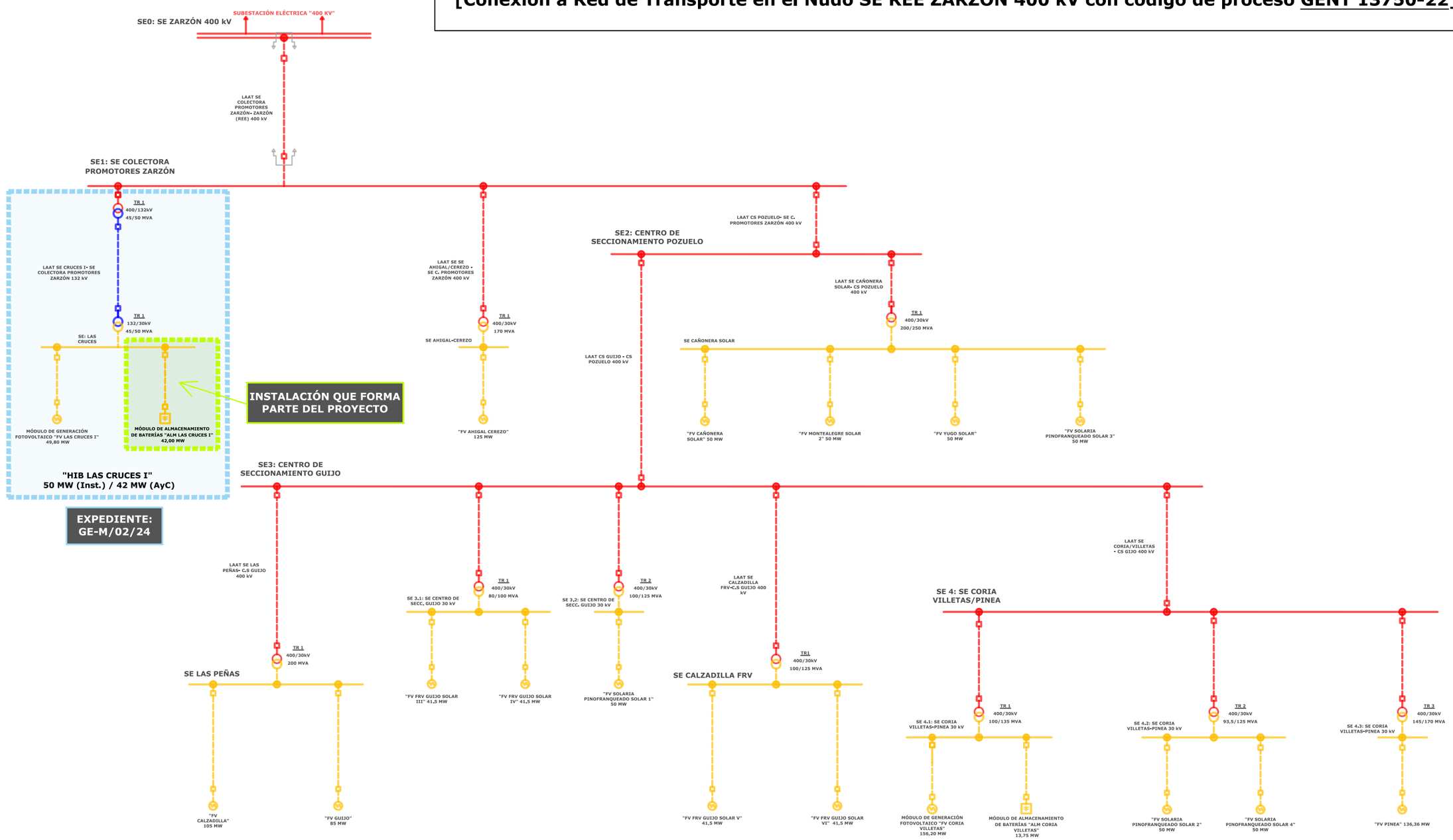
www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

• queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN "HIB LAS CRUCES I"
[Conexión a Red de Transporte en el Nudo SE REE ZARZÓN 400 kV con código de proceso GENT 13750-22]



NIVELES DE TENSIÓN				
< 45 kV	66-45 kV	132-110 kV	220 kV	400 kV

SIMBOLOGÍA						
Barras Subestación	Instalación de Enlace con la Red de Transporte	Sistema de Almacenamiento en Baterías	Generador Fotovoltaico	Interruptor	Línea de Conexión	Transformador de Conexión

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
N/D	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Esquema General Alta Tensión Nudo_

HOJA Nº: 05.04

Nº PLANO: 05

www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

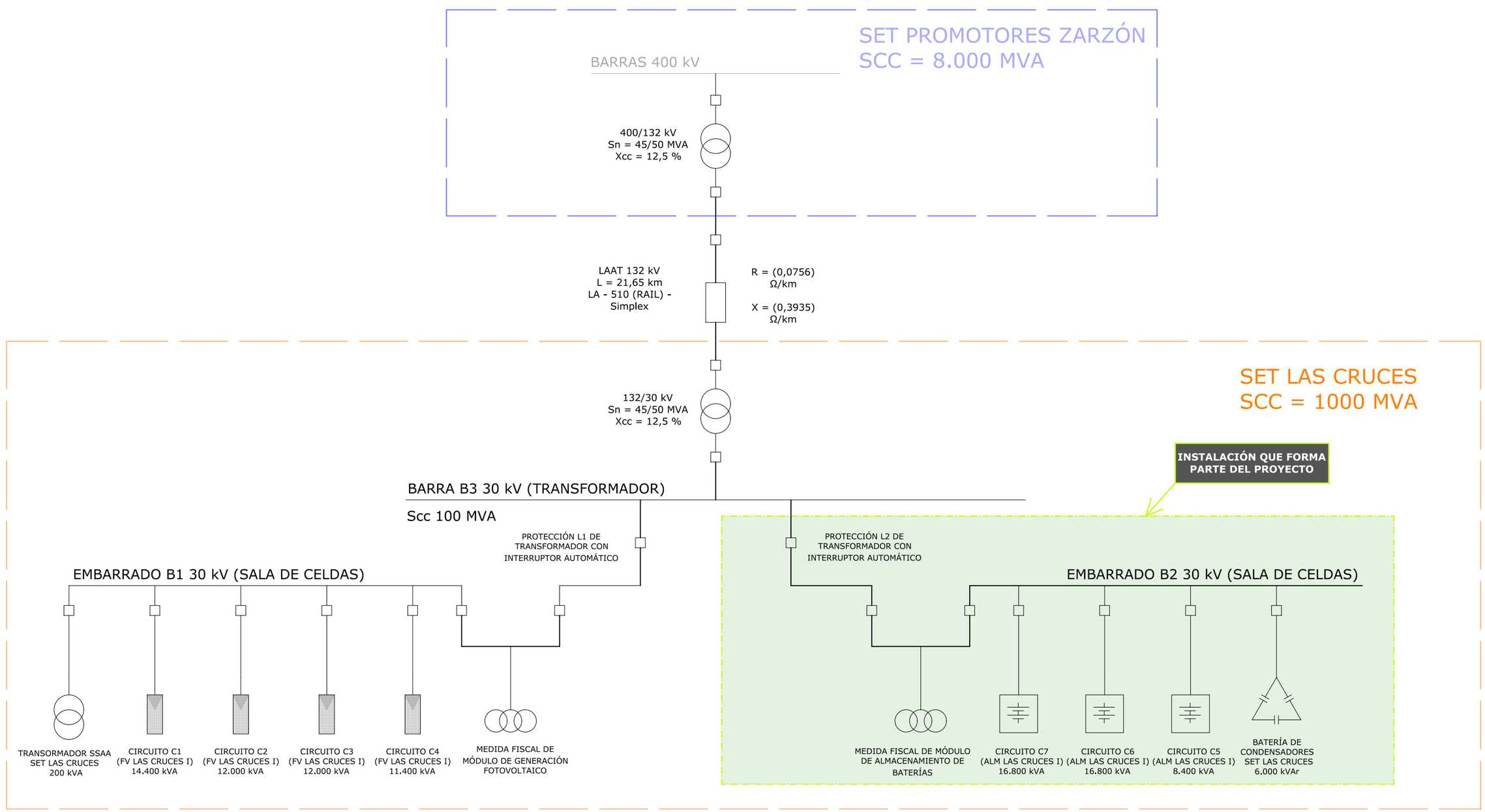
• queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ESQUEMA GENERAL DE ALTA TENSIÓN

INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL "SET LAS CRUCES"



ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE: 26/048	DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:	HOJA Nº:
N/D	A3	01	FECHA: MAYO 2026	**PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)**	05.05
extrepronatur	Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026	Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX		SOLICITANTE: ***DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.*** alter enersun energías renovables	Nº PLANO: 05
	Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026	PEDRO LÓPEZ RODRÍGUEZ Ingeniero Industrial		DEFINICIÓN DEL PLANO: Esquema General Alta Tensión Subestación_	

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

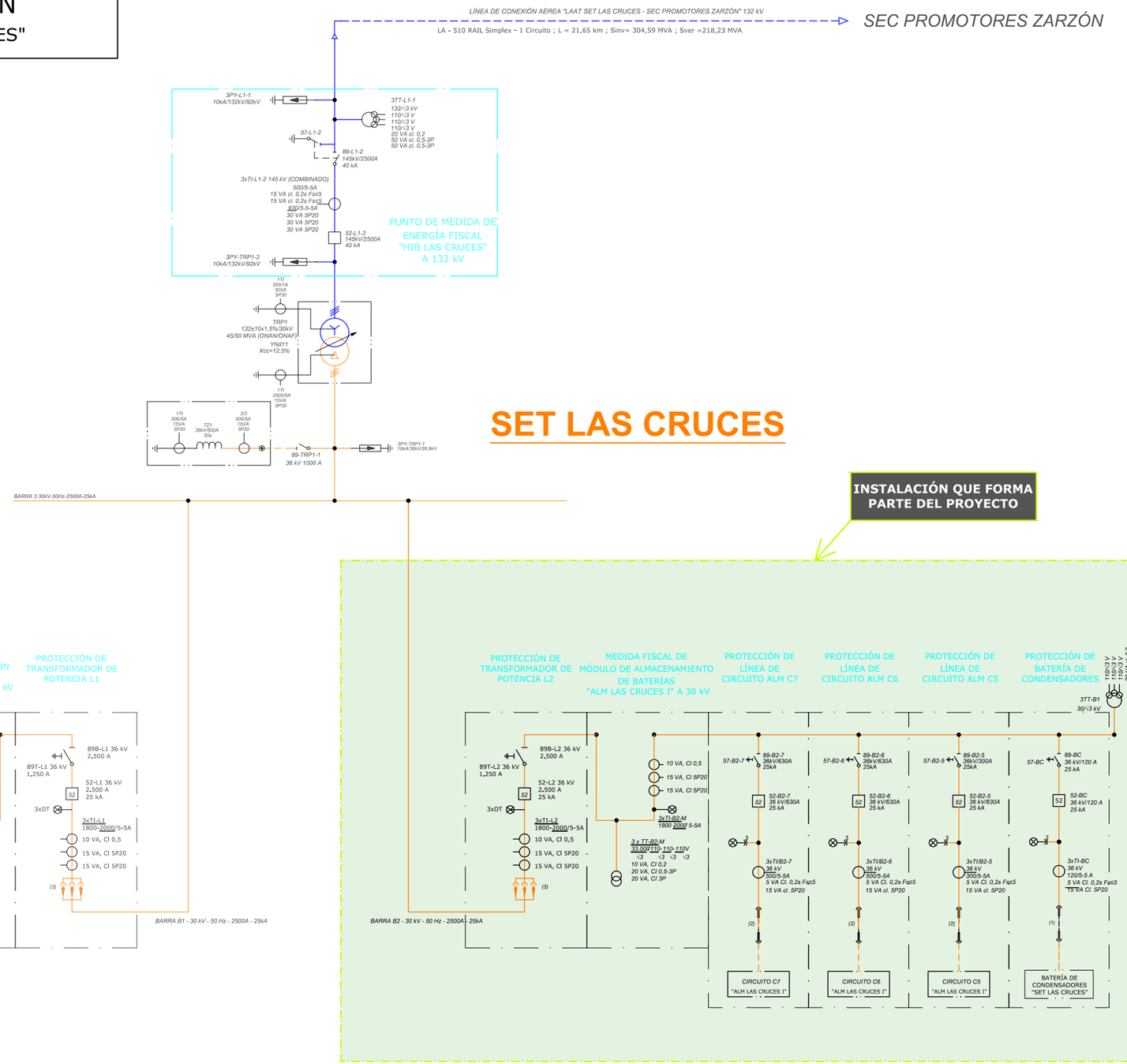
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ESQUEMA UNIFILAR ALTA TENSIÓN

DIAGRAMA UNIFILAR BÁSICO DE "SET LAS CRUCES"



NIVEL DE TENSIÓN 132 kV

NIVEL DE TENSIÓN 30 kV

(1) RH5Z1-OL 18/30 kV 1x[3x(1x95)] mm² AL
(2) RH5Z1-OL 18/30 kV 1x[3x(1x630)] mm² AL
(3) RH5Z1-OL 18/30 kV 3x[3x(1x630)] mm² AL

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
N/D	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Esquema Unifilar Básico Alta Tensión_

HOJA Nº: 05.06

Nº PLANO: 05

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

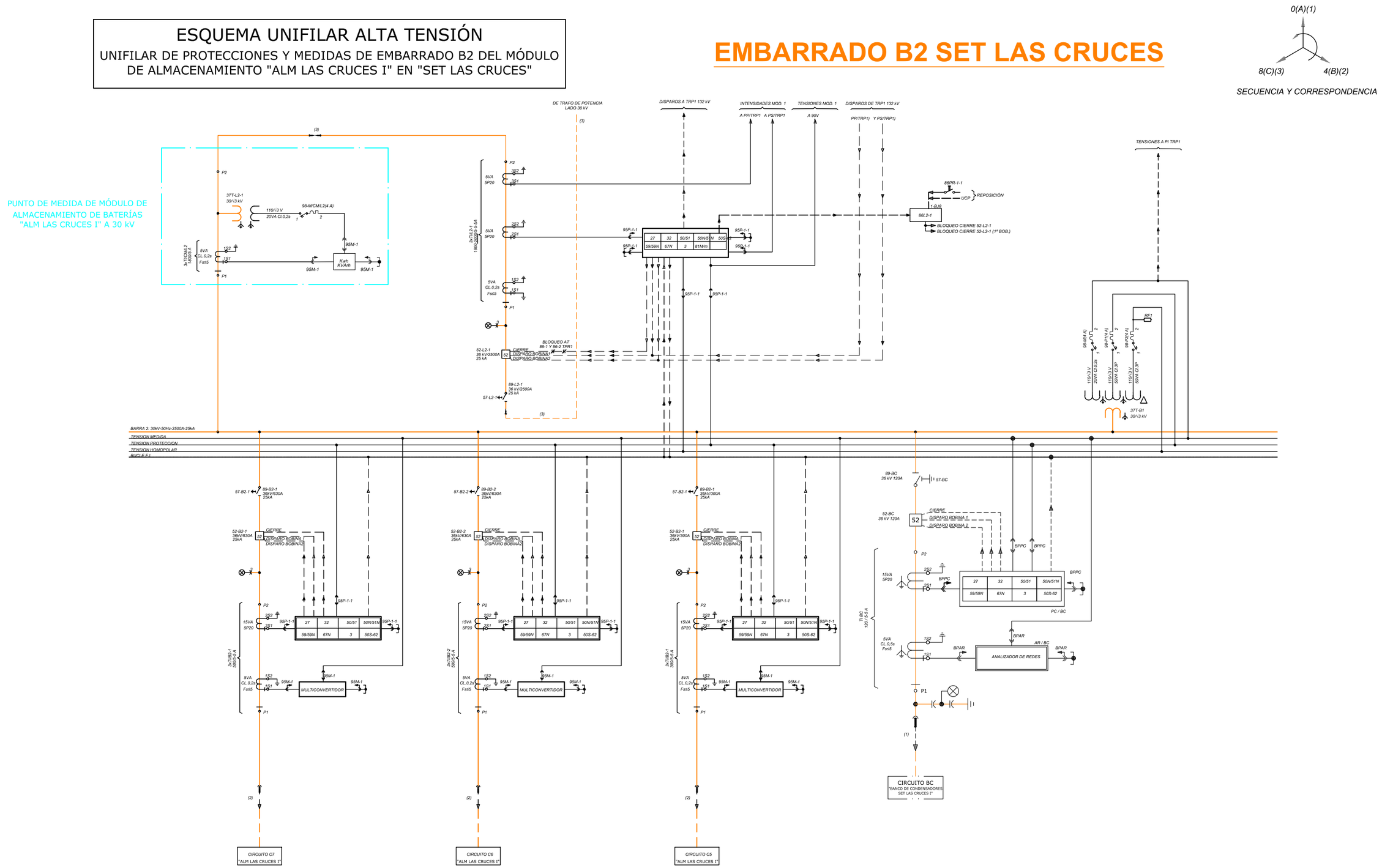
* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

ESQUEMA UNIFILAR ALTA TENSIÓN

UNIFILAR DE PROTECCIONES Y MEDIDAS DE EMBARRADO B2 DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO "ALM LAS CRUCES I" EN "SET LAS CRUCES"

EMBARRADO B2 SET LAS CRUCES



NIVEL DE TENSIÓN 30 kV

(1) RH5Z1-OL 18/30 kV 1x[3x(1x95)] mm² AL
(2) RH5Z1-OL 18/30 kV 1x[3x(1x630)] mm² AL
(3) RH5Z1-OL 18/30 kV 3x[3x(1x630)] mm² AL

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
N/D	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

Realización (Autor/Fecha): PALR / 15-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extropronatur: Pedro Antonio López Rodríguez, Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Esquema Protección y Control Alta Tensión_

HOJA Nº: 05.07

Nº PLANO: 05

www.extropronatur.es 924 09 40 49 hola@extropronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

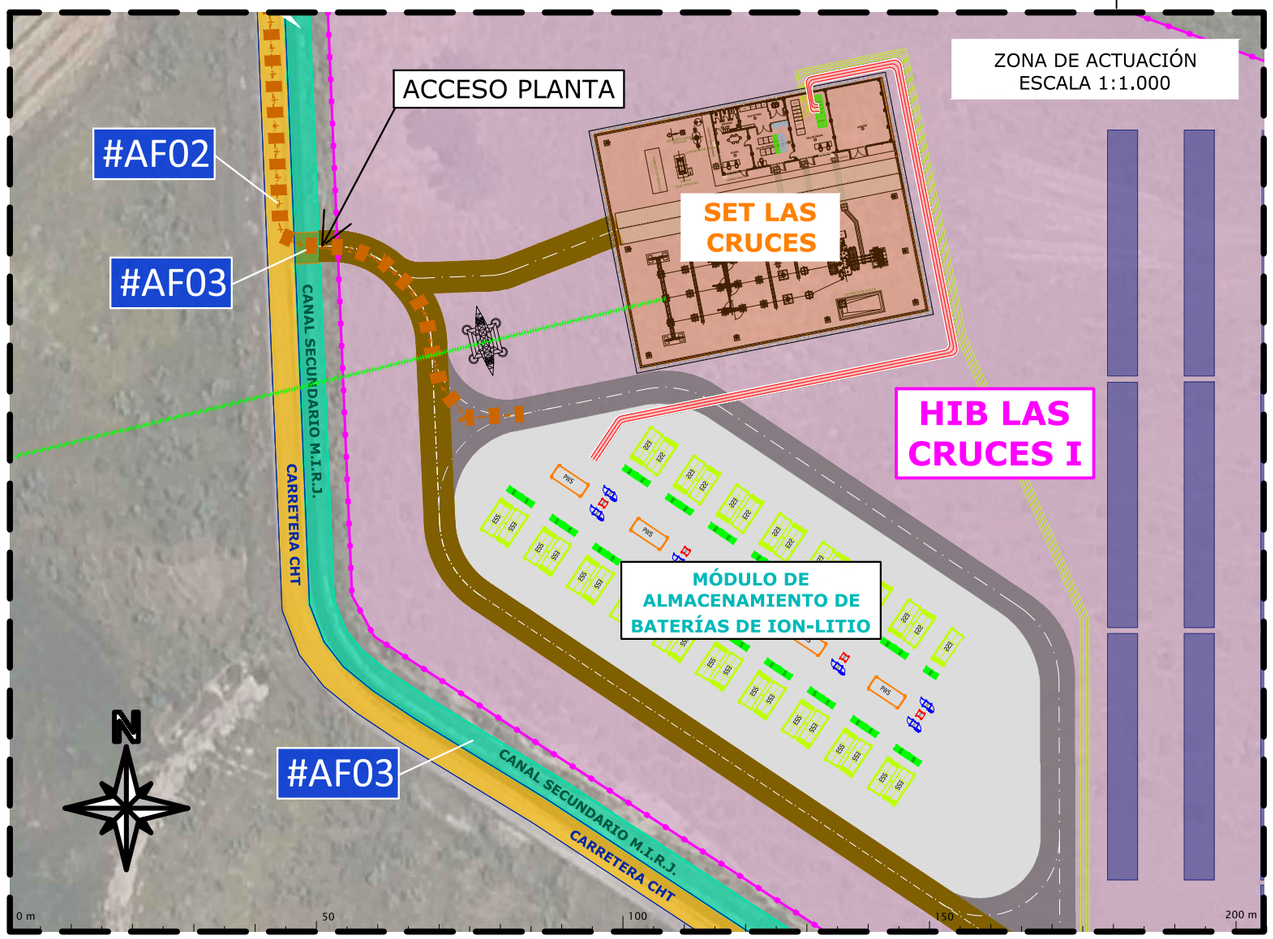
➢ PLANO DE AFECCIONES - 06

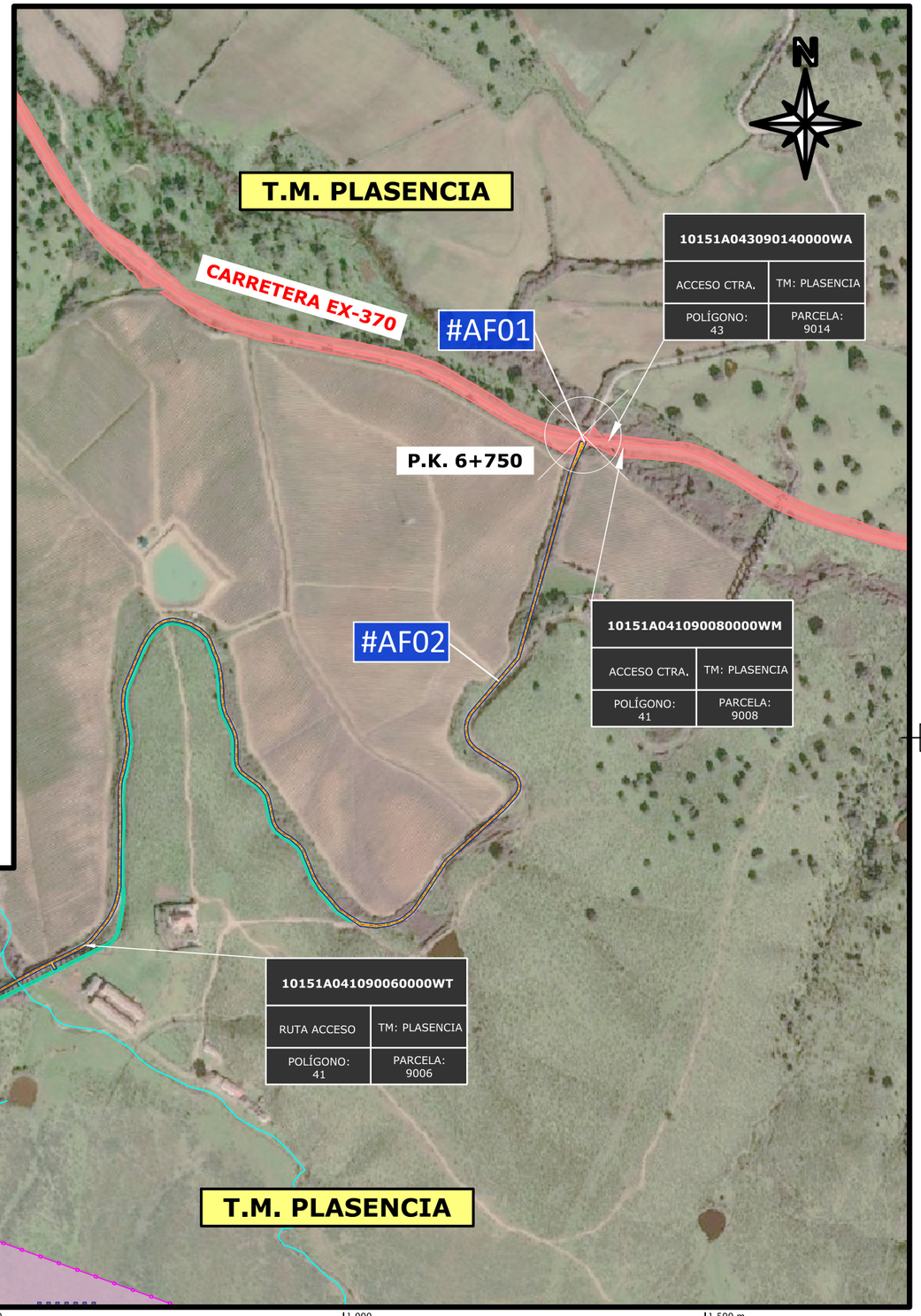
ÍNDICE DE HOJAS

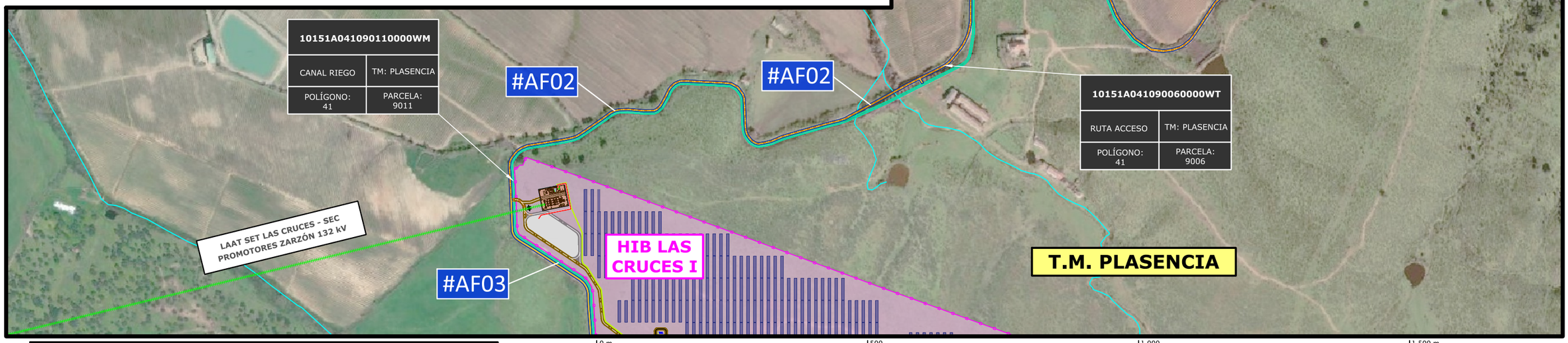
- Plano nº 06.01 – Afecciones Instalación de Almacenamiento

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es







LEYENDA

- Superficie vallada de Planta Solar Fotovoltaica Hibridada (no se modifica)
- Seguidores solares (Trackers) de Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Caminos Internos de mtto. del Módulo Fotovoltaico (no se modifican)
- Línea subterránea de MT de Conexión del Módulo FV (no se modifica)
- Línea de evacuación de Planta Hibridada (no se modifica)
- Ruta de acceso a Planta Hibridada desde carretera EX-370 (no se modifica)
- Camino perimetral de mtto. del Módulo de Almacenamiento
- Superficie pavimentada de equipos de Módulo de Almacenamiento
- Subestación Eléctrica SET LAS CRUCES (se amplia un embarrado de celdas)
- Centro de Transformación Jupiter 9000K-H0 (PWS)
- Container de racks de Baterías de Ion-Litio LUNA 2000-5015-2S (ESS)
- Sistema de montaje en rack de 6 Inversores de Baterías (PCS)
- Caseta de transformador y distribución de SSAA (DTS)
- Caseta de sistema de respaldo UPS y de telecomunicaciones (MTS)
- Línea subterránea de MT de Conexión del módulo de Almacenamiento
- Cauces hidrogológicos de Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT)
- Carretera Autonómica EX-370
- Camino de Servicio de Canal de Riego (Carretera CHT)
- Canal de Riego secundario de la Margen Izquierda del Río Jerte
- Badén de paso sobre Canal de Riego M.I.R.J.

ESCALA:	FORMATO:	VERSIÓN:	EXPEDIENTE:	26/048
1/7.500	A3	02	FECHA:	MAYO 2026

extrepronatur

Realización (Autor/Fecha): MSP / 25-05-2026

Aprobación (Autor/Fecha): PALR / 06-07-2026

Técnico Extrepronatur:
Pedro Antonio López Rodríguez
Ingeniero Industrial Col. nº: 724 COIIEX

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO TÉCNICO PARA HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "*HIB LAS CRUCES I*" MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, EN EL T.M. DE PLASENCIA (CÁCERES)

SOLICITANTE:

DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.

alter enersun — energías renovables

DEFINICIÓN DEL PLANO:

Afecciones

HOJA Nº: 06.01

Nº PLANO: 06

www.extrepronatur.es 924 09 40 49 hola@extrepronatur.es

* queda prohibida la reproducción total o parcial de estos documentos sin el consentimiento expreso del técnico redactor del proyecto

DOCUMENTO III:

PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO III-PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 1

2. CONSIDERACIONES INICIALES 4

2.1. NORMATIVA TÉCNICA 4
2.2. OTRAS NORMATIVAS DE APLICACIÓN 6
2.3. PRESCIPCIONES GENERALES 7

3. CONDICIONES GENERALES DE LA PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD 9

3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS 9
3.2. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR 10
3.3. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 11
3.4. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA 12
3.5. PRINCIPIOS DE ACCIÓN PREVENTIVA 12
3.6. OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS 14

4. NORMAS GENERALES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA SEGURIDAD Y SALUD 16

4.1. EVOLUCIÓN CONTINUA DE LOS RIESGOS 16
4.2. ADECUACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y ADOPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS 16
4.3. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 17
4.4. REGISTRO DE COMUNICACIÓN DE DATOS E INCIDENCIAS 17

5. NORMAS GENERALES DE LA FORMACIÓN E INFORMACIÓN RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 19

5.1. NORMAS GENERALES 19
5.2. CONTENIDO DE LAS ACCIONES DE FORMACIÓN 19
5.3. ORGANIZACIÓN DE LA ACCIÓN FORMATIVA 21

6. ASISTENCIA MEDICO SANITARIA 22

6.1. PRESTACIONES GENERALES 22
6.2. CARASTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS 22
6.3. ACCIDENTES 22

7. MEDICINA PREVENTIVA 24

7.1. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS 24
7.2. VACUNACIONES 24
7.3. BOTIQUIN DE OBRA 25
7.4. NORMAS SOBRE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORISMO 26
7.5. PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS 27
7.5.1. DISPOSICIONES GENERALES 27
7.5.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN 27

8. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 29

8.1. LOCALES Y SERVICIOS DE SALUD Y BIENESTAR 29

8.1.1. EMPLAZAMIENTO, USO Y PERMANENCIA EN OBRA 29
8.1.2. VESTUARIOS Y ASEOS 29
8.1.3. DUCHAS 30
8.1.4. RETRETES 30
8.1.5. COMEDORES 31

9. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA RELATIVA A LA SEGURIDAD Y SALUD 32

9.1. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS 32
9.2. MEDIDAS PREVIAS AL INICIO DE OBRAS 33
9.2.1. CONDICIONES GENERALES 33
9.2.2. INFORMACIÓN PREVIA 33
9.2.3. INSPECCIONES Y RECONOCIMIENTOS 34
9.2.4. SERVICIOS AFECTADOS. IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN 35
9.2.5. ACCESOS, CIRCULACIÓN INTERIOR Y DELIMITACIÓN DE LA OBRA 36

10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 38

10.1. GENERALIDADES 38
10.2. LUGARES DE TRABAJO 39
10.3. PUESTOS DE TRABAJO 40
10.4. ZONAS DE ESPECIAL RIESGO 41
10.5. ZONAS DE TRÁNSITO, COMUNICACIÓN Y VÍAS DE CIRCULACIÓN 42
10.6. TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES 43
10.7. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO Y TRÁNSITO 45
10.8. RUIDO Y VIBRACIONES 46
10.9. ORDEN Y LIMPIEZA DE LA OBRA 47
10.10. VERTIDO Y RETIRADA DE ESCOMBROS 48
10.11. EQUIPOS DE PROTECCIÓN 48
10.12. EQUIPOS DE TRABAJO 49
10.13. IZADO DE CARGAS 49
10.13.1. CONDICIONES PREVIAS 49
10.13.2. CONDICIONES DURANTE LOS TRABAJOS 50
10.13.3. CONDICIONES POSTERIORES A LOS TRABAJOS 50
10.13.4. PROTECCIÓN DE HUECOS 50

11. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PARA SUMINISTROS PROVISIONALES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 52

11.1. GENERALIDADES 52
11.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 52
11.2.1. PERSONAL INSTALADOR 52
11.2.2. UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN 53
11.2.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS 53
11.2.4. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 54
11.2.5. CONDUCTORES ELÉCTRICOS 55
11.2.6. LÁMPARAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES 56
11.2.7. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE ACCIONAMIENTO ELECTRICO 56
11.2.8. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO 56
11.3. INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE 57

12. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS Y ACTUACIONES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 58

12.1. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 58
12.1.1. MÁQUINAS Y EQUIPOS 79
12.1.2. MEDIOS AUXILIARES 79
12.1.2.1. ELEVACIÓN DE CARGA, TRANSPORTE Y DESCARGAD DE MATERIALES 80
12.1.2.2. PLATAFORMAS DE TRABAJO 80
12.1.2.3. ANDAMIOS 82
12.1.2.4. PASARELAS 82
12.1.2.5. ESCALERAS 84
12.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 84
12.2.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS 84
12.2.1.1. GENERALIDADES 84
12.2.1.2. AGOTAMIENTOS 85
12.2.1.3. EXCAVACIONES PARA ZANJAS Y POZOS 85

12.2.1.4. TRABAJOS DE VACIADO 86
12.2.1.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 87
12.2.2. ESTRUCTURAS 87
12.2.2.1. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN 87
12.2.2.2. ESTRUCTURAS METÁLICAS 91
12.2.2.3. ALBAÑILERÍA 91
12.2.2.4. INSTALACIONES 92
12.2.2.5. REVESTIMIENTOS 92
12.3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 94
12.3.1. PROTECCIONES COLECTIVAS 94
12.3.1.1. GENERALIDADES 94
12.3.1.2. PROTECCIÓN DE HUECOS EN PARED 94
12.3.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI) 95
12.3.2.1. GENERALIDADES 95
12.3.2.2. EXIGENCIAS ESENCIALES 95
12.3.2.3. EXIGENCIAS COMPLEMENTARIAS 97
12.3.2.4. EXIGENCIAS ESPECÍFICAS 98
12.4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIONES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD 103
12.4.1. NORMAS GENERALES 103
12.4.2. SEÑALIZACIÓN DE VÍAS DE COMUNICACIÓN 104
12.4.3. PERSONAL AUXILIAR PARA LA SEÑALIZACIÓN 104
12.4.4. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL 104

13. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA OBRA CIVIL 105

13.1. PROCEDENCIA 105
13.2. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO 106
13.3. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES 106
13.4. MATERIALES DEFECTUOSOS 107

14. CONDICIONES GENERALES DE LA OBRA CIVIL 108

14.1. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES 108
14.2. ORGANIZACIÓN 108
14.3. DISPOSICIONES LEGALES 108
14.4. NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA 109
14.5. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA 109
14.6. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS 109
14.7. DIRECCIÓN Y ESPECCIÓN 110
14.8. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN 110
14.9. MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN 111
14.10. EQUIPOS Y MATERIALES QUE NO REUNAN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO 111
14.11. SUMINISTRO DE AGUA 112
14.12. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 112
14.13. CONSTRUCCIONES AUXILIARES 112
14.14. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES 112
14.15. RETIRADA DE MEIDOS AUXILIARES 113
14.16. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO 113
14.17. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL 114
14.18. SUBCONTRATOS 114
14.19. SUCOMPROBACIÓN DE LAS OBRAS 114

15. CONDICIONES DE ACTUACIONES PARTICULARES DE LA OBRA CIVIL 116

15.1. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO 116
15.2. EXPLANACIONES 117
15.2.1. CONDICIONES PREVIAS 117
15.2.2. EJECUCIÓN 117
15.2.3. CONTROL 119
15.2.4. MEDICIÓN 120
15.2.5. MANTENIMIENTO 120
15.3. ZANJAS 120
15.3.1. CONDICIONES PREVIAS 120
15.3.2. EJECUCIÓN 121
15.3.3. CONTROL 122
15.3.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 123
15.3.5. RELLENO DE ZANJAS 123

15.4. ASIENTO GRANULAR PARA TUBOS 124
15.5. ZAHORRA ARTIFICIAL 124
15.6. MADERAS 124
15.7. HORMIGONES Y MORTEROS 124
15.7.1. AGUA 125
15.7.2. CEMENTO 125
15.7.3. ÁRIDOS 125
15.7.4. PRODUCTOS DE ADICIÓN 126
15.7.5. TIPOS DE HORMIGÓN 127
15.7.6. TIPOS DE CEMENTO 127
15.7.7. DOSIFICACIÓN 127
15.7.8. PRUEBAS PREVIAS 128
15.7.9. ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO 129

16. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 130

16.1. EQUIPOS Y SISTEMAS DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE LITIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA HIBRIDADA 130
16.1.1. CONTAINERS DE BATERÍAS 130
16.1.2. ESTACIONES DE POTENCIA 132
16.1.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN 133
16.1.4. CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN 134
16.2. ENSAYO DE CONDUCTORES 135
16.3. EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO 136
16.4. PUESTA A TIERRA 136
16.5. ENSAYOS Y PRUEBAS 140

17. ENTREGA DE LAS OBRAS 141

17.1. MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO 141
17.2. OBRAS AUXILIARES 141
17.3. LIMPIEZA 142
17.4. PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 142

18. CONDICIONES GENERALES DE LA GARANTÍA ECONÓMICA 143

18.1. ÁMBITO GENERAL DE LA GARANTÍA 143
18.2. PLAZOS 143
18.3. CONDICIONES ECONÓMICAS 143
18.4. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA 144

19. CONCLUSIÓN 145

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras para la a **hibridación de la planta solar fotovoltaica "HIB LAS CRUCES I", mediante la incorporación de un módulo de Baterías de Litio, en el Término Municipal de Plasencia.** Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas instalaciones e infraestructuras, así como la puesta en servicio de las mismas.

En resumen, el **módulo de almacenamiento** a incorporar denominado **"ALM LAS CRUCES I",** abarca la implantación de los equipos de almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías de ion-litio y sus conexiones eléctricas entre equipos de baja y media tensión, en una zona de actuación situada en el interior del vallado de la propia planta fotovoltaica **(ALM**), una Línea Subterránea de Conexión en Media Tensión del módulo de almacenamiento con la subestación eléctrica de la planta **(LSMT)** y la ampliación de dicha subestación eléctrica mediante la incorporación de un nuevo embarrado de 30 kV , que contará con 6 celdas en configuración y de los equipos de control y operación necesarios para operar los nuevos equipos de almacenamiento **(SET)**.

Por tanto, según el diseño de las instalaciones proyectadas, se abordará en el presente documento la definición exclusiva de los siguientes elementos proyectados:

- **INSTALACIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO MEDIANTE BATERÍAS DE ION-LITIO *"ALM LAS CRUCES I"*, de 42,00 MW [Instalados] / 175,53 MWh [Capacidad]**
- **LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO, de 30 kV, 3 circuitos y 128 m**
- **AMPLIACIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA "SET LAS CRUCES", con un nuevo embarrado 6 celdas de 30 kV y equipos de control.**

Las superficies y equipos del sistema de almacenamiento de la poligonal definida en el interior del recinto vallado, vienen reflejadas en la siguiente tabla resumen.

➢ PARCELA CATASTRAL

PARCELA CATASTRAL AFECTADA POR INSTALACIONES PROYECTADAS						
#	TÉRMINO MUNICIPAL	PARAJE	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUPERFICIE (m²)
1	Plasencia	San Pedrillo	10151A041000240000WX	41	24	656.149

➢ INSTALACIONES CONSTRUIDAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA

RELACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO			
EQUIPOS	UNIDADES	SUPERFICIE (m²)	TOTAL (m²)
Estación de potencia [PWS] (HUAWEI JUPITER 9000K-H0 o similar)	5	14,77	73,85
Container de baterías de Ion-Litio [ESS] (HUAWEI LUNA 2000-5015-2S o similar)	35	14,77	516,93
Inversor de almacenamiento [PCS] (HUAWEI LUNA 2000-200KTL-H1 o similar)	210	-	-
Base para montaje de rack de inversores [RACK] (HUAWEI LUNA PCS 2000HA o similar)	35	2,14	74,97
Caseta de transformador de SSAA [DTS] (HUAWEI DTS-200K-D0 o similar)	8	1,08	8,64
Caseta de distribución de telecomunicaciones y UPS [MTS] (HUAWEI MTS9000A o similar)	5	0,73	3,67
TOTAL (m²)			**678,05 m²**

➢ SUPERFICIES CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

RELACIÓN DE SUPERFICIES AFECTADAS		
ELEMENTO	SUPERFICIE (m²)	PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL
SUPERFICIE CATASTRAL DE PARCELAS DE IMPLANTACIÓN DE PLANTA SOLAR FV HIBRIDADA	**2.376.108,00**	100,00%
SUPERFICIE TOTAL OCUPADA POR INSTALACIÓN HIBRIDADA (TOTAL VALLADOS)	**1.467.457,82**	61,76%
SUPERFICIE DE EXPLANACIÓN DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO (ACTUADA)	**5.138,69**	0,22%
SUPERFICIE DE ZONA DE TRABAJO PAVIMENTADA (EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO)	**4.155,30**	0,17%
SUPERFICIE DE TRABAJO TEMPORAL PARA CONSTRUCCIÓN (ACOPIO Y CAMPA)	**1.802,67**	0,08%
SUPERFICIE DE IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS (PROYECCIÓN HORIZONTAL)	**678,05**	0,03%
SUPERFICIE DE CAMINO PERIMETRAL DE MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	**1.003,38**	0,04%
SUPERFICIE AFECTADA POR CIMENTACIÓN DE EQUIPOS	**213,60**	0,01%

En lo que respecta a la línea subterránea de conexión del módulo de almacenamiento, se ejecutará mediante una zanja de 130 cm de anchura y 128 metros lineales, por lo que la superficie ocupada por la línea será de **166,40 m²**. Se ocupará unicamente suelo del interior del recinto vallado de seguridad en el cual se instalan el resto de equipos eléctricos

Las coordenadas UTM de situación del **centro geométrico** son las siguientes:

COORDENADAS CARTESIANAS GLOBALES DEL PUNTO DE CENTRO GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN HIBRIDADA		
HUSO ETRS 89 UTM 29 NORTE		
REFERENCIA	**Coordenada X**	**Coordenada Y**
CENTRO GEOMÉTRICO (CG)	741.043,323	4.434.372,718

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones de carácter general.

2. CONSIDERACIONES INICIALES

2.1. NORMATIVA TÉCNICA

Será de aplicación la Normativa Técnica vigente en España en la fecha de la contratación de las obras. En particular se observarán las Normas o Instrucciones de la siguiente relación, entendiendo incluidas las adiciones y modificaciones que se produzcan hasta la citada fecha:

- Normas UNE de la Asociación Española de normalización y certificación. AENOR.
- Normas CEI.
- Recomendaciones UNESA
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 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 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1725/1984, de 18 de Julio, por el que se modifican el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía y el Modelo de Póliza de abono para el suministro de Energía eléctrica y las Condiciones de Carácter general de la Misma.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Eléctrica en general.
- UNE 21003 Cobre, tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas.
- UNE 21011 Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características.
- UNE 207015 Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.

- UNE EN 60889 Alambre de aluminio duro para conductores de líneas aéreas de transporte de energía eléctrica.
- UNE-EN 62271-200. Aparamenta de alta tensión. Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 60376. Especificaciones para hexafluoruro de azufre (SF6) de calidad técnica para uso en equipos eléctricos.
- UNE-EN 60044-1;2. Transformadores de medida, Transformadores combinados.
- R.D. 1313/88, de 28 de octubre, y la modificación de su anexo realizada por la O.M. de 4 de febrero de 1992, por el que se declara obligatoria la homologación de cementos para prefabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- R.C.-08 Instrucción para la recepción de cementos.
- R.P.H. Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón I.E.T.
- M.E.L.C. Métodos de Ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales.
- Documentos de Idoneidad Técnica (D.I.T.) concedidos por el I.E.T.C.C. para los diversos materiales.
- Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.
- Norma UNE-EN 1329-1; Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
- Norma UNE-EN 1401-1; Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
- Norma UNE-EN 14530; Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior

de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.

- Norma UNE-EN 1456-1; Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.

- En caso de no existir Norma Española aplicable, se podrán aplicar las normas extranjeras (DIN, ASTM, etc.) que se indican en los Artículos de este Pliego o sean designadas por la Dirección de Obra.

2.2. OTRAS NORMATIVAS DE APLICACIÓN

- Ley 31/95, del 10 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- O.M. de 31 de agosto de 1987 sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado". Norma 8.3. I.C. y en particular sus artículos 2 a 6, ambos inclusive.

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 3/1995 de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Normas ISO 9000 sobre Sistemas de Calidad e ISO 14000 sobre Sistemas de Gestión Medio-ambiental
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Toda otra disposición legal vigente durante la obra, y particularmente las de seguridad y señalización.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se le haya hecho comunicación explícita al respecto.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior.

2.3. PRESCIPCIONES GENERALES

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas, en forma expresa por la Propiedad o por otros pliegos de condiciones particulares, que podrán modificar las presentes prescripciones de carácter general.

Asimismo, el Contratista está obligado al cumplimiento de todas las Instrucciones, Pliegos o Normas de toda índole promulgadas con anterioridad a la fecha de inicio de los trabajos y que sean de aplicación a los trabajos a realizar, tanto si están especificadas como si no lo están en la relación anterior.

Si algún concepto fuera condicionado de manera distinta en el presente Pliego y cualquiera de las disposiciones a las que se ha hecho referencia anteriormente, prevalecerá lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En caso de discrepancia entre algunas condiciones impuestas por las normas señaladas, y no existiendo en el presente Pliego definición concreta de la aplicable, prevalecerá la más restrictiva.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos o resto de documentos del presente proyecto, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre documentos, prevalecerá lo prescrito en el presente Pliego de Prescripciones, salvo criterio en contra del Director de las Obras.

Las omisiones en documentos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en ellos, o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el Pliego de Prescripciones y en los planos o resto de documentos.

El Contratista también está obligado a cumplir la Ley de Contrato de Trabajo vigente y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrono y obreros, las de accidentes de trabajo, incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social y vigente o que en lo sucesivo se dicten. Así mismo, el Contratista vendrá obligado a cumplir las Cláusulas Administrativas Particulares establecidas para la Contratación de estas obras.

En tal sentido, cuidará los árboles, hitos, vallas, pretiles y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidos en evitación de posibles destrozos que, de producirse, serán restaurados a su costa. Así mismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

En lo que respecta a la estructura del presente **DOCUMENTO DE PLIEGO DE CONDICIONES**, los capítulos desde el nº 3 al nº 12 inclusive, establecerán las prescripciones establecidas relativas a la **SEGURIDAD Y SALUD**, mientras que los capítulos desde el nº 13 al nº 18 inclusive, establecerán las prescripciones establecidas relativas a la **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**.

3. CONDICIONES GENERALES DE LA PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD

3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra, estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

Antes del comienzo de las obras, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente. Este aviso se redactará con arreglo al Anexo III del Real Decreto 1627/1997 y deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándose si fuera necesario.

3.2. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, cuando en la ejecución de la misma intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores y autónomos.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, redactándose con arreglo a lo dispuesto en el Anexo II del citado Real Decreto, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

En el Plan de Seguridad y Salud se deberán recoger todas las necesidades derivadas del cumplimiento de las disposiciones obligatorias vigentes en materia de Seguridad y Salud para las obras objeto del proyecto de ejecución y las derivadas del cumplimiento de las prescripciones recogidas en el presente Estudio, sean o no suficientes las previsiones económicas contempladas en el mismo.

Aunque no se hubiesen previsto en este Estudio de Seguridad y Salud todas las medidas y elementos necesarios para cumplir lo estipulado al respecto por la normativa vigente sobre la materia y por las normas de buena construcción para la obra a que se refiere el proyecto de ejecución, el empresario vendrá obligado a recoger en el Plan de Seguridad y Salud cuanto sea preciso a tal fin, sin que tenga derecho a percibir mayor importe que el fijado en el presupuesto del presente Estudio, afectado, en su caso, de la baja de adjudicación.

Las mediciones, calidades y valoraciones recogidas en el Estudio podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el empresario en el Plan de Seguridad y Salud, siempre que ello no suponga variación del importe total previsto a la baja y que sean autorizadas por el Coordinador de Seguridad y Salud.

3.3. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

El promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, cuando en la ejecución de la misma intervenga una empresa, varias empresas y/o trabajadores autónomos. La designación de este coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la misma no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra, podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (dirección facultativa cuando no fuera necesaria la designación de coordinador) deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
- Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
- Estirar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el Art. 10 del Real Decreto 1627/1997 del Ministerio de la Presidencia, del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

3.4. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en dicho estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (dirección facultativa cuando no fuera necesaria la designación de coordinador).

Quienes intervienen en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas, por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos, así como de la Dirección Facultativa.

3.5. PRINCIPIOS DE ACCIÓN PREVENTIVA

El contratista y subcontratistas están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamientos o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la Ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se tratan de materiales o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997 del Ministerio de la Presidencia, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud, durante la ejecución de las obras.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que

les corresponden a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

3.6. OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se tratan de materiales o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IX del Real Decreto 1627/1997 del Ministerio de la Presidencia, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidas en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordenada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

4. NORMAS GENERALES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA SEGURIDAD Y SALUD

4.1. EVOLUCIÓN CONTINUA DE LOS RIESGOS

Por parte del empresario principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado al responsable de su seguimiento y control antes de reiniciar los trabajos afectados. Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el empresario deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente

4.2. ADECUACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y ADOPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se apreciase por el empresario la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el Técnico responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud y requiriese al empresario para la adopción de las medidas correctoras que procedan mediante la correspondiente anotación en el libro de incidencias, el empresario vendrá obligado a su ejecución en el plazo que se fije para ello.

4.3. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Técnico responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, podrá disponer la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados.

Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo, así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales, sin necesidad de contar previamente con la aprobación del Técnico responsable del seguimiento y control del Plan, si bien habrá de comunicársele inmediatamente dicha decisión.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello deberá informarse, por parte del empresario principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

4.4. REGISTRO DE COMUNICACIÓN DE DATOS E INCIDENCIAS

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el Técnico responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, por la Dirección facultativa, por el

contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Centros Provinciales de Seguridad y Salud, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el empresario principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la Inspección de Trabajo de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Salud y Seguridad y al representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Sin perjuicio de su consignación en el libro de incidencias, el empresario deberá poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, de forma inmediata, cualquier incidencia relacionada con el mismo, dejando constancia fehaciente de ello.

Cuantas sugerencias, observaciones, iniciativas y alternativas sean formuladas por los órganos que resulten legitimados para ello, acerca del Plan de Seguridad y Salud, sobre las medidas de prevención adoptadas o sobre cualquier incidencia producida durante la ejecución de la obra, habrán de ser comunicadas a la mayor brevedad por el empresario al responsable del seguimiento y control del Plan.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y Salud que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud

Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del empresario, y a ellos deberá tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

5. NORMAS GENERALES DE LA FORMACIÓN E INFORMACIÓN RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

5.1. NORMAS GENERALES

El empresario está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

El tiempo dedicado a la formación que el empresario está obligado a posibilitar, como consecuencia del apartado anterior, se lleve a cabo dentro del horario laboral o fuera de él, será considerado como tiempo de trabajo. La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

Con independencia de la formación impartida directamente a cuenta del empresario o sus representantes, en cumplimiento de lo estipulado anteriormente, se emplearán, además, y como mínimo, las horas que se consideran en el presupuesto para formación de los trabajadores en la misma obra y dentro de la jornada laboral o fuera de ésta, considerando el tiempo empleado como tiempo de trabajo. A las sesiones que a tal fin se establezcan deberán asistir, también, los trabajadores de los subcontratistas.

5.2. CONTENIDO DE LAS ACCIONES DE FORMACIÓN

A) A nivel de mandos intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:

- Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.

- Normativa sobre Seguridad y Salud.
- Factores técnicos y humanos.
- Elección adecuada de métodos de trabajo para atenuar los monótonos y repetitivos.
- Protecciones colectivas e individuales.
- Salud laboral.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Organización de la Seguridad y Salud de la obra.
- Responsabilidades.
- Obligaciones y derechos de los trabajadores.

B) A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:

- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud
- Causas y consecuencias de los accidentes.
- Normas de S. y S. (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc.).
- Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
- Salud laboral.
- Obligaciones y derechos.

C) A nivel de representantes de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:

- Investigación de los accidentes y partes de accidentes.
- Estadística de la siniestralidad.
- Inspecciones de seguridad.
- Legislación sobre Seguridad y Salud.
- Responsabilidades.
- Coordinación con otros órganos especializados.

5.3. ORGANIZACIÓN DE LA ACCIÓN FORMATIVA

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia especifica de seguridad y salud sean los más aconsejables en cada caso.

Se utilizarán los medios didácticos más apropiados, tales como: transparencias, diapositivas, videos, etc. En el Plan de Seguridad y Salud que haya de presentar el empresario se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado en el presente Pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada: número, duración por cada sesión, períodos de impartición, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

Debe deducirse que, como mínimo, se cubrirán las horas que se derivan de las obligaciones referidas en los apartados anteriores.

6. ASISTENCIA MEDICO SANITARIA

6.1. PRESTACIONES GENERALES

El empresario deberá asegurar en todo momento, durante el transcurso de la obra, la prestación a todos los trabajadores que concurran en la misma de los servicios asistenciales sanitarios en materia de primeros auxilios, de asistencia médico-preventiva y de urgencia y de conservación y mejora de la salud laboral de los trabajadores. A tales efectos deberá concertar y organizar las relaciones necesarias con los servicios médicos y preventivos exteriores e interiores que correspondan, a fin de que por parte de éstos se lleven a cabo las funciones sanitarias exigidas por las disposiciones vigentes.

6.2. CARASTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS

Los servicios médicos, preventivos y asistenciales deberán reunir las características establecidas por las disposiciones vigentes sobre la materia. Deberán quedar precisados en el Plan de Seguridad y Salud los servicios a disponer para la obra, especificando todos los datos necesarios para su localización e identificación inmediata.

6.3. ACCIDENTES

El empresario deberá estar al corriente en todo momento, durante la ejecución de la obra, de sus obligaciones en materia de Seguridad Social y Salud laboral de los trabajadores, de acuerdo con las disposiciones vigentes, debiendo acreditar documentalmente el cumplimiento de tales obligaciones cuando le sea requerido por el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud

En el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse el centro o los centros asistenciales más próximos a la obra, donde podrán ser atendidos los trabajadores en caso de accidente. Se dispondrán en lugares y con caracteres visibles para los trabajadores (oficina de obra, vestuarios, etc.) las indicaciones relativas al nombre, dirección y teléfonos del centro o centros asistenciales a los que acudir en caso de accidentes, así como las distancias existentes entre éstos y la obra y los itinerarios más adecuados para llegar a ellos.

En caso de accidentes habrán de cursarse los partes correspondientes según las disposiciones vigentes, debiendo facilitar el empresario al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud una copia de los mismos y cuantos datos e informaciones complementarias le fuesen recabados por el propio responsable.

En caso de accidente, el empresario habrá de asegurar la investigación del mismo, para precisar su causa y forma en que se produjo y proponer las medidas oportunas para evitar su repetición. Los datos obtenidos como resultado del estudio reseñado serán proporcionados al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud

7. MEDICINA PREVENTIVA

7.1. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

El empresario deberá velar por la vigilancia periódica del estado de salud laboral de los trabajadores, mediante los reconocimientos médicos o pruebas exigibles conforme a la normativa vigente, tanto en lo que se refiere a los que preceptivamente hayan de efectuarse con carácter previo al inicio de sus actividades como a los que se deban repetir posteriormente.

Los trabajadores deberán ser informados por el empresario, con carácter previo al inicio de sus actividades, de la necesidad de efectuar los controles médicos obligatorios. De acuerdo con lo establecido por este Pliego, por las disposiciones vigentes en el momento de realizar la obra y por el Convenio Colectivo Provincial, en su caso, en el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse la programación de reconocimientos médicos a efectuar durante el curso de la obra, en base a las previsiones de trabajadores que hayan de concurrir en la misma, con indicación de: número, servicios médicos donde se llevarán a cabo, frecuencia, tipo y finalidad, planteamiento, duración y seguimiento.

Será preceptivo, como requisito previo para el abono de las previsiones económicas recogidas a tal efecto en el Estudio de Seguridad y Salud, que el empresario justifique al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud la realización de los reconocimientos médicos previstos en el Plan, mediante las acreditaciones correspondientes.

7.2. VACUNACIONES

El empresario deberá facilitar y asegurar la vacunación de los trabajadores cuando fuere indicada por las autoridades sanitarias y, en general, el cumplimiento de las disposiciones que dictarán, en su caso, las mencionadas autoridades en orden a la prevención de enfermedades.

7.3. BOTIQUIN DE OBRA

Se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín deberá situarse en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado. Se hará cargo del botiquín, por designación del empresario, la persona más capacitada, que deberá haber seguido con aprovechamiento cursos de primeros auxilios y socorrismo.

La mencionada persona será la encargada del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, que será sometido, para ello, a una revisión semanal y a la reposición de lo necesario, en orden al consumo y caducidad de los medicamentos.

El botiquín habrá de estar protegido del exterior y colocado en lugar acondicionado y provisto de cierre hermético que evite la entrada de agua y humedad. Contará, asimismo, con compartimientos o cajones debidamente señalizados en función de sus indicaciones, serán colocados de forma diferenciada, en cada uno de los compartimientos, los medicamentos que tienen una acción determinada sobre los componentes de cada aparato orgánico o acción terapéutica común. El contenido mínimo del botiquín será el siguiente:

- Antisépticos, desinfectantes y material de cura: -Agua oxigenada. Alcohol de 96°. -Tintura de yodo. Mercurocromo. -Amoniaco. Dediles de goma. Linitul. -Tablillas. Gasa estéril. Algodón hidrófilo. Vendas. Esparadrapo. -Torniquetes. Tijeras.
- Material quirúrgico: Bolsas de goma para agua o hielo. Guantes esterilizados. -Jeringuillas desechables. Agujas para inyectables desechables. -=Termómetro clínico. Pinzas.
- Antibióticos y sulfamidas.
- Antitérmicos y analgésicos.
- Antiespasmódicos y tónicos cardíacos de urgencia.
- Antihemorrágicos y antialérgicos.
- Medicamentos para la piel, los ojos y el aparato digestivo.
- Anestésicos locales.

El uso de jeringuillas y agujas para inyectables desechables sólo podrá llevarse a cabo por personal sanitario facultado para ello. El uso de antibióticos, sulfamidas, antiespasmódicos, tónicos cardíacos, antihemorrágicos, antialérgicos, anestésicos locales y medicamentos para la

piel, ojos y aparato digestivo, requerirá la consulta, asesoramiento y dictamen previo de un facultativo, debiendo figurar tal advertencia de manera llamativa en los medicamentos.

Las condiciones de los medicamentos, material de cura y quirúrgico, incluido el botiquín, habrán de estar en todo momento adecuadas a los fines que han de servir, y el material será de fácil acceso, prestándose especial vigilancia a la fecha de caducidad de los medicamentos, a efectos de su sustitución cuando proceda. En el interior del botiquín figurarán escritas las normas básicas a seguir para primeros auxilios, conducta a seguir ante un accidentado, curas de urgencia, principios de reanimación y formas de actuar ante heridas, hemorragias, fracturas, picaduras, quemaduras, etc.

7.4. NORMAS SOBRE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORISMO

Con base en el análisis previo de las posibles situaciones de emergencia y accidentes que puedan originarse por las circunstancias de toda índole que concurran en la obra, el empresario deberá asegurar el diseño y el establecimiento de las normas sobre primeros auxilios y socorrismo que habrán de observarse por quienes tengan asignado el cometido de su puesta en práctica.

Las normas sobre primeros auxilios habrán de estar encaminadas a realizar el rescate y/o primera cura de los operarios accidentados, a evitar en lo posible las complicaciones posteriores y a salvar la vida de los sujetos. Para dotar de la mayor eficacia posible a las normas que se establezcan para primeros auxilios, éstas habrán de elaborarse de manera que cumplan los siguientes requisitos: simplicidad y exactitud técnica, facilidad de comprensión y aplicación rápida y fácil, sin necesidad de medios complicados.

En las normas a establecer sobre primeros auxilios deberán recogerse los modos de actuación y las conductas a seguir ante un accidentado para casos de rescate de heridos que queden aprisionados, pérdidas del conocimiento, asfixia, heridas, hemorragias, quemaduras, electrocución, contusiones, fracturas, picaduras y mordeduras. Se especificará, para cada caso concreto: forma de manejar al herido, traslados del accidentado, posiciones convenientes, principios de reanimación y métodos de respiración artificial, primeras curas a realizar, fármacos o bebidas que deben, o no, administrarse, etc.

Todos los trabajadores deberán ser adiestrados en técnicas elementales de reanimación para que, en caso de accidente en su área de trabajo, puedan actuar rápida y eficazmente.

Asimismo, habrá de ponerse en conocimiento de todo el personal de la obra la situación de los teléfonos de urgencia, del botiquín de obra, de las normas sobre primeros auxilios y de los anuncios indicativos que hayan de exponerse en relación con la localización de servicios médicos, ambulancias y centros asistenciales.

Las normas e instrucciones sobre primeros auxilios deberán exponerse en lugares accesibles y bien visibles de la obra. En cumplimiento de las prescripciones anteriormente establecidas y de las disposiciones vigentes que regulen la materia, el Plan de Seguridad y Salud deberá recoger de forma detallada las normas e instrucciones a seguir para primeros auxilios.

7.5. PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

7.5.1. DISPOSICIONES GENERALES

Se observarán, además de las prescripciones que se establezcan en el presente Pliego, las normas y disposiciones vigentes sobre la materia. En los trabajos con riesgo específico de incendio se cumplirán, además, las prescripciones impuestas por los Reglamentos y normas técnicas generales o especiales, así como las preceptuadas por las correspondientes ordenanzas municipales.

Se deberá prever en obra un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y en función de las características de la obra, dimensiones y usos de los locales y equipos que contengan, características físicas y químicas de las sustancias materiales que se hallen presentes y número máximo de personal que pueda hallarse en los lugares y locales de trabajo.

7.5.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN

Además de observar las disposiciones anteriores, se adoptarán las prevenciones que se indican a continuación, combinando su empleo, en su caso, con la protección general más próxima que puedan prestar los servicios públicos contra incendios.

- **Uso del agua**: Si existen conducciones de agua a presión se instalarán suficientes tomas o bocas de agua a distancia conveniente y cercanas a los lugares de trabajo, locales y lugares de paso del personal, colocándose junto a tales tomas las correspondientes mangueras, que tendrán la sección y

resistencia adecuadas. Cuando se carezca normalmente de agua a presión, o ésta sea insuficiente, se instalarán depósitos con agua suficiente para combatir los posibles incendios. En incendios que afecten a instalaciones eléctricas con tensión, se prohibirá el empleo de extintores con espuma química, soda ácida o agua.

- **Extintores portátiles:** En la proximidad de los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio y colocados en sitio visible y de fácil acceso, se dispondrán extintores portátiles o móviles sobre ruedas, de espuma física o química, mezcla de ambas o polvos secos, anhídrido carbónico o agua, según convenga a la posible causa determinante del fuego a extinguir. Cuando se empleen distintos tipos de extintores serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deben emplearse. Los extintores serán revisados periódicamente y cargados, según los fabricantes, inmediatamente después de usarlos. Esta tarea será realizada por empresas autorizadas.
- **Prohibiciones:** En las dependencias y lugares de trabajo con alto riesgo de incendio se prohibirá terminantemente fumar o introducir cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de tales lugares o dependencias. Se prohibirá igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa y que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.

8. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

8.1. LOCALES Y SERVICIOS DE SALUD Y BIENESTAR

8.1.1. EMPLAZAMIENTO, USO Y PERMANENCIA EN OBRA

Los locales y servicios para higiene y bienestar de los trabajadores que vengan obligados por el presente Estudio o por las disposiciones vigentes sobre la materia deberán ubicarse en la propia obra, serán para uso exclusivo del personal adscrito a la misma, se instalarán antes del comienzo de los trabajos y deberán permanecer en la obra hasta su total terminación.

De no ser posible situar de manera fija los referidos servicios desde el inicio de la obra, se admitirá modificar con posterioridad su emplazamiento y/o características en función del proceso de ejecución de la obra, siempre que se cumplan la prescripción anterior y las demás condiciones establecidas para los mismos en el presente Pliego.

En el Plan de Seguridad y Salud deberán quedar fijados de forma detallada y en función del programa de trabajos, personal y dispositivos de toda índole previstos por la empresa los emplazamientos y características de los servicios de higiene y bienestar considerados como alternativas a las estimaciones contempladas en el presente Estudio de Seguridad.

Cualquier modificación de las características y/o emplazamiento de dichos locales que se plantee una vez aprobado el Plan de Seguridad y Salud requerirá la modificación del mismo, así como su posterior informe y aprobación en los términos establecidos por las disposiciones vigentes. Queda prohibido usar los locales de higiene y bienestar para usos distintos a los que están destinados.

8.1.2. VESTUARIOS Y ASEOS

La superficie mínima de los vestuarios y aseos será de 2,00 m^2 por cada trabajador que haya de utilizarlos y la altura mínima de suelo a techo será de 2,30 m. Los vestuarios serán de fácil acceso y estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, para guardar la ropa, el calzado y los objetos personales.

Cuando las circunstancias lo exijan, en casos de sustancias peligrosas, humedad, suciedad, etc., la ropa de trabajo deberá poderse guardar independientemente de la ropa de calle y de los efectos personales. Los cuartos de vestuarios o los locales de aseo dispondrán de un lavabo de agua corriente, provisto de jabón, por cada 10 trabajadores o fracción de esa cifra, y de un espejo de dimensiones adecuadas por cada 25 trabajadores o fracción.

Si las salas de ducha o de lavabos y los vestuarios estuviesen apartados, deberán estar próximos y la comunicación entre unas dependencias y otras debe ser fácil. Se dotarán de toallas individuales o bien dispondrán de secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel y, en este último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas. Se colocarán perchas suficientes para colgar la ropa. A los trabajadores que desarrollen trabajos marcadamente sucios o manipulen sustancias tóxicas se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso. Se mantendrán cuidadosamente limpios y serán barridos y regados diariamente con agua y productos desinfectantes y antisépticos. Una vez por semana, preferiblemente el sábado, se efectuará limpieza general.

8.1.3. DUCHAS

Se instalará una ducha de agua, fría y caliente, por cada diez trabajadores o fracción de esta cifra, con las dimensiones suficientes para que cada trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimientos individuales, con puertas dotadas de cierre interior. Estarán preferentemente situadas en los cuartos de vestuarios y de aseo o en locales próximos a ellos. Cuando las duchas no comuniquen con cuartos vestuarios y de aseo individuales, se instalarán colgaduras para la ropa mientras los trabajadores se duchan. En los trabajos sucios o tóxicos se facilitarán los medios de limpieza y asepsia necesarios.

8.1.4. RETRETES

Existirán retretes con descarga automática de agua corriente y papel higiénico, en número de uno por cada 25 trabajadores o fracción. Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada. Si comunican con cuartos de aseo o pasillos que tengan ventilación al exterior se podrá suprimir el techo de las cabinas. No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas,

dormitorios o cuartos vestuarios. Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1,00 m. por 1,20 m. de superficie y 2,30 m. de altura, y dispondrán de una percha.

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior. Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en las debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

Se cuidará que las aguas residuales se alejen de las fuentes de suministro de agua de consumo. Las aguas residuales se acometerán directamente a la red de alcantarillado existente en la zona. Se limpiarán directamente con agua y desinfectantes, antisépticos y desodorantes y, semanalmente, con agua fuerte o similares.

8.1.5. COMEDORES

Estarán ubicados en lugares próximos a los de trabajo, pero separados de otros locales y de focos insalubres o molestos. La altura mínima de suelo a techo será de 2,60 m. Dispondrán de agua potable para la limpieza de vajillas y utensilios. Estarán provistos de mesas y asientos y dotados de vasos, platos y cubiertos para cada trabajador. Estarán provistos de fregaderos con agua corriente y de recipientes para depositar los desperdicios. Cuando no exista cocina contigua, se instalarán hornillos o cualquiera otro sistema para que los trabajadores puedan calentar su comida. Se mantendrán en buen estado de limpieza.

9. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA RELATIVA A LA SEGURIDAD Y SALUD

9.1. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS

La planificación de la obra deberá tener en cuenta la adecuada coordinación entre las diferentes fases o hitos de ejecución, entre los distintos servicios de la empresa principal y entre ésta y los diferentes suministradores y subcontratantes.

Las medidas preventivas que se recojan en el Plan de Seguridad y Salud deberán justificarse en base a las previsiones del Estudio de Seguridad y Salud y a los dispositivos y programación de trabajos y actividades previstas por la empresa para llevar a cabo la organización y ejecución de la obra.

A tales efectos, será preceptivo que en el Plan de Seguridad y Salud se incluya un diagrama de barras donde habrán de reflejarse:

- Fechas de inicio y terminación previstas para cada uno de los trabajos previos o preparatorios al inicio de la ejecución de la obra, con desglose de las distintas actividades que comprenden.
- Fechas de inicio y terminación previstas para cada uno de los trabajos y actividades relativos a la ejecución de la obra.
- En función de las previsiones anteriores, fechas de inicio y terminación de la ejecución de las distintas unidades de seguridad y salud y de puesta a disposición para ser utilizados, en el caso de las protecciones personales, así como tiempos de permanencia y fechas de retirada del tajo o de la obra.

Asimismo, se acompañará al programa reseñado justificación del mismo con indicación expresa, entre otras cosas, de:

- Maquinarias, equipos e instalaciones accesorias a disponer en la obra, especificando características, emplazamiento y tiempo de permanencia en obra.
- Número de trabajadores previstos para cada trabajo o actividad y simultaneidades de mano de obra como consecuencia de los solapes de distintas actividades.

Cuando durante el curso de la obra se plantee alterar, por parte de la empresa, la programación inicialmente prevista, habrá de ponerse en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud con antelación suficiente, a fin de que él mismo decida, antes del inicio de los trabajos afectados, sobre la necesidad, en su caso, de adecuar el Plan de Seguridad y Salud a la nueva programación.

9.2. MEDIDAS PREVIAS AL INICIO DE OBRAS

9.2.1. CONDICIONES GENERALES

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el presente Estudio.

A tales efectos, el empresario deberá comunicar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud la adopción de las medidas preventivas, a fin de que él pueda efectuar las comprobaciones pertinentes con carácter previo a la autorización del inicio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores.

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el empresario tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, almacenamiento (si hace al caso) de determinadas sustancias, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberán realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

9.2.2. INFORMACIÓN PREVIA

Antes de acometer cualquiera de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el empresario deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en

las condiciones de seguridad y salud requeridas. A tales efectos, recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

- Servidumbres o impedimentos de redes de instalaciones y servicios u otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.
- Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.
- Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.
- Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas, insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.
- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

9.2.3. INSPECCIONES Y RECONOCIMIENTOS

Con anterioridad al inicio de cualquier trabajo preliminar a la ejecución de la obra, se deberá proceder a efectuar las inspecciones y reconocimientos necesarios para constatar y complementar, si es preciso, las previsiones consideradas en el proyecto de ejecución y en el Estudio de Seguridad y Salud, en relación con todos aquellos aspectos que puedan influir en las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores. Habrán de llevarse a cabo, entre otros, las inspecciones y reconocimientos relativos principalmente a:

- Estado del solar o edificio, según se trate, y en especial de aquellas partes que requieran un tratamiento previo para garantizar las condiciones de seguridad y salud necesarias de los trabajadores.
- Estado de las construcciones colindantes o medianeras, en su caso, a los efectos de evaluar los riesgos que puedan causarse a los trabajadores o a terceros.

- Servidumbres, obstáculos o impedimentos aparentes y su incidencia en las condiciones de trabajo y en la salud de los trabajadores.
- Accesos a la obra de personas, vehículos, maquinarias, etc.
- Redes de instalaciones y su posible interferencia con la ejecución de la obra.
- Espacios y zonas disponibles para descargar, acopios, instalaciones y maquinarias.
- Topografía real del solar y su entorno colindante, accidentes del terreno, perfiles, talud natural, etc.

9.2.4. SERVICIOS AFECTADOS. IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él e interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable

Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalizará marcando su dirección, trazado y

profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

9.2.5. ACCESOS, CIRCULACIÓN INTERIOR Y DELIMITACIÓN DE LA OBRA

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas. Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada adecuadamente.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 50 y se aumentará el número de aquéllas o su anchura, por cada 50 trabajadores más o fracción, en 0,50 metros más.

Las puertas que no sean de vaivén se abrirán hacia el exterior. Cuando los trabajadores estuviesen singularmente expuestos a riesgos de incendio, explosión, intoxicación súbita u otros que exijan una rápida evacuación, serán obligatorias, al menos, dos salidas al exterior, situadas en lados distintos del recinto de la obra.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá ser

suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado. Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán mayores del 12 y 8 %, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen.

Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra.

Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

10.1. GENERALIDADES

Será requisito imprescindible, antes de comenzar cualquier trabajo, que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de seguridad pertinentes, recogidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado. En tal sentido deberán estar:

- Colocadas y comprobadas las protecciones colectivas necesarias, por personal cualificado.
- Señalizadas, acotadas y delimitadas las zonas afectadas, en su caso.
- Dotados los trabajadores de los equipos de protección individual necesarios y de la ropa de trabajo adecuada.
- Los tajos limpios de sustancias y elementos punzantes, salientes, abrasivos, resbaladizos u otros que supongan riesgos a los trabajadores.
- Debidamente advertidos, formados e instruidos los trabajadores.
- Adoptadas y dispuestas las medidas de seguridad de toda índole que sean precisas.

Una vez dispuestas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de prevención necesarias, habrán de comprobarse periódicamente y deberán mantenerse y conservarse adecuadamente durante todo el tiempo que hayan de permanecer en obra.

Las estructuras provisionales, medios auxiliares y demás elementos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos serán determinados por la Dirección Facultativa y no podrá comenzar la ejecución de ninguna unidad de obra sin que se cumpla tal requisito. Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra:

- Se seguirán en todo momento las indicaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa, en cuanto se refiere al proceso de ejecución de la obra.
- Se observarán, en relación con la salud y seguridad de los trabajadores, las prescripciones del presente Estudio, las normas contenidas en el Plan de

Seguridad y Salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control del mismo.

- Habrán de ser revisadas e inspeccionadas con la periodicidad necesaria las medidas de seguridad y salud adoptadas y deberán recogerse en el Plan de Seguridad y Salud, de forma detallada, las frecuencias previstas para llevar a cabo tal cometido.
- Se ordenará suspender los trabajos cuando existan condiciones climatológicas desfavorables (fuertes vientos, lluvias, nieve, etc.)
- Después de realizada cualquier unidad de obra:
- Se dispondrán los equipos de protección colectivos y medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.
- Se darán a los trabajadores las advertencias e instrucciones necesarias en relación con el uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como de las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.

Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del lugar o área de trabajo:

- Los equipos y medios auxiliares.
- Las herramientas.
- Los materiales sobrantes.
- Los escombros.

10.2. LUGARES DE TRABAJO

Los lugares de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

- El número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que, en su caso, pueden tener que soportar, así como su distribución y posibles empujes laterales.
- Las influencias exteriores que pudieran afectarles.

A los efectos anteriores, deberán poseer las estructuras apropiadas a su tipo de utilización y se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que pueden soportar o suspender.

En el caso de que el soporte y otros elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran una estabilidad intrínseca, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros, con el fin de evitar cualquier desplazamiento intempestivo o involuntario del conjunto o parte del mismo.

La estabilidad y solidez indicadas deberán verificarse periódicamente y, en particular, después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del lugar de trabajo.

Los lugares de trabajo deberán ser objeto del correspondiente mantenimiento técnico que permita la subsanación más rápida posible de las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, así como de la limpieza que garantice las condiciones de higiene adecuadas.

10.3. PUESTOS DE TRABAJO

El empresario deberá adaptar el trabajo a las condiciones de la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con vistas a atenuar el trabajo monótono y el trabajo repetitivo y a reducir sus efectos en la salud.

Los lugares y locales de trabajo deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su cometido sin riesgos para su salud y seguridad.

Dentro de lo posible, la superficie del puesto de trabajo deberá preverse de tal manera que el personal disponga de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades. Si no se pudiera respetar este criterio por razones inherentes al puesto de trabajo, el trabajador deberá poder disponer de otro espacio libre suficiente en las proximidades de su puesto de trabajo.

En los supuestos en que, por las características personales del trabajador, las condiciones de trabajo de su puesto habitual pudieran acarrear daños para su salud, aun habiéndose adoptado las medidas preventivas necesarias, el trabajador deberá ser cambiado a un puesto de trabajo compatible con su estado de salud, siempre que el mismo existiera en la obra, conforme a las reglas de movilidad funcional establecidas en el Estatuto de los Trabajadores.

La jornada laboral deberá estar en función del puesto de trabajo y habrá de ser adecuada a las características del trabajador, a las condiciones físico-ambientales y climatológicas y a los riesgos que entrañen las actividades a desarrollar.

- Los puestos de trabajo deberán estar acondicionados, en la medida de lo posible, de tal manera que los trabajadores:
- Estén protegidos contra las inclemencias del tiempo.
- Estén protegidos contra atrapamientos o caídas de objetos.
- No estén expuestos a niveles sonoros nocivos ni a otros factores exteriores nocivos, tales como: gases, vapores, polvo, neblinas contaminantes, etc.
- Puedan abandonar rápidamente su puesto de trabajo en caso de peligro o puedan recibir auxilio inmediatamente.
- No puedan resbalar o caerse.

Todos los trabajadores que intervengan en la obra deberán tener la capacitación y cualificación adecuadas a su categoría profesional y a los trabajos o actividades que hayan de desarrollar, de modo que no se permitirá la ejecución de trabajos por operarios que no posean la preparación y formación profesional suficientes, cuando ello pueda ser causa de riesgos para su salud o seguridad o para la del resto de los trabajadores.

Para la asignación de labores nocturnas y trabajos extraordinarios se seleccionará los trabajadores según su capacidad física y previa determinación de los límites generales y particulares.

10.4. ZONAS DE ESPECIAL RIESGO

Las zonas de la obra que entrañen riesgos especiales, tales como almacenes de combustible, centros de transformación, etc., deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en las mismas.

Se deberán tomar las medidas pertinentes para proteger a los trabajadores autorizados a penetrar en las zonas de peligro y podrán acceder a las zonas o recintos de riesgo grave y especifico sólo aquellos trabajadores que hayan recibido información adecuada.

Las zonas de peligro deberán estar señalizadas de modo claramente visible e inteligible y deberán delimitarse y señalizarse las áreas de prohibición expresa y condicionada.

10.5. ZONAS DE TRÁNSITO, COMUNICACIÓN Y VÍAS DE CIRCULACIÓN

Las zonas de tránsito y vías de circulación de la obra, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga, deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso, de tal manera que se puedan utilizar con facilidad, con toda seguridad y conforme al uso al que se las haya destinado. Hay que asegurarse de que los trabajadores empleados en las proximidades de dichas zonas de tránsito o vías de circulación no corran riesgo.

Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de materiales y elementos deberán estar previstas en función del número potencial de usuarios y del tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberán prever unas distancias de seguridad suficientes o medios de protección adecuados para los peatones.

Aquellos lugares de la obra por los que deban circular los trabajadores y que por lo reciente de su construcción, por no estar completamente terminados o por cualquier otra causa, ofrezcan peligro deberán disponer de pasos o pasarelas formadas por tablones de un ancho mínimo de 60 cm, u otros elementos similares, de modo que resulte garantizada la seguridad del personal que deba circular por ellos, a no ser que se acceda al área de que se trate con prohibición de paso por ella.

Las pasarelas situadas a más de 2 metros de altura sobre el suelo o piso tendrán una anchura mínima de 60 cm, deberán poseer un piso unido y dispondrán de barandillas de 90 cm de altura y rodapiés de 20 cm, también de altura.

Las pasarelas deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Se tendrá un especial cuidado en no cargar los pisos o forjados recién construidos con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

Se procurará no cargar los pisos o plataformas de trabajo más que en la medida de lo indispensable para la ejecución de los trabajos, procediendo a la elevación de los materiales de acuerdo con estas necesidades.

Los huecos y aberturas para la elevación de materiales y, en general, todos los practicados en los pisos de la obra y que por su especial situación resulten peligrosos serán

convenientemente protegidos mediante barandillas sólidas, mallazos u otros elementos análogos, sólidos y estables, de acuerdo con las necesidades del trabajo.

Las escaleras que pongan en comunicación las distintas plantas o pisos de la obra deberán salvar, cada una, sólo la altura entre dos pisos inmediatos. Podrán ser de fábrica, metálicas o de madera, siempre que reúnan las condiciones suficientes de resistencia, amplitud y seguridad y estarán debidamente protegidos los lados abiertos.

Cuando sean escaleras de mano, de madera, sus largueros serán de una sola pieza. No se admitirá, por tanto, empalme de dos escaleras, y los peldaños deberán ir bien ensamblados, sin que se permita que vayan solamente clavados.

Las vías de circulación destinadas a vehículos y máquinas deberán estar situadas a distancia suficiente de las puertas, accesos, pasos de peatones, pasillos y escaleras. Las zonas de tránsito y vías de circulación deberán mantenerse en todo momento libres de objetos u obstáculos que impidan su utilización adecuada y puedan ser causa de riesgo para los trabajadores y habrán de estar, asimismo, claramente marcadas y señalizadas y suficientemente iluminadas.

Ninguna puerta de acceso a los puestos de trabajo o a las distintas plantas permanecerá cerrada de manera que impida la salida durante los periodos de trabajo. Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus peldaños, sino sobre descansillos o rellanos de igual anchura a la de aquéllos. Todas aquellas zonas que se queden sin protección estarán condenadas para evitar acercamientos peligrosos. Y ello, con la debida señalización.

10.6. TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES

La manipulación y almacenamiento de sustancias susceptibles de producir polvos, emanaciones, olores, gases o nieblas corrosivas, o radiaciones, que especialmente pongan en peligro la salud o la vida de los trabajadores, se efectuará en locales o recintos aislados y por el menor número de trabajadores posible, adoptando las debidas precauciones, salvo que los Reglamentos de aplicación no prescriban lo contrario.

La utilización de esas sustancias se realizará preferentemente en aparatos cerrados, que impidan la salida al medio ambiente del elemento nocivo y si esto no fuera posible, las emanaciones, nieblas, vapores y gases que produzcan se captarán por medio de aspiración en

su lugar de origen, para evitar su difusión. Se instalará, además, un sistema de ventilación general eficaz, natural o artificial, que renueve constantemente el aire de estos locales.

En las grandes fugas o escapes de gases producidos por accidentes o roturas de las instalaciones, máquinas, envases o útiles, se adoptarán las siguientes precauciones:

- Los trabajadores evacuarán el local o recinto ordenadamente y con la máxima rapidez.
- Se aislará el peligro para evitar su propagación.
- Se atacará el peligro por los medios más eficaces.

En las dependencias, locales, recintos o lugares de la obra donde se manipulen, almacenen, produzcan o empleen sustancias que originen riesgos específicos se indicará el peligro potencial con caracteres llamativos y las instrucciones a seguir para evitar accidentes o atenuar sus efectos.

El personal empleado en trabajos con riesgos especiales será previamente instruido por técnicos competentes y deberá demostrar su suficiencia mediante un examen o prueba teórico práctica. Los recipientes que contengan sustancias explosivas, corrosivas, tóxicas o infecciosas, irritantes o radioactivas serán rotulados ostensiblemente, indicando su contenido y las precauciones para su empleo y manipulación por los trabajadores que deban utilizarlos.

Se evitarán los olores persistentes o especialmente molestos mediante los sistemas de captación y expulsión más eficaces y, si fuera imposible, se emplearán obligatoriamente máscaras respiratorias. En los recintos de la obra donde se fabriquen, depositen o manipulen sustancias pulvígenas perniciosas para los trabajadores se eliminarán las mismas por el procedimiento más eficaz y se dotará a los trabajadores expuestos a tal riesgo de máscaras respiratorias y protección de la cabeza, ojos y partes desnudas de la piel.

Los trabajadores expuestos a sustancias corrosivas, irritantes, tóxicas e infecciosas o a radiaciones peligrosas deberán estar provistos de ropas de trabajo y elementos de protección personal adecuados y serán informados verbalmente y por medio de instrucciones escritas de los riesgos inherentes a su actividad y medios previstos para su defensa.

10.7. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO Y TRÁNSITO

Todos los lugares de trabajo o de tránsito tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones o trabajos que se efectúen. Se empleará siempre que sea posible la iluminación natural. Se deberá intensificar la iluminación de máquinas, aparatos y dispositivos peligrosos, lugares de trabajo y de tránsito con riesgo de caídas, escaleras y salidas de urgencia o de emergencia.

Se deberá graduar la luz en los lugares de acceso a zonas de distinta intensidad luminosa. Cuando exista iluminación natural se evitarán, en lo posible, las sombras que dificulten los trabajos a realizar.

Se procurará que la intensidad luminosa en cada zona de trabajo sea uniforme, con evitación de los reflejos y deslumbramientos al trabajador.

En las zonas de trabajo y de tránsito que carezcan de iluminación natural, cuando ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten los trabajos, de modo que supongan riesgos para los trabajadores, o durante las horas nocturnas, se empleará la iluminación artificial. Se utilizarán, en su caso, puntos de luz portátiles provistos de protecciones antichoque, focos u otros elementos que proporcionen la iluminación requerida para cada trabajo.

Cuando la índole del trabajo exija la iluminación artificial intensa en un lugar determinado, se combinarán la iluminación general con otra complementaria, adaptada a la labor que se efectúe y dispuesta de tal modo que se eviten deslumbramientos.

Se evitarán los contrastes fuertes de luz y sombras para poder apreciar los objetos en sus tres dimensiones, prohibiéndose el empleo de fuentes de luz que produzcan oscilaciones en la emisión del flujo luminoso.

La iluminación artificial deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del lugar de trabajo ni presentar ningún peligro de incendio o explosión.

En los locales y lugares de trabajo con riesgo de incendio o de explosión por el género de sus actividades, sustancias almacenadas o ambientes peligrosos, la iluminación será antideflagrante.

Se dispondrá de iluminación de emergencia adecuada a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente y capaz de mantener al menos durante una

hora una intensidad de cinco lux. Su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

Los locales, lugares de trabajo y zonas de tránsito en que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán disponer de una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

10.8. RUIDO Y VIBRACIONES

Los ruidos y vibraciones se evitarán y reducirán, en lo posible, en su foco de origen, tratando de aminorar su propagación a los lugares de trabajo.

El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones se realizará con las técnicas más eficaces, a fin de lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, tales como bancadas cuyo peso sea superior de 1,5 a 2,5 veces al de la máquina que soportan, por aislamiento de la estructura general o por otros recursos técnicos.

Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones molestas se aislarán adecuadamente.

Se extremará el cuidado y mantenimiento de las máquinas y aparatos que produzcan vibraciones molestas o peligrosas para los trabajadores y muy especialmente los órganos móviles y los dispositivos de transmisión de movimiento de las vibraciones que generen aquéllas.

l control de los ruidos agresivos en los lugares de trabajo no se limitará al aislamiento del foco que los produce, sino que también deberán adoptarse las prevenciones técnicas necesarias para evitar que los fenómenos de reflexión y resonancia alcancen niveles peligrosos para la salud de los trabajadores.

A partir de los 80 decibelios y siempre que no se logre la disminución del nivel sonoro por otros procedimientos, se emplearán obligatoriamente dispositivos de protección personal, tales como tapones auditivos, cascos, etc., y a partir de los 110 decibelios se extremará tal protección para evitar totalmente las sensaciones dolorosas o graves.

Las máquinas o herramientas que originen trepidaciones deberán estar provistas de horquillas u otros dispositivos amortiguadores y al trabajador que las utilice se le proveerá de equipo de protección antivibratorio.

Las máquinas operadoras automóviles que produzcan trepidaciones o vibraciones estarán provistas de asientos con amortiguadores y sus conductores se proveerán de equipo de protección personal adecuado, como gafas, guantes, etc.

10.9. ORDEN Y LIMPIEZA DE LA OBRA

Las vías de circulación interna, las zonas de tránsito y los locales y lugares de trabajo, así como los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, deberán mantenerse siempre en buen estado de salubridad y salud, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias.

Los suelos de las vías de circulación interior y zonas de tránsito, así como los de los locales y lugares de trabajo, deberán estar siempre libres de obstáculos, protuberancias, agujeros, elementos punzantes o cortantes, sustancias resbaladizas y, en general, de cualquier elemento que pueda ser causa de riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

En los locales y lugares de trabajo y las zonas de tránsito susceptibles de producir polvo, la limpieza se efectuará por medios húmedos cuando no sea peligroso, o mediante aspiración en seco cuando el proceso productivo lo permita. Todos los locales y lugares de trabajo deberán someterse a una limpieza periódica, con la frecuencia necesaria. Cuando el trabajo sea continuo se extremarán las precauciones para evitar efectos desagradables o nocivos del polvo y residuos y los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.

Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos cuya utilización ofrezca mayor peligro. El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasas u otras materias resbaladizas.

Los operarios encargados de la limpieza de los locales, lugares de trabajo o de elementos de las instalaciones de la obra, que ofrezcan peligro para su salud al realizarla, serán provistos del equipo protector adecuado. Los aparatos, máquinas e instalaciones deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza por los trabajadores encargados de su manejo.

Como líquidos de limpieza o desengrasado, se emplearán, preferentemente, detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar en las proximidades, lo que se advertirá convenientemente.

10.10. VERTIDO Y RETIRADA DE ESCOMBROS

Las áreas de desescombrado deberán acotarse de manera bien visible, para que nadie, descuidadamente, pase bajo las mismas. Si se utilizan los huecos de patio o de ascensor para tal operación, ello será de manera exclusiva, dejándose bien señalizada la prohibición del paso. Los escombros, antes de sacarlos, deberán humedecerse ligeramente. Caso de que los lugares por donde deban tirarse los escombros presenten riesgo de caída al vacío de los operarios que realizan la operación, deberán disponerse elementos de protección, tales como barandillas o apantallamientos. Otra solución alternativa puede ser la de dejar pequeños huecos en la parte inferior de los cerramientos. Cuando la operación se realice desde varias plantas de altura, será preferible la utilización de conductos o "trompas de elefante", las cuales se fijarán debidamente a cada forjado y tendrán su extremo inferior algo inclinado, con intento de reducir, en lo posible, la velocidad de caída de los materiales.

10.11. EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas de organización del trabajo. En cualquier caso, los equipos deberán ser adecuados para la protección de los riesgos y tener en cuenta las condiciones existentes en el lugar de trabajo y las circunstancias personales del trabajador, debiéndose adecuar al mismo tras los necesarios ajustes.

Antes de la utilización y disponibilidad de los equipos de protección habrán de llevarse a cabo las verificaciones oportunas al objeto de comprobar su idoneidad. Asimismo, deberá llevarse a cabo el mantenimiento periódico y el control del funcionamiento de las instalaciones, elementos y dispositivos de seguridad.

Los elementos para la protección de los trabajadores serán instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por los fabricantes y suministradores. Deberá proporcionarse a los trabajadores la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de uso y mantenimiento.

10.12. EQUIPOS DE TRABAJO

Los equipos de trabajo habrán de ser adecuados a la actividad que deba realizarse con ellos y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la protección de los trabajadores durante su utilización o la reducción al mínimo de los riesgos existentes. Deberán ser objeto de verificación previa y del adecuado control periódico y mantenimiento, que los conserve durante todo el tiempo de su utilización para el trabajo en condiciones de seguridad.

La maquinaria, equipos y útiles de trabajo deberán estar provistos de las protecciones adecuadas y habrán de ser instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por los suministradores, de modo que se asegure su uso sin riesgos para los trabajadores. Deberán proporcionarse a los trabajadores la información e instrucciones necesarias sobre restricciones de uso, emplea, conservación y mantenimiento de los equipos de trabajo, para que su utilización se produzca sin riesgo para los operarios.

10.13. IZADO DE CARGAS

10.13.1. CONDICIONES PREVIAS

- **Área de trabajo**: Deberá evitarse el paso de personas bajo cargas en suspensión y, siempre que sea posible, deberá acotarse la zona de izado de las cargas.
- **Izado de materiales sueltos**: Para el izado a las distintas plantas de la obra de materiales sueltos, tales como bovedillas, tejas, ladrillos, etc., se usarán bateas cuyos laterales dispongan de una protección a base de mallazo o de chapa, que evite que las cargas puedan salirse.
- En ningún caso las cargas sobrepasarán los bordes de las bateas.
- **Izado de paquetes de ladrillos**: Los paquetes de ladrillos con envoltura plastificada no podrán izarse directamente, sin apoyarse previamente sobre palets de madera o metálicos y deberán atarse, además, con flejes o elementos similares, que eviten su vuelco.
- **Carga de materiales de desarrollo longitudinal**: Para la elevación de puntales, tablones, viguetas... y materiales de similares características, se

realizará un previo atado de las piezas para impedir que puedan deslizarse y, por tanto, caerse piezas del conjunto de la carga.

- **Elevación de hormigón**: Para elevación de pastas (morteros, hormigones...) se usarán cubos con compuerta de descarga y patas de apoyo. Su llenado no rebosará el borde.

10.13.2. CONDICIONES DURANTE LOS TRABAJOS

En cada planta se dispondrán viseras en voladizo para facilitar la recogida de cargas. Estas viseras, en plantas sucesivas, se colocarán alternadas para evitar interferencias de unas con otras. En el Plan de Seguridad y Salud deberán figurar sus ubicaciones. Los operarios que deban recoger las cargas en cada planta deberán usar cinturón de seguridad, salvo que existan barandillas de seguridad que protejan el hueco. En cualquier caso, como medida complementaria, el operario podrá usar alargaderas que le faciliten el acercamiento de las cargas, si bien su longitud deberá quedar limitada para evitar caídas al vacío.

Se darán instrucciones para que no se dejen cargas suspendidas sobre otros operarios, ni sobre zonas del exterior de la obra que puedan afectar a personas, vehículos u otras construcciones. El gruista se colocará en lugar que tenga suficiente visibilidad y si ello no fuera posible utilizará el auxilio de otras personas que le avisen por sistemas de señales preestablecidos. Este extremo se recoge en otro apartado de este Pliego. Se prohibirá permanecer bajo las cargas suspendidas por las grúas. Se suspenderán los trabajos cuando haya fuertes vientos.

10.13.3. CONDICIONES POSTERIORES A LOS TRABAJOS

No se dejarán materiales sueltos en los bordes de los forjados salvo que se adopten medidas concretas que eviten los vuelcos o caídas de los materiales al vacío.

10.13.4. PROTECCIÓN DE HUECOS

- **Verticales.**

Los lados abiertos de paredes (fachadas, patios, ascensores...) estarán protegidos mediante cualquiera de estos sistemas: Como medidas alternativas podrán utilizarse:

- Barandillas de 90 cm. de altura y rodapiés de 15 cm., también de altura. Se cubrirá el hueco intermedio por otra barra o listón intermedio.
- Mallazos de 90 cm. de altura, fijados a elementos resistentes de la obra: Forjados y paredes o pilares.
- Tabicados provisionales de 90 cm. de altura mínima.

La resistencia de estos dispositivos deberá ser suficiente para resistir una carga de 150 Kg/ml.

➢ **Horizontales.**

En aquellas zonas en que existan huecos de forjados y circulación de personas deberá adoptarse cualquiera de las siguientes soluciones alternativas:

- Entablados colocados de manera que no se puedan deslizar y cubran la totalidad del hueco.
- Barandillas constituidas por pasamanos a 90 cm. de altura, rodapiés de 15 cm. de altura y una barra o listón intermedio que cubra el hueco existente entre ambos. Estas barandillas, que se fijarán mediante puntales o soportes sujetos al forjado, deberán ser capaces de resistir cargas equivalentes a 150 Kg.
- Mallazos con las barras sujetas al forjado desde el momento del hormigonado. Esta protección sólo se podrá utilizar para evitar caídas de personas.

11. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PARA SUMINISTROS PROVISIONALES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

11.1. GENERALIDADES

Las instalaciones deberán realizarse de forma que no constituyan un peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas queden protegidas de manera adecuada contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Para la realización y selección de material y de los dispositivos de prevención de las instalaciones provisionales, se deberán tomar en consideración el tipo y la potencia de energía distribuida, las condiciones de influencia exteriores y la competencia de las personas que tengan acceso a las diversas partes de la instalación.

Las instalaciones de distribución de obra, especialmente las que estén sometidas a influencias exteriores, deberán ser regularmente verificadas y mantenidas en buen estado de funcionamiento. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán ser identificadas, verificadas y quedar claramente indicadas.

11.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

11.2.1. PERSONAL INSTALADOR

El montaje de la instalación deberá efectuarlo, necesariamente, personal especializado. Hasta 50 kW podrá dirigirlo un instalador autorizado sin título facultativo. A partir de esa potencia la dirección de la instalación corresponderá a un técnico titulado.

Una vez finalizado el montaje y antes de su puesta en servicio, el contratista deberá presentar al Técnico responsable del seguimiento del Plan de Seguridad la certificación acreditativa de lo expuesto en el párrafo anterior.

11.2.2. UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Se colocarán en lugares sobre los que no exista riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores, salvo que se utilice una protección específica que evite los riesgos de tal contingencia. Esta protección será extensible tanto al lugar en que se ubique cada cuadro cuanto a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

Todos los cuadros de la instalación eléctrica provisional estarán debidamente separados de los lugares de paso de máquinas y vehículos y siempre dentro del recinto de la obra. El acceso al lugar en que se ubique cada uno de los cuadros estará libre de objetos y materiales que entorpezcan el paso, tales como escombros, áreas de acopio de materiales, etc.

La base sobre la que pisen las personas que deban acceder a los cuadros para su manipulación estará constituida por una tarima de material aislante, elevado del terreno al menos 25 cm, para evitar los riesgos derivados de posibles encharcamientos.

Existirá un cuadro general del que se tomarán las derivaciones para otros auxiliares, facilitando así la conexión de máquinas y equipos portátiles y evitando tendidos eléctricos largos. Dentro de lo posible, el cuadro general se colocará en lugar próximo a las oficinas de obra o en el que estén las personas encargadas del mantenimiento de la instalación.

11.2.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS

Los distintos elementos de todos los cuadros -principal y secundarios o auxiliares se colocarán sobre una placa de montaje de material aislante. Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas para evitar contactos peligrosos. En el cuadro principal -o de origen de la instalación se dispondrán dos interruptores diferenciales: uno para alumbrado y otro para fuerza. La sensibilidad de los mismos será de:

- Para la instalación de alumbrado: 30 mA
- Para la instalación de fuerza: 300 mA

El sistema de protección, en origen, se complementará mediante interruptores magnetotérmicos, para evitar los riesgos derivados de las posibles sobrecargas de líneas. Se colocará un magnetotérmico por cada circuito que se disponga. El conjunto se ubicará en un

armario metálico, cuya carcasa estará conectada a la instalación de puesta a tierra y que cumpla, según las normas U.N.E., con los siguientes grados de protección:

- Contra la penetración de cuerpos sólidos extraños: A.P.S.
- Contra la penetración de líquidos: I.P.S.
- Contra impactos o daños mecánicos: L.P.S.

El armario dispondrá de cerradura, cuya apertura estará al cuidado del encargado o del especialista que sea designado para el mantenimiento de la instalación eléctrica. Los cuadros dispondrán de las correspondientes bases de enchufe para la toma de corriente y conexión de los equipos y máquinas que lo requieran. Estas tomas de corriente se colocarán en los laterales de los armarios, para facilitar que puedan permanecer cerrados. Las bases permitirán la conexión de equipos y máquinas con la instalación de puesta a tierra.

Podrá excluirse el ubicar las bases de enchufe en armarios cuando se trate de un cuadro auxiliar y se sitúe en zonas en las que no existan los riesgos que requieran los antes citados grados de protección. Las tomas de corriente irán provistas de un interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

En el caso de máquinas de elevación y transporte, la instalación, en su conjunto, se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor de corte omnipolar general, accionado a mano y colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugar fácilmente accesible desde el suelo, en el mismo punto en que se sitúe el equipo eléctrico de accionamiento, y será fácilmente identificable mediante rótulo indeleble.

11.2.4. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Las estructuras de máquinas y equipos y las cubiertas de sus motores cuando trabajen a más de 24 voltios y no posean doble aislamiento, así como las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de cajas o sobre ellas, deberán estar conectadas a la instalación de puesta a tierra.

La resistencia a tierra estará en función de la sensibilidad del interruptor diferencial del origen de la instalación. La relación será, en obras o emplazamientos húmedos: Interruptor Diferencial de 30 mA y Rt 800 e Interruptor Diferencial de 30 mA y Rt 80.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos. Se

prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Las condiciones mínimas de los elementos constitutivos de la instalación deberán ajustarse a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción 039. Los electrodos podrán ser de cobre o de hierro galvanizado y usarse en forma de pica o placas. En el caso de picas:

- El diámetro mínimo de las de cobre será de 14 mm.
- El diámetro exterior mínimo de las de hierro galvanizado será de 25 mm.
- La longitud mínima, en ambos casos, será de 2 m.

En el caso de placas:

- El espesor mínimo de las de cobre será de 2 mm.
- El espesor mínimo de las de hierro galvanizado será de 2,5 mm.
- En ningún caso, la superficie útil de la placa será inferior a 0,5 m2.

El uso de otros materiales deberá estar ajustado a las exigencias del antes citado Reglamento y ser objeto de cálculo adecuado, realizado por técnico especialista. Aquellos electrodos que no cumplan estos requisitos mínimos serán rechazados. El terreno deberá estar tan húmedo como sea posible.

11.2.5. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Las líneas aéreas con conductores desnudos destinados a la alimentación de la instalación temporal de obras sólo serán permitidas cuando su trazado no transcurra por encima de los locales o emplazamientos temporales que, además, sean inaccesibles a las personas, y la traza sobre el suelo del conductor más próximo a cualquiera de éstos se encuentre separada de los mismos 1 m. como mínimo.

En caso de conductores aislados no se colocarán por el suelo, en zonas de paso de personas o de vehículos, ni en áreas de acopio de materiales. Para evitarlo, en tales lugares se colocarán elevados y fuera del alcance de personas y vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente. Esta preocupación se hará extensiva a las zonas encharcadas o con riesgo de que se encharquen.

Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe. Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

Los conductores aislados, utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores, serán de 1.000 voltios de tensión normal, como mínimo, y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible, aislados con elastómeros o plásticos de 440 voltios, como mínimo, de tensión nominal.

11.2.6. LÁMPARAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

Estos equipos dispondrán de:

- Mango aislante.
- Dispositivo protector mecánico de la lámpara.

Su tensión de alimentación no podrá ser superior a 24 voltios (tensión de seguridad), a no ser que sea alimentada por un transformador de separación de circuitos.

11.2.7. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE ACCIONAMIENTO ELECTRICO

Todos los equipos y herramientas de accionamiento eléctrico que se utilicen en obra tendrán su placa de características técnicas en buen estado, de modo que sus sistemas de protección puedan ser claramente conocidos. Todas las máquinas de accionamiento eléctrico se desconectarán tras finalizar su uso, aunque la paralización sea por corto espacio de tiempo, si quedan fuera de la vigilancia del operario que la utiliza.

Cada operario deberá estar advertido de los riesgos que conlleva cada máquina. En ningún caso se permitirá su uso por personal inexperto. Cuando se empleen máquinas en lugares muy conductores, la tensión de alimentación no será superior a 24 voltios, si no son alimentados por un transformador de separación de circuitos.

11.2.8. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, comprobándose:

Funcionamiento de interruptores diferenciales y magnetotérmicos.

Conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra. Asimismo, se verificará la continuidad de los conductores a tierra.

El grado de humedad de la tierra en que se encuentran enterrados los electrodos de puesta a tierra.

Que los cuadros eléctricos permanecen con la cerradura en correcto estado de uso.

Que no existen partes en tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares y en los de las distintas máquinas.

Cada vez que entre en la obra una máquina de accionamiento eléctrico deberá ser revisada respecto a sus condiciones de seguridad. Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe. Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

Los conductores aislados, utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores, serán de 1.000 voltios de tensión normal, como mínimo, y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible, aislados con elastómeros o plásticos de 440 voltios, como mínimo, de tensión nominal.

11.3. INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

La empresa constructora facilitará a su personal agua potable, disponiendo para ello grifos de agua corriente distribuidos por diversos lugares de la obra, además de las zonas de comedor y servicios. Todos los puntos de suministro se señalizarán y se indicará claramente si se trata de agua potable o no potable. Caso de no existir agua potable, se dispondrá de un servicio de agua potable con recipientes limpios, preferentemente plásticos por sus posibilidades de limpieza y para evitar roturas fáciles.

En caso de duda de la potabilidad, se solicitarán los pertinentes ensayos a un laboratorio homologado, prohibiéndose su consumo hasta la confirmación de su condición de apta para el consumo humano. Hasta entonces, se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado anterior. Si hay conducciones de agua potable y no potable, se extremarán las precauciones para evitar la contaminación.

12. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS Y ACTUACIONES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

12.1. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

12.1.1. MÁQUINAS Y EQUIPOS

- **CARRETILLA MECÁNICA (DUMPER)**
  - **Máquina**

El asiento y los mandos deberán reunir condiciones ergonómicas para la conducción. Deberá poseer pórtico de seguridad, con resistencia tanto a la deformación como a la compresión. Todos los órganos de dirección y frenado estarán en buenas condiciones de uso. En los de tipo de arranque manual mediante manivela, ésta tendrá la longitud necesaria y la forma adecuada para que en su giro no golpee a elementos próximos de la máquina.

  - **Manipulación**

El maquinista del vehículo deberá poseer el permiso de conducir clase B2. Esta medida es aconsejable incluso para el tránsito en el interior de la obra. Para girar la manivela del arranque manual, se cogerá colocando el dedo pulgar del mismo lado que los demás de la mano. Una vez utilizada la manivela en el arranque, será sacada de su alojamiento y guardada en un lugar reservado en el mismo vehículo. Quedará totalmente prohibida la conducción sin previa autorización de la empresa. Para la conducción, el maquinista hará uso de botas con suelas antideslizantes, guantes de cuero, casco de seguridad no metálico clase N, con barbuquejo, y cinturón antivibratorio.

Es obligatorio en la conducción del dumpers no exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra. Cualquier anomalía observada en el manejo del dumpers se pondrá en conocimiento de la persona responsable, para que sea corregida a la mayor brevedad posible, y si representa un riesgo grave de accidente se suspenderá su servicio hasta que sea reparada.

Cuando se observe una actitud peligrosa del maquinista, en su forma de conducción y empleo de la máquina, será sustituido de inmediato. Queda prohibido que viajen otras personas sobre la máquina si ésta no está configurada y autorizada para ello.

Las zonas por donde circulen estos vehículos no presentarán grandes irregularidades en su superficie. No se debe circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos, y al 30% en terrenos secos.

El remonte de pendientes bajo carga se efectuará marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelcos. Para el vertido de tierras o materiales a pie de zanjas, pozos, vacíos o taludes, deberán colocarse topes que impidan su total acercamiento y que aseguren el no vuelco de la máquina sobre la excavación.

Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el cubilote del dumpers. Antes de iniciar la marcha de la máquina se revisará la carga en cuanto a peso y disposición, de modo que sea admisible, no desequilibre la máquina ni presente riesgo de derrumbe.

Se prohíbe el colmo de la carga que impida la correcta visión para el conductor. Nunca será abandonado un dúmper en marcha. Si el motivo por el que se incurre en esta temeridad es un fallo en su sistema de nuevo arranque, será retirado de inmediato a taller para ser reparado.

El abandono siempre se hará a máquina parada, enclavada y, en caso necesario, calzada para su fijación. Para circular la máquina por vía pública estará autorizada por la empresa, dispondrá de los pertinentes permisos y su conducción se hará respetando las normas marcadas por el Código de Circulación.

- **Mantenimiento**

Al terminar el trabajo, el vehículo será limpiado de materias adheridas con agua. Las revisiones y reparaciones de la máquina serán realizadas por personal especializado. No se deberán realizar reparaciones improvisadas por personas no cualificadas. Las máquinas serán engrasadas, observados sus niveles y mantenido en buenas condiciones de uso su sistema de arranque y frenado. Es aconsejable la existencia de un libro de mantenimiento donde se anoten los datos de incidencias observadas en su conducción, mantenimiento, reparaciones y comportamiento de las pruebas realizadas una vez reparado.

- **CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES**

Todos los vehículos dedicados a transporte de materiales deberán estar en perfectas condiciones de uso. La empresa se reserva el derecho de admisión en función de la puesta al día de la documentación oficial del vehículo, en especial en referencia a las revisiones obligatorias de la ITV. Son extensivas a este tipo de vehículos las exigencias y normas dadas en el punto correspondiente a los aspectos generales de las máquinas.

Las cargas se repartirán sobre la caja con suavidad, evitando descargas bruscas y desde altura considerable que desnivele la horizontalidad de la carga y esfuerce más unas zonas que otras del camión. El "colmo de la carga" se evitará. Cuando la carga sea de materiales sólidos, la altura máxima será en función de la altura de galibo permisible, la menor de las permitidas en el exterior o en el interior de la obra. Cuando el material sea disgregado, el montículo de carga formará una pendiente máxima, por todos sus lados, del 5 %.

Se procurará que las cargas dispuestas a vertedero vayan húmedas, al objeto de evitar la formación de polvaredas. Es necesario cubrir mediante malla fina las cargas de materiales sueltos durante su transporte exterior de obra, para evitar derrames y riesgos derivados de los materiales caídos.

En ningún caso el conductor del vehículo abandonará éste con el motor en marcha o sin inmovilizar debidamente. Los materiales sueltos o disgregados deberán ir cubiertos de manera que se evite su derrame durante el transporte.

- **CAMIÓN HORMIGONERA**

Son de aplicación aquí las medidas preventivas expresadas para las máquinas en general y los camiones de transporte de materiales. El llenado de la cuba deberá ser aquél que, respetando la capacidad de servicio, no derrame material en operaciones simples, como son el traslado en superficies de medias irregularidades y el frenado normal del vehículo.

Los accesos a los tajos serán firmes, para evitar aterramientos. Las pendientes de posibles rampas de acceso a los tajos no serán superiores al 20%. Se utilizarán tablones o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso. Los operarios que manejen la canaleta en la operación de vertido desde el exterior de una excavación evitarán, en lo posible, estar situados a una distancia de su borde inferior a 60 cm.

Queda expresamente prohibido estacionar los vehículos-hormigonera a una distancia menor de 2 metros del borde de una excavación en profundidad, sin ningún medio de protección. En caso de ser necesaria una aproximación mayor será necesaria la entibación de la

zona afectada. Se dispondrán topes sólidos de acercamiento para el vertido de hormigón sobre zanjas, pozos o excavaciones en general que guarden la distancia de seguridad de acercamiento.

- **GRUA TORRE**
  - **Emplazamiento**

El emplazamiento de la grúa obedecerá no sólo a razones de rentabilidad, sino que llevará de manera implícita razones de seguridad, sopesándose más estas últimas en caso de riesgo grave. Al ubicar una grúa se procurará evitar las interferencias con los barridos de otras. Si ello no fuera factible, se establecerán los distintos niveles de altura en orden a la planificación y suministro de la obra o, en su caso, cuando coincidan en altura, manteniendo las plumas su plano de interferencia, se dispondrán limitadores de recorrido angular que eviten tales solapes.

Nunca existirá interferencia libre entre la pluma de una grúa y los mástiles de otras o cualquier elemento fijo de obra o edificios colindantes. Cuando exista una línea eléctrica en alta tensión y algunos de los elementos o carga de la grúa pudiera contactar con ella, deberá gestionarse en primer lugar el desvío de la misma. Si ello no fuese posible, se adoptará una de las dos soluciones siguientes: establecer o mantener la distancia mínima de seguridad en función de la tensión de la línea, bien sea mediante un nuevo emplazamiento de la grúa o mediante limitadores de recorrido o establecer una pantalla sólida y eficaz que impida el contacto de los elementos o carga de la grúa con la línea.

La distancia de seguridad vendrá dada por la fórmula D = 5,3 + U/150, siendo "U" la tensión de la línea en Kv.; el resultado vendrá expresado en m. y su valor no será inferior a cinco metros. En su emplazamiento, los elementos más salientes de la base de la grúa distarán al menos 0,90m. de la edificación, de forma que se acceda alrededor de toda la base.

  - **Cimentación de apoyo**

Se aconseja, preferentemente, la cimentación en viga corrida de hormigón armado bajo los raíles. También es admisible el sistema tradicional de balastro de piedra machacada y traviesas de madera u hormigón para apoyo de los raíles. Del sistema adoptado se dará conocimiento a la Dirección Facultativa. Cualquiera de los sistemas anteriormente descritos necesita de un previo acondicionamiento del terreno de base, nivelado y apisonado, de modo que se transmitan y absorban por el terreno los esfuerzos y reacciones dados por la máquina.

Periódicamente y en especial cuando sea adversa la climatología, se revisará si el terreno ha tenido asentamiento y, en consecuencia, la cimentación, en particular si el terreno es

arcilloso o de relleno. La verificación de la nivelación se hará sobre las dos vías, a lo largo de ellas y de una a otra. Tanto la cimentación con vigas de hormigón como con balastro de piedra machacada, superarán sus extremos en 1,00 m. el largo de raíles.

➢ Vías de rodadura

El tipo de raíl se ajustará, para cada grúa, al establecido por el fabricante de la máquina. El tendido de la vía debe ser totalmente paralelo y horizontal y deberá cumplir lo siguiente:

- La distancia entre ejes de ralles será igual al ancho de vía teórico +,5 mm.
- La superficie de rodado de una misma fila de raíles no debe presentar irregularidades de nivel superiores a 1/1.000 de una longitud igual a la distancia entre eje de vía.
- La diferencia de altura entre las dos filas de raíles de una misma vía no será superior a 1/1.000 de la distancia entre eje de vía.
- El desnivel de un rail a otro en su junta no será superior a 2 mm.
- La separación en juntas entre raíles será de 5 mm. como máximo.
- La vía de rodadura dispondrá de topes finales de recorrido situados, al menos, 1 m. antes de su término. Su número será de cuatro en cada extremo de los dos raíles. Los topes serán de origen de la máquina, nunca improvisados. Su altura sobre el raíl no será inferior a los 2/3 del diámetro del galet. Los dos topes de un mismo extremo estarán alineados perfectamente sobre la misma vertical a los raíles.

Siempre que el carro de base de una grúa vaya a estar fijo, o ésta esté fuera de servicio, deberá ser fijada mediante las mordazas o pinzas a los raíles. Las mordazas de fijación estarán instaladas desde un principio en buenas condiciones de uso.

➢ Lastrado de base

Los cajones contenedores del lastre serán de tipo metálicos con forma y capacidad de origen. Cuando éstos no sean de origen, se realizarán de acuerdo con las normas solicitadas y dadas, a su vez, por el fabricante de la máquina en cuanto a los datos de dimensiones, capacidad, solidez, estanqueidad, seguridad y montaje. Cuando se ejecuten de madera se vigilará la continuidad de sus tableros para evitar la fuga del material suelto del lastrado. Queda

totalmente prohibida la utilización del material de lastrado que esté cumpliendo su función para otra cuestión distinta.

El material de lastrado será homogéneo en cuanto a origen y densidad aparente. Sus características no variarán con el tiempo. Cuando se utilicen para el lastrado piezas de forma prismática de hormigón, estarán apiladas correctamente de manera que no exista el riesgo de derrumbe. El lastrado de base de la grúa no se dispondrá nunca con materiales que puedan ser arrastrados por el agua, con reducción de cantidad y peso y con riesgo de la estabilidad del conjunto.

- **Pluma y contrapluma**

La pluma deberá instalarse para realizar su barrido, como mínimo, 4,50 m. por encima del nivel máximo que ha de alcanzar la construcción. Si existen dentro del radio de acción de la grúa edificaciones más altas que la propia a la que sirve se instalará de modo que el contrapeso de la pluma supere al menos en 2,00 m. la más alta de aquéllas.

Cuando una grúa esté fuera de servicio, su pluma se dejará libre a modo de "veleta". Podrá contrarrestarse el giro, nunca en su totalidad, mediante un contrapeso colgado del gancho, situando a éste en su parte más alta de recorrido y desplazando el carro de pluma cerca del castillete.

La pluma y contrapluma llevarán instalado en toda su longitud un cable para anclaje del cinturón de seguridad de los operarios que realicen trabajos de mantenimiento o reparaciones sobre aquéllas. La pluma llevará indicadores, bien visibles, de limitación del brazo del par en función de la carga máxima a suspender. Estos indicadores van comúnmente situados cada 5,00 m. En la pluma, cerca de sus extremos, irán situados los topes de final de recorrido del carro portador de la carga, los cuales dispondrán de un sistema amortiguador de choque.

El contrapeso de la pluma estará constituido por bloques de hormigón armado, unidos entre sí y a la contrapluma mediante elementos pasadores y tuercas de fijación. Estas últimas estarán dotadas de dispositivo que impida su afloje accidental. El peso del conjunto será el indicado por el fabricante de la máquina. Serán retiradas las piezas de hormigón que presenten fisuras, grietas o partiduras importantes.

- **Cables y gancho**

No se arrastrará el cable por el suelo durante su montaje. El cable del carro y el de elevación deberán estar siempre bien tensados. La longitud del cable de elevación será tal que, encontrándose el gancho en el punto más bajo del recorrido, queden en el tambor de arrollamiento un mínimo de tres vueltas completas. Los cables se engrasarán periódicamente. Se emplearán grasas fluidas, con el fin de que penetren en su interior, adherentes, para que no escurran, y exentas de sustancias ácidas, para que la corrosión no ataque los cables.

Antes de engrasar los cables se debe, previamente, proceder a una limpieza cuidadosa, eliminando los restos de la grasa anterior mediante un cepillado con carda metálica y empleo de petróleo o gasolina. Nunca se dará más de una vuelta a la orientación de la carga, para evitar el retorcimiento del cable de elevación. El gancho de la grúa será el adecuado a la carga máxima a soportar, sin fisuras, grietase ni deformaciones. Siempre dispondrá del pestillo o aldaba de seguridad, en buenas condiciones de uso.

- **Dispositivos de seguridad**

Los dispositivos de seguridad electro-mecánicos que deben poseer las grúas torre son los siguientes:

- Limitador de par máximo.
- Limitador de carga máxima.
- Limitador de recorrido en altura máxima del gancho.
- Limitador fin de carrera del carro distribuidor.
- Limitador de orientación o giro.
- Limitador de recorrido máximo del gancho en desarrollo del cable.
- Anemómetro con señalización acústica.

Nunca se anularán o puentearán los dispositivos de seguridad de la máquina. Con periodicidad máxima quincenal la propia empresa se cerciorará de que no ocurre tal anomalía. Las dos vías de rodadura de la grúa estarán eléctricamente puestas a tierra, siendo el conductor de enlace con tierra de una sección mínima de 35 mm cuadrados si es de cobre o, si es de otro metal, la sección equivalente que corresponda a la misma conductancia. La elección y dimensionamiento del electrodo se ajustará a lo especificado por la normativa vigente.

Cuando exista más de un tramo alineado, se conseguirá la puesta a tierra entre ellos mediante conductores eléctricos de protección que puenteen los tramos con una sección mínima igual al conductor de enlace con tierra. Se considerará eficaz la unión eléctrica cuando

los puntos de unión del conductor a los tramos se encuentren sobre los propios perfiles de vía. Cuando la vía sea superior a 100 m. se dispondrá de una toma de tierra en cada extremidad.

Las masas metálicas fijas o móviles deberán ser conectadas a tierra de acuerdo con el Reglamento Electrónico para Baja Tensión. Esta puesta a tierra se efectuará por medio de un conductor adicional, elegido y colocado en las mismas condiciones que los conductores activos de alimentación.

Los conductores eléctricos de alimentación de la grúa deben pasar por un disyuntor diferencial con sensibilidad mínima de 300 mA, combinado con las puestas a tierra de resistencia adecuada. Los armarios eléctricos de las grúas poseerán un interruptor automático de alimentación cuando se abra la puerta de los mismos por algún motivo previsto o no.

Los topes de final de recorrido, tanto de traslación de la grúa como del carro de flecha, están destinados a absorber la energía residual que pudieran subsistir tras el disparo de los limitadores de fin de carrera electro-mecánicos, pero nunca para absorber en su totalidad la energía dinámica que provocaría el impacto directo. El material eléctrico ha de disponer del grado de protección contra agua, polvo y riesgos mecánicos adecuado al lugar de ubicación de la grúa.

- **Manipulación y accionamiento**

No se permitirá arrancar o arrastrar la grúa con objetos fijos en el suelo o de dudosa fijación. Igualmente, no se permitirá la tracción en oblicuo de cargas a elevar. No se permitirá la elevación de personas con la grúa ni hacer las pruebas de sobrecarga en punta a base del peso de los propios operarios.

La grúa tiene que disponer, en lugar fácilmente visible, una placa de características que incluya el diagrama de cargas. El personal que la maneje estará perfectamente instruido de las características de carga de la grúa.

Las operaciones con la grúa se detendrán cuando la velocidad del viento supere los 80 km/h. Sin embargo, por razones de seguridad deberá interrumpirse el trabajo cuando las cargas no se puedan controlar, por causa de sus fuertes oscilaciones, aunque no se haya llegado a tal velocidad.

No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería ésta deberá ser subsanada por personal cualificado y

autorizado. El personal operario que recoja el material en las plantas, independientemente de los medios de protección personal, debe poseer condiciones adecuadas para el puesto de trabajo

No permanecerá ningún operario bajo cargas suspendidas aun cuando sea en la futura ayuda de la maniobra de ascenso o descenso de la carga. No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo. Serán obligaciones de la empresa, a través del personal designado para ello:

- Reconocimiento de la vía.
- Verificación del aplomado de la grúa.
- Verificación de lastres y contrapesos.
- Verificación de niveles de aceite y conocimiento de los puntos de engrase.
- Comprobación de los mandos en vacío.
- Comprobación de la actuación correcta de los dispositivos de seguridad.
- Correcta puesta "fuera de servicio" de la grúa.
- Comprobación del estado de los cables de acero y accesorios de elevación.
- Se resolverá con inmediatez cualquier anomalía observada en el funcionamiento de la grúa en las comprobaciones que se efectúen.

El gruista no realizará maniobras simultáneas. Los movimientos a seguir para desplazar una carga a otro lugar serán los siguientes:

- Izada de la carga.
- Orientación de la flecha en la dirección del lugar de descarga.
- Colocación de la carga sobre la vertical del punto de descarga.
- Descenso de la carga.

En el arranque o inicio del movimiento de izado, nunca se empleará la velocidad rápida de la grúa. Se hará siempre con la velocidad corta o lenta. En ningún caso se permitirá que el gruista manipule las conexiones del mando a distancia de la grúa (botonera) alternando las posiciones de los movimientos de la máquina con respecto a cómo se indican en el exterior de aquél.

El montaje y desmontaje de la grúa en obra se efectuará por personal de empresas especializadas en este tipo de operaciones. En el manejo de cargas se contemplará por los operarios el código de señales establecido en las normas UNE.

- **Mantenimiento**

Se debe llevar un libro de mantenimiento y control por cada grúa-torre, con hojas numeradas para indicación de operaciones de mantenimiento, piezas repuestas y demás incidencias, así como fechas de realización.

Mensualmente, como máximo, se verificará el buen funcionamiento del limitador de par máximo, debiendo hacerse constar en el libro de mantenimiento y control de la máquina tal verificación, con la firma del responsable de esta operación. La protección sobre la corrosión de la estructura de la grúa se ejecutará a los cuatro años del primer montaje y, a continuación, cada tres años.

Periódicamente se revisarán los elementos de fijación y apriete de las estructuras de la grúa. Se recomiendan revisiones semanales. Las reparaciones, mediante soldadura, de los perfiles estructurales se harán por personal especializado, utilizando para ello el material de aporte necesario, de acuerdo con la tipología del acero a soldar. Se inspeccionarán semanalmente los cables de la grúa, considerándose que un cable debe quedar fuera de servicio si concurre en él alguna de estas circunstancias:

Que la pérdida de sección del cable por rotura de sus alambres visibles, contados sobre la longitud de dos pasos de cableado, alcance el 20% de la sección total del cable.

Que la disminución de sección de un cordón, medido sobre un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.

Que la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcance el 10% en los cables de cordones y el 3% en los cables cerrados.

- **CAMIÓN GRUA**

Para circular a través de vías públicas cumplirá con los requisitos exigidos por los organismos competentes, siendo la responsabilidad derivada de accidentes, durante todo el servicio, de la empresa a la que se contrate este medio.

Se procurará que los accesos a los tajos sean firmes, para evitar aterramientos. Las pendientes de posibles rampas de acceso a los tajos no serán superiores al 20%. Se utilizarán tablones o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso.

Queda expresamente prohibido estacionar este tipo de vehículos a una distancia menor de 2 metros del borde de una excavación, vaciado, zanja o pozo, sin adoptar medidas adecuadas

para evitar su vuelco y caída. En caso de ser necesaria una aproximación menor, se ejecutará la entibación reforzada de la zona afectada.

Queda totalmente prohibido superar la capacidad portante de la grúa y se aplicará su coeficiente de seguridad correspondiente. Asimismo, queda prohibido superar la capacidad portante de otros elementos de la grúa, tales como: gancho, cables, eslingas auxiliares, etc.

Las operaciones de elevación y descenso de cargas se realizarán previa instalación de los gatos estabilizadores, dispuestos sobre base regularizada y firme y nivelada la máquina. Las maniobras sin visibilidad, previa información de la operación a realizar e inspección de la zona por el maquinista, serán dirigidas por un señalista que habrá de coordinar la operación.

Las operaciones de guías de carga, en caso necesario, se harán mediante cabos tirantes manejados, al menos, por dos operarios. Esta máquina cumplirá, además, las condiciones establecidas para los camiones de transporte.

- **PALA CARGADORA**

Debe realizarse una inspección previa de la zona de trabajo, para conocer si existen servidumbres o servicios que puedan ser afectados. Asimismo, se recogerán datos sobre el estado de la superficie de trabajo y sobre los materiales a mover. Las palas se utilizarán para las operaciones de carga y no para las de excavación. Según su tipología, debe comprobarse el tensado de las cadenas o la presión de los neumáticos de forma periódica.

Cuando se trabaje en zonas próximas a excavaciones o peligrosas, el conductor será conocedor de ellas; no obstante, deberá hacerse uso de la señalización adecuada de advertencia. La zona de trabajo se mantendrá con la humedad necesaria para evitar polvareda. Se prohíbe que el personal se suba en la cuchara de la pala para alcanzar un punto de trabajo. El maquinista deberá hacer uso de cinturón abdominal antivibratorio.

- **RETROEXCAVADORA**

Se deberá utilizar retroexcavadora sobre orugas en terrenos blandos para trabajos "re materiales duros y trayectos cortos, o mejor sin desplazamiento y utilizar retro sobre neumáticos en terrenos duros y abrasivos para materiales sueltos o de compacidad media y desplazamientos.

Las retro están diseñadas tanto para la carga como para excavar. Deben dotarse del tipo de cuchara de capacidad y modelo según la obra a realizar. En trabajos realizados en posición

estática, la máquina debe fijarse mediante sus estabilizadores apoyados sobre base firme y, además, la deberá estar nivelada.

Es necesario hacer retroceder la máquina cuando la cuchara comienza a excavar por debajo de la superficie de apoyo, al objeto de evitar su cabeceo y vuelco. En general y salvo casos justificados, no se trabajará sobre pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos que sean deslizantes.

Al cargar sobre camión, la cuchara de la retro no deberá pasar nunca por encima de la cabina. Deberá prestarse especial atención a las inmediatas y necesarias actuaciones de entibación. Debe tenerse en cuenta, para posteriores operaciones sobre las excavaciones por este medio, que las paredes y fondos, a una cierta profundidad, quedan movidos y habrá que adoptar las medidas necesarias para evitar el derrumbe.

- **COMPACTADORA**

Teniendo en cuenta la monotonía que pueden representar las actuaciones con estas máquinas, serán necesarias rotaciones del personal y controlar su aptitud durante la permanencia en la conducción, o bien establecer descansos necesarios durante la jornada.

- **HORMIGONERA**
  - **Máquina**

El mando de puesta en marcha y parada estará situado de forma fácil de localizar, de modo que no pueda accionarse accidentalmente su puesta en marcha, que sea fácil de acceder para su parada y no esté situado junto a órganos móviles que puedan producir atrapamiento. Estará protegido contra el agua y el polvo.

Los órganos de transmisión, correas, poleas, piñones, etc., estarán protegidos, cubiertos por carcasas. Si la hormigonera es autocargable, las guías de elevación de la cuba de llenado serán protegidas lateralmente, mediante bandas de malla que hagan inaccesible el contacto con los órganos rodantes que se deslizan por las guías.

Las hormigoneras no se situarán a menos de tres metros del borde de excavación, para evitar su posible caída al fondo. Se establecerá un entablado de 2 x 2 m. para superficie de apoyo del operario, al objeto de reservarlo de humedades e irregularidades del suelo. Estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y movimientos descontrolados. Para las hormigoneras con motor alimentado por combustible líquido, se tendrá

en cuenta su inflamabilidad, con prohibición de fumar en su cercanía. Cuando sean de alimentación eléctrica, deberán cumplir con las medidas de seguridad contra contactos eléctricos, según la normativa vigente.

- **Manipulación**

Los trabajadores que manipulen esta máquina deberán estar autorizados e instruidos en su uso y ser conocedores de los riesgos de su funcionamiento, carga y limpieza. Nunca deberá accederse al interior de la cuba con ésta en marcha, ni directamente ni por medio de herramientas. La ropa de trabajo del personal a pie de hormigonera será la adecuada y carecerá de elementos sueltos que puedan ser atrapados. Los operarios usarán guantes de PVC y botas impermeables que les aíslen de la humedad y del contacto con los materiales agresivos. No se tocarán los órganos eléctricos con las manos húmedas, ni estando sobre suelo mojado.

- **Mantenimiento**

Al terminar el trabajo se limpiará de las materias adheridas con agua al chorro. No se golpeará la máquina para librarla de materias adheridas. Todas las operaciones de mantenimiento, reparación o limpieza se realizarán a máquina parada y desconectada de la corriente eléctrica.

- **VIBRADOR**
  - **Máquina**

Los vibradores de origen eléctrico tendrán una protección de aislamiento eléctrico de grado 5, doble aislamiento, y figurará en su placa de características el anagrama correspondiente de lo que posee. El cable de alimentación estará protegido y dispuesto de modo que no presente riesgo al paso de personas. En los vibradores por combustibles líquidos, se tendrá en cuenta el riesgo que se deriva de la inflamabilidad del combustible.

- **Manipulación**

El manejo del vibrador se hará siempre desde una posición estable sobre una base o plataforma de trabajo segura, nunca sobre bovedillas o elementos poco resistente. Cuando el trabajo se desarrolle en zonas con riesgo de caída de altura se dispondrá de la protección colectiva adecuada y, en su defecto, se hará uso correcto del cinturón de seguridad de caída homologado. El operario que maneje el vibrador hará uso de botas aislantes de goma, de caña

alta y suelas antideslizantes. Nunca se deberá acceder a los órganos de origen eléctrico de alimentación con las manos mojadas o húmedas.

- **Mantenimiento**

Terminado el trabajo se limpiará el vibrador de las materias adheridas, previamente desconectado de la red.

- **ENDEREZADORA, CORTADORA Y LABRADORA DE FERRALLA**
  - **Generalidades**

Se ubicarán dentro de los espacios de la obra, procurando que queden fuera de la influencia de cargas suspendidas. Deberá prepararse el suelo de la zona prevista para el taller de ferralla alisando, compactando y drenando, en su caso, si se prevé el riesgo de encharcamiento. Habrán de tenerse en cuenta los radios de barrido de las barras de acero en las distintas operaciones de este proceso. Una vez labrada la ferralla, existirá el espacio para depositarla y disponerla para operaciones posteriores de transporte a su punto de utilización.

- **Máquina**

La manguera de alimentación eléctrica deberá estar empotrada y aislada bajo tubo de protección. Las partes metálicas de las máquinas eléctricas estarán conectadas al sistema de puesta a tierra. Dispondrán de sistema de guiado de barras hacia los mecanismos de enderezado, corte y labrado.

- **Manejo**

El personal para su manejo estará preparado para ello. No se utilizarán guantes de protección en las zonas próximas a elementos móviles de estas máquinas, tales como platos, tetones, prensores, cortadores, etc. Mantenimiento

Antes del inicio de la jornada se revisarán las condiciones generales de las máquinas, conexiones eléctricas y de puesta a tierra, colocación de tetones de doblado, existencia de restos de material de ferralla de operaciones anteriores, etc. Se realizarán operaciones de mantenimiento con mayor atención y detenimiento al menos mensualmente.

- **MÁQUINAS PARA EL BOMBEO DE HORMIGÓN**
  - **Generalidades**

Será necesario estudiar la accesibilidad del sistema al lugar de la obra, su estacionamiento en lugares públicos y las incidencias sobre terceros, así como la influencia de los camiones hormigoneras de suministro, adoptándose las medidas de protección, señalización, reservas, etc., de acuerdo con los riesgos que se determinen.

Deberá ser tenido en cuenta el horario permisible a entrada de vehículos pesados al lugar de la obra y, en su caso, solicitar de la Administración local su ampliación, nocturnidad, cortes de vía pública, cambios de sentido de circulación, etc. Estas acciones no deben ser tomadas de modo arbitrario ni improvisadamente.

Serán tenidas en cuenta (y suministrada esta información a la subcontrata de bombeo de hormigón) las distancias horizontales y de altura máxima de suministro, procurándose el máximo acercamiento al tajo. Asimismo, se informará a los maquinistas que manejen la máquina, en caso de pertenecer a empresa subcontratada, de las normas generales de comportamiento recogidas en el Plan de Seguridad y que quedan bajo el mando de la persona que designe la empresa principal para dirigir la operación de hormigonado.

La subcontrata de bombeo de hormigón debe garantizar que las máquinas de bombeo, la tolva de recepción, la red de distribución y demás componentes se encuentran en buen estado de uso y mantenimiento.

Serán muy tenidas en cuenta las líneas eléctricas al alcance o situadas a menor distancia de la estipulada de seguridad en función de su potencialidad que pueda tener incidencia en los movimientos del equipo y demás componentes.

De la máquina, elementos complementarios y otras consideraciones de vertido

La máquina se asentará sobre base firme, regular y con la máxima horizontalidad posible. En su disposición de trabajo siempre estará fijada al suelo mediante sus estabilizadores delanteros y traseros, dispuestos éstos sobre firme o durmientes repartidores.

Los órganos alimentadores de hormigón para los medios de impulsión estarán protegidos mediante rejilla que impida su acceso a ellos durante su funcionamiento.

Cuando se utilice mástil de distribución deberá prestarse especial atención a su radio de influencia, tanto vertical como horizontal. Para este sistema es fundamental asegurar su estabilidad en la base del vehículo que lo porta.

- **Mantenimiento**

Se procederá a la limpieza del sistema una vez finalizado el trabajo de bombeo. Las materias adheridas y el resto de éstas en operaciones sucesivas son origen de deterioro del sistema, obstrucciones, reventamiento de conducciones, etc., cuyo alcance puede originar daños personales.

Se procederá al lubricado de la red de tubería mediante lechada de mortero antes de iniciar el bombeo de hormigón. Se prestará especial atención al desgaste de las piezas debido al roce del hormigón, sustituyéndolas en su caso. Los sistemas hidráulicos serán vigilados con asiduidad. Las uniones de tuberías serán revisadas en cada puesta. Se establecerá un programa de revisión general y se fijará una asiduidad de revisión completa al menos semestral.

- **Personal de manejo y otras personas afectas**

El personal de manejo deberá estar especializado en la máquina y adiestrado en los movimientos, verticales y horizontales, necesarios para alcanzar el punto de vertido. El personal, en el bombeo de hormigón, debido a la suciedad de este trabajo, deberá hacer uso de ropa de trabajo adecuada.

Utilizarán los EPI necesarios para evitar el contacto directo con el hormigón: guantes, botas de caña alta y gafas protectoras contra salpicaduras. Ante el riesgo de caída o de proyección violenta de objetos sobre la cabeza o de golpes, será obligatorio el uso del casco protector de seguridad.

En los trabajos de altura con riesgo de caída serán obligatorias las adecuadas protecciones colectivas o, en su defecto, será preceptivo el uso de cinturón de seguridad, teniendo en cuenta el punto de anclaje y su resistencia.

Se deberá cuidar el orden y limpieza correctos, de acuerdo con la generalidad de la obra y el desarrollo puntual de esta fase de trabajo. Se delimitarán las zonas de vía pública que puedan ser afectadas por la instalación y ejecución del bombeo de hormigón.

La distribución de los distintos elementos que componen la instalación de bombeo se efectuará de forma que no comprometa la estabilidad ni integridad física de las personas. Cuando se produzca atasco en la red, se paralizará de inmediato el bombeo y se procederá al desmontaje y desatasco del tramo correspondiente, teniendo en cuenta, con anterioridad, reducir la presión a que está sometida la tubería.

En la operación de limpieza es obligatorio disponer en el extremo de la salida la pieza llamada "recupera-bola" a modo de bozal. El personal deberá permanecer fuera de la línea de proyección de la bola de limpieza, aun cuando se utilice el bozal. Se hará uso correcto de todos los elementos de la instalación, no improvisando, como puede ser, a título de ejemplo, la sustitución de la bola de limpieza por un trozo cualquiera de gomaespuma.

Para la operación de vertido, el manejo de la punta de manguera se realizará al menos por dos operarios auxiliándose de cuerdas tirantes para su gobierno y para evitar, de esta forma, el efecto látigo que pueda producir la presión en la manguera.

- **SIERRA DE DISCO SOBRE MESA**
  - **Máquina**

Los discos de corte tendrán las dimensiones indicadas por el fabricante de la máquina y su material y dureza corresponderán a las características de las piezas a cortar. El punto de corte estará siempre protegido mediante la carcasa cubredisco, regulada en función de la pieza a cortar. Bajo ningún concepto deberá eliminarse esta protección.

Para el corte de madera, a la salida del disco se dispondrá un cuchillo divisor regulable, así como son recomendables otras protecciones tales como: guías en longitud, empujadores frontales, laterales, etc. En los discos de corte para madera se vigilarán los dientes y su estructura para evitar que se produzca una fuerza de atracción de la pieza trabajada hacia el disco.

Los órganos de transmisión, correas, poleas, etc., que presenten riesgo de atrapamiento accidental estarán protegidos mediante carcasas. El pulsador de puesta en marcha estará situado en zona cercana al punto de trabajo, pero que no pueda ser accionado de modo fortuito.

La instalación eléctrica de alimentación y la propia de la máquina cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y su estado será y se mantendrá en buenas condiciones de uso. La máquina dispondrá de protección contra contacto eléctrico indirecto, mediante puesta a tierra de su parte metálica en combinación con interruptor diferencial dispuesto en el cuadro de alimentación. Para trabajos con disco abrasivo, la máquina dispondrá de un sistema humidificador o de extracción de polvo.

  - **Manipulación**

El operario que maneje la máquina deberá ser cualificado para ello y será, a ser posible, fijo para este trabajo. Bajo ningún concepto el operario que maneje la máquina eliminará, para el corte de materiales, la protección de seguridad de disco. Se revisará la madera que deba ser cortada antes del corte, quitando las puntas y otros elementos que puedan ocasionar riesgos. Se observarán los nudos saltados y repelos de la madera antes de proceder a su corte. El operario deberá hacer uso correcto de las protecciones individuales homologadas, tales como: mascarilla antipolvo, gafas contra impactos, etc.

- **Mantenimiento**

Todas las operaciones de mantenimiento, reparación o limpieza se harán a máquina parada y desconectada de la red eléctrica y siempre por personal cualificado. La disposición y funcionamiento de todas las protecciones de seguridad serán revisadas periódicamente. Se comprobará, una vez efectuada cualquier operación de mantenimiento o reparación, que todas las protecciones de seguridad están colocadas en su lugar correspondiente y cumplen con su finalidad.

- **EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO**
  - **Generalidades**

Todos los componentes deberán estar en buenas condiciones de uso y mantenimiento.

Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario inspeccionar el lugar y prever la caída de chispas que puedan dar lugar a incendio sobre los materiales, sobre las personas o sobre el resto de la obra, con el fin de evitarlo de forma eficaz.

- **Grupo transformador**

La alimentación de los grupos de soldadura se hará a través de cuadro de distribución, cuyas condiciones estarán adecuadas a lo exigido por la normativa vigente. Los bornes para conexiones de los aparatos deben ser diferentes para que no exista confusión al colocar los cables de cada uno de ellos y estar convenientemente cubiertos por cubrebornes para hacerlos inaccesibles, incluso a contactos accidentales. En el circuito de alimentación debe existir un borne para la toma de tierra a la carcasa y a las partes que normalmente no están bajo tensión. El cable de soldadura debe encerrar un conductor a la clavija de puesta a tierra de la toma de corriente. La tensión de utilización no será superior a 50 v. y la tensión en vacío no superará los 90 v. para corriente alterna y los 150 v. en el caso de continua.

- **Cables de alimentación**

Deben ser de sección y calidad adecuada para no sufrir sobrecalentamiento. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal no inferior a 1.000 v. Los empalmes se realizarán de forma que se garantice la continuidad y aislamiento del cable. Nunca deberán dejarse partes activas de los cables al descubierto. Los cables deberán mantener al máximo su flexibilidad de origen. Los que presenten rigidez serán sustituidos.

- **Pinzas, portaelectrodos**

La superficie exterior del portaelectrodo y de su mandíbula estará aislada. La pinza deberá corresponder al tipo de electrodo para evitar sobrecalentamientos. Debe sujetar fuertemente los electrodos sin exigir un esfuerzo continuo al soldador. Serán lo más ligeras posible y de fácil manejo. Su fijación con el cable debe establecer un buen contacto.

- **Electrodos**

Deberán ser los adecuados al tipo de trabajo y prestaciones que se deseen alcanzar de la soldadura.

- **Manipulación**

Es obligatorio para el operario que realice trabajos de soldadura el uso correcto de los medios de protección individual (pantallas, guantes, mandiles, calzado, polainas, etc.), homologados en su caso. Esta norma también es de aplicación al personal auxiliar afectado.

El operario y personal auxiliar en trabajos de soldadura no deberán trabajar con la ropa manchada de grasa en forma importante. Antes del inicio de los trabajos se revisará el conexionado en bornes, las pinzas portaelectrodos, la continuidad y el aislamiento de mangueras.

Queda prohibido el cambio de electrodo en las condiciones siguientes: a mano desnuda, con guantes húmedos y, sobre suelo, conductor mojado. No se introducirá el portaelectrodo caliente en agua para su enfriamiento. El electrodo no deberá contactar con la piel ni con la ropa húmeda que cubra el cuerpo del trabajador.

Los trabajos de soldadura no deberán ser realizados a una distancia menor de 1,50 m. de materiales combustibles y de 6,00 m. de productos inflamables. No se deberán realizar trabajos de soldadura sobre recipientes a presión que contengan o hayan contenido líquidos o

gases no inertes. No se deberán utilizar, como apoyo de piezas a soldar, recipientes, bidones, latas y otros envases, que hayan contenido pinturas o líquidos inflamables.

Caso de ser necesario soldar cualquier desperfecto o accesorio a un depósito que haya contenido producto combustible, tales como gasolina, pintura, disolvente, etc., habrán de tomarse, al menos, las siguientes medidas de seguridad:

Llenar y vaciar el depósito con agua tantas veces como sea necesario, para eliminar toda traza de combustible.

Si por las características del combustible se presume una disolución, aunque sea mínima, del combustible en el agua, el depósito se llenará y vaciará varias veces con agua; se insuflará en él gas inerte (nitrógeno, anhídrido carbónico, etc.), de tal modo que ocupe todo el volumen del interior del depósito, manteniendo el aporte de dicho gas de forma continua y, una vez concluido este proceso, se efectuará la soldadura utilizando el operario, para realizar este trabajo, equipo de respiración autónoma.

No se deberá soldar con las conexiones, cables, pinzas y masas flojas o en malas condiciones. No se deberá mover el grupo o cambiar de intensidad sin haber sido desconectado previamente. Se tendrá cuidado de no tocar las zonas calientes de reciente soldadura. Para realizar el picado de soldadura se utilizarán gafas de seguridad contra impactos. Las escorias y chispas de soldadura y picado no deberán caer sobre personas o materiales que, por ello, puedan verse dañados.

- **EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y CORTE**
  - **Generalidades**

Todos los componentes del equipo estarán en perfectas condiciones de uso y mantenimiento. Antes de iniciar el trabajo de soldadura se asegurará que no existen condiciones de riesgo de incendio ni de explosión.

  - **Botellas**

Las botellas de acetileno y oxígeno deberán utilizarse siempre en posición vertical o ligeramente inclinadas, y dispuestas sobre carro portador. En su manipulación no se dejarán caer ni se expondrán a choques violentos y no deberán servir de rodillos o soporte. No se situarán expuestas a temperaturas extremas, tanto de frío como de calor.

Las botellas de oxígeno no se manipularán con manos o guantes grasientos y no se empleará grasa o aceite en los accesorios que puedan entrar en contacto con el oxígeno. La ropa de los operarios no estará manchada de grasa de forma importante.

La llave de apertura y cierre de botella deberá estar protegida por un capuchón metálico roscado. Esta caperuza no se deberá quitar más que en el momento de utilizar el gas, debiéndose colocar nuevamente después de agotado el contenido, para su posterior manipulación y transporte.

Para el distintivo de su contenido, la ojiva de la botella va pintada en blanco para el oxígeno y en marrón para el acetileno. El oxígeno del equipo de soldadura no se empleará para fin distinto. La válvula de las botellas se manipulará con la llave especial para ello. Para detectar fugas de los gases deberá utilizarse siempre agua jabonosa, nunca la llama.

Si en invierno llegara a helarse la salida de las botellas, nunca se utilizará la llama para calentarla, sino que se realizará mediante agua o trapos calientes. Debe procurarse que las botellas no entren en contacto con conductores eléctricos, aun cuando éstos estén aislados.

Las botellas de acetileno se mantendrán en posición vertical, al menos 12 horas, antes de utilizar su contenido. La cantidad máxima de acetileno que debe extraerse de una botella es de 800 a 1.000 litros por hora. Tratándose de mayores cantidades deben emplearse simultáneamente dos o más botellas.

Nunca deberá utilizarse el equipo de soldadura acetilénica y oxicorte en lugares con ambiente inflamable o combustible.

Cuando se haya de cortar el suministro de las botellas del equipo, se hará primero el corte del oxígeno y después el del acetileno. Nunca se admitirá una botella de acetileno con presión superior a 15 Kg. /cm2. Cuando se termine una botella se indicará con tiza la palabra "vacía" y se colocará la caperuza de protección. Si una botella sufre un golpe o caída y seguidamente ha de utilizarse, existe el riesgo de explosión, lo cual requiere la verificación previa antes de su uso.

Queda prohibido el fumar durante el manejo de botellas. Para realizar soldadura o corte en un depósito que haya contenido combustible se actuará de igual modo al indicado en el apartado de soldadura eléctrica por arco.

- **Manorreductores**

Se utilizarán en la botella de oxígeno y en la de acetileno, con el fin de garantizar un aporte de gas uniforme al soplete a la presión adecuada. Estará equipado con un manómetro de alta presión (contenido) y otro de baja presión (trabajo). El manorreductor es un aparato delicado, al que hay que evitar darle golpes. Para comprobar su funcionamiento o repararlo, siempre se hará por personal especializado. Si tiene fuga, representa un grave riesgo y debe ser de inmediato reparado. Si el escape es continuo, lo detectará el manómetro de baja presión. Deberá, entonces, cerrarse la válvula de la botella y proceder a desmontar para la reparación.

- **Mangueras y conexiones**

Los gases llegan al soplete por conductos de caucho, con color distintivo, rojo para el acetileno y azul para el oxígeno. Las conexiones de mangueras llevan la indicación OXY para el oxígeno y ACET para el acetileno.

12.1.2. MEDIOS AUXILIARES

12.1.2.1. ELEVACIÓN DE CARGA, TRANSPORTE Y DESCARGAD DE MATERIALES

La carga debe ser compacta y en aquellos materiales que por sí mismos no lo permitan, serán empaquetados y colocados en recipientes adecuados. La carga paletizada no rebasará el perímetro del palet (80 x 120) y su altura máxima no deberá exceder de 1 m. El peso bruto de palet y carga no deberá exceder de 700 Kg.

La carga se sujetará convenientemente al palet mediante zunchado o empaquetado con flejes de acero, que deberán cumplir las normas de aplicación, o bien otro material de igual resistencia. No se reutilizarán los palets de tipo perdido, que deberán ser destruidos o marcados con letrero alusivo a tal prohibición de uso.

Cuando la sujeción de material a palet se lleve a cabo mediante el empaquetado de la unidad de carga con polivinilo u otro material similar, se deberá tener en cuenta la posible rotura del mismo por las aristas de los materiales transportados, así como las agresiones que sufran en obra. Por ello, es recomendable que lleve un zunchado adicional por flejes. Para la elevación o transporte de piezas sueltas, tales como ladrillos, baldosas, tejas, inodoros, etc., se dispondrá de una bandeja de carga cerrada mediante jaula. Se prohibirá la elevación de carga paletizada

cuya estabilidad no esté debidamente garantizada. En caso de no disponer de elemento auxiliar de jaula se hará el trasvase de dicho material a otro elemento estable.

Los materiales a granel envasados en sacos que se eleven o transporten sobre palet deberán, igualmente, sujetarse convenientemente al palet o adoptar la solución de jaula. Los materiales a granel sueltos se elevarán en contenedores que no permitan su derrame. Las viguetas de forjado y otros elementos similares se elevarán con medios especiales de pinzas. Todos los medios auxiliares de elevación se revisarán periódicamente.

12.1.2.2. PLATAFORMAS DE TRABAJO

El ancho mínimo del conjunto será de 60 cm. Los elementos que las compongan se fijarán a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Cuando se encuentren a dos o más metros de altura, su perímetro se protegerá mediante barandillas resistentes de 90 cm. de altura. En el caso de andamiajes, por la parte interior o del parámetro, la altura de las barandillas podrá ser de 70 cm. de altura. Esta medida deberá complementarse con rodapiés de 20 cm. de altura, para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que quede entre ambas.

Si se realiza con madera, ésta será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas y con espesor mínimo de 5 cm. Si son metálicas deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas en cada momento. Se cargarán, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

12.1.2.3. ANDAMIOS

- **CONDICIONES GENERALES**

Antes de su primera utilización, el jefe o encargado de las obras efectuará un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que componen el andamio y, posteriormente, una prueba a plena carga. En el caso de andamios colgados y móviles de cualquier tipo, la prueba de plena carga se efectuará con la plataforma próxima al suelo.

Diariamente y antes de comenzar los trabajos, el encargado de los tajos deberá realizar una inspección ocular de los distintos elementos que pueden dar origen a accidentes, tales como apoyos, plataformas de trabajo, barandillas y, en general, todos los elementos sometidos a esfuerzo. Se comprobará que en ningún momento existan sobrecargas excesivas sobre los andamiajes.

- **ANDAMIOS DE BORRIQUETAS**
  - **Condiciones generales**

Hasta 3 m. de altura, podrán emplearse sin arriostramientos. Cuando se empleen en lugares con riesgo de caída desde más de 2 m. de altura, se dispondrán barandillas resistentes, de 90 cm. de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapiés de 20 cm. Los tablones deberán atarse en sus extremos para evitar posibles vuelcos.

  - **Plataformas de trabajo**

Se realizarán con madera sana, sin nudos o grietas que puedan ser origen de roturas. El espesor mínimo de los tablones será de 5 cm. El ancho mínimo del conjunto será de 60 cm. Los tablones se colocarán y atarán de manera que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos. Se cargarán únicamente los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo. Podrán utilizarse plataformas metálicas siempre que se garantice la estabilidad del conjunto.

- **ANDAMIOS TUBULARES**
  - **Estabilidad**

Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón, que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo. Se dispondrán varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos.

Todos los cuerpos del conjunto deberán disponer de arriostramientos del tipo de "Cruces de San Andrés". Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera, para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y puerta soltarse como que sea excesivo y puerta partirse.

  - **Plataformas de trabajo**

Se tendrán en cuenta las instrucciones recogidas en el apartado correspondiente del presente Pliego.

- **Acotado del área de trabajo**

En todo momento se mantendrá acotada la zona inferior a la que se realizan los trabajos y si esto no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

- **Protecciones personales**

Para los trabajos de montaje, desmontaje, ascenso y descenso se utilizarán cinturones de seguridad y dispositivos anticaída, caso que la altura del conjunto supere en más de una planta de la obra o que se disponga de escaleras laterales especiales, con suficiente protección contra caídas desde altura.

12.1.2.4. PASARELAS

Cuando sea necesario disponer pasarelas, para acceder a las obras o para salvar desniveles, éstas deberán reunir las siguientes condiciones mínimas:

- Su anchura mínima será de 60 cm.
- Los elementos que las componen estarán dispuestos de manera que ni se puedan separar entre sí ni se puedan deslizar de sus puntos de apoyo. Para ello es conveniente disponer de topes en sus extremos, que eviten estos deslizamientos.
- Cuando deban salvar diferencias de nivel superiores a 2 m., se colocarán en sus lados abiertos barandillas resistentes de 90 cm. de altura y rodapiés de 20 cm., también de altura.
- Siempre se ubicarán en lugares donde no exista peligro de caídas de objetos procedentes de trabajos que se realicen a niveles superiores.

12.1.2.5. ESCALERAS

- **ESCALERAS FIJAS DE OBRA**

Hasta tanto no se ejecuten los peldaños y barandillas definitivas de obra, las escaleras se deberán proteger de la siguiente manera:

- Peldañeado de ancho mínimo de 55 cm. y de 17 x 29 cm. de tabica y huella respectivamente.
- Quedará expresamente prohibido el usar, a modo de peldaños, ladrillos sueltos fijados con yeso.
- En los lados abiertos se dispondrán barandillas resistentes, de 90 cm. de altura, y rodapiés de 15 cm., cubriéndose el hueco existente con otra barra o listón intermedio
- Como solución alternativa se podrán cubrir estos lados abiertos con mallazos o redes.

- **ESCALERAS DE MANO**

Se ubicarán en lugares sobre los que no se realicen otros trabajos a niveles superiores, salvo que se coloquen viseras o marquesinas protectoras sobre ellas. Se apoyarán en superficies planas y resistentes. Las de tipo carro estarán provistas de barandillas. No se podrá transportar a brazo, sobre ellas, pesos superiores a 25 Kg. En la base se dispondrán elementos antideslizantes. Si son de madera:

- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados en los largueros y no solamente clavados.
- No deberán pintarse, salvo con barniz transparente.
- Queda prohibido el empalme de dos escaleras (salvo que cuenten con elementos especiales para ello). No deben salvar más de 5 m., salvo que estén reforzadas en su centro. Para salvar alturas superiores a 7 metros serán necesarios:
- Adecuadas fijaciones en cabeza y base.
- Uso de cinturón de seguridad y dispositivo anticaída, cuyo tipo y características serán indicados en la hoja correspondiente de este tipo de protección.

12.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

12.2.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

12.2.1.1. GENERALIDADES

- **Actuaciones previas**

Antes de comenzar los trabajos se deberá realizar un estudio detallado de todas aquellas condiciones que puedan afectar a la estabilidad de las tierras. A este respecto, se prestará especial atención a cuestiones tales como proximidad de construcciones y estado de las mismas, circulación y aparcamiento de vehículos, focos de vibraciones, filtraciones, etc.

Previo al inicio de los trabajos de movimientos de tierras deberá comprobarse si existen conducciones de agua, gas o electricidad. Una vez localizadas, se deberán señalizar de manera clara e inteligible. Estas situaciones se deberán poner en conocimiento tanto de la Dirección Facultativa como del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad, para actuar en consecuencia según cada situación concreta.

- **Actuaciones durante los trabajos**

Diariamente, antes de comenzar los trabajos, se vigilará y comprobará cualquier aspecto que pueda incidir en las condiciones de estabilidad del terreno, especialmente filtraciones y variaciones del nivel freático. Ante cualquier alteración, el responsable del tajo adoptará medidas inmediatas para prevenir derrumbamientos y llegará a la paralización si fuese necesario. Esta situación se comunicará a la Dirección Técnica y al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

Diariamente, antes de comenzar los trabajos, se vigilará el estado de los sistemas de prevención y protección, tales como taludes y/o entibaciones. No se dará comienzo a los trabajos hasta que no existan garantías de seguridad tanto para el personal como para el entorno material. El jefe de obra deberá designar a la persona/s encargada/s de tal misión.

Caso de que, por cualquier circunstancia, no se pueda circular por las proximidades de la excavación, la zona prohibida se delimitará y señalizará claramente, sin que puedan quedar dudas sobre tal prohibición. Por la noche, la señalización se efectuará con luces rojas, separadas

entre si no más de 10 m. y cuyas condiciones serán las estipuladas en el correspondiente apartado de este Pliego "Iluminación y señalización".

Cuando existan encharcamientos se facilitará a los operarios botas de agua. Asimismo, en épocas de lluvias, se les facilitarán trajes impermeables.

Las maniobras de máquinas y camiones se realizarán con el auxilio de otra persona que, situada fuera de tales vehículos, ayude al conductor en su trabajo a fin de evitar atropellos a otras personas y las caídas de los citados vehículos al fondo de las excavaciones.

Cuando varias máquinas y vehículos puedan interferirse en sus movimientos, deberán señalizarse de manera clara y precisa los caminos y áreas de actuación de cada una. Asimismo, se advertirá a los conductores de las prioridades de actuación o paso que marque el jefe de obra o la persona en quien éste delegue.

12.2.1.2. AGOTAMIENTOS

El agotamiento del agua de lluvia y de posibles filtraciones se realizará de forma que el personal pueda trabajar en las mejores condiciones posibles. Esta actuación se complementará con el uso de botas y trajes impermeables por parte de los operarios.

12.2.1.3. EXCAVACIONES PARA ZANJAS Y POZOS

A fin de evitar derrumbamientos se adoptarán, de manera precisa, aquellos sistemas constructivos (taludes, entibaciones, …) que figuren en el proyecto de ejecución de las obras. Los productos procedentes de la excavación se acopiarán a distancia suficiente del borde de la misma. Esta separación, que en ningún caso será inferior a 60 cm., estará en función del tipo de terreno y del sistema constructivo previsto en el proyecto de ejecución. Se observarán para su desarrollo las órdenes dadas por la Dirección Facultativa.

Si la solución adoptada consiste en entibación, ésta rebasará, como mínimo, en 20 cm. el nivel del borde de excavación, a modo de rodapié. Similar medida se adoptará para el caso de materiales acopiados para ser usados durante las obras.

Cuando se ubiquen de manera permanente máquinas, equipos o instalaciones que, por su cercanía con el borde, puedan provocar derrumbamientos, además de las medidas

preventivas de uso normal se dispondrá de un sistema suplementario que refuerce las paredes de la excavación afectada por aquéllas.

Para acceso y salida del fondo de la excavación deberán utilizarse sistemas de escaleras, cuyas condiciones se indican en el correspondiente apartado de este Pliego.

Se prohibirá expresamente a todos los operarios que trabajen en la zona la utilización de los elementos de la entibación como elementos sustitutorios de las escaleras. Las paredes de la excavación se resanarán de modo que no queden materiales sueltos con riesgo de caída al fondo de la misma.

12.2.1.4. TRABAJOS DE VACIADO

En zonas susceptibles de desplomes de tierras o de caídas de personas al fondo de la excavación, se dispondrán barandillas resistentes en todo el perímetro.

Para evitar riesgos similares con máquinas y camiones que deban aproximarse a la excavación se dispondrán topes de madera o metálicos, sólidamente fijados al terreno. La separación, que no será nunca inferior a 60 cm., estará en función del tipo de terreno y del sistema constructivo previsto en el proyecto de ejecución.

Las rampas para acceso de vehículos se configurarán según las características del solar y tipo de terreno y se adaptarán a los vehículos a usar. Los lados abiertos de las rampas se señalizarán claramente. La rampa se separará del borde, al menos, 60 cm.

Las pendientes de las rampas de acceso de vehículos serán lo más suaves que permitan las condiciones del solar. Cuando tal pendiente deba superar el 10%, será preceptiva la autorización expresa del técnico responsable del seguimiento del Plan, quien analizará tal circunstancia conjuntamente con los conductores de los vehículos que circulen por el acceso.

La anchura libre, mínima, de la rampa será de 4 m. En caso de curvas esta anchura mínima se incrementará en 1 m. Caso de que la pendiente represente un riesgo evidente para los vehículos a usar, se adoptarán otras medidas adecuadas. Hasta tanto no se ejecuten los muros de contención definitivos, se adoptarán, de manera precisa, aquellos sistemas de prevención que figuren en el proyecto de ejecución.

12.2.1.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Todo el personal utilizará equipos de protección individual, complementarios de los de tipo colectivo. Estos equipos, que deberán estar homologados, serán:

- Cascos
- Protectores auditivos.
- Gafas (montura y oculares) contra impactos
- Guantes
- Calzados contra riesgos mecánicos. Clase 1.
- Botas impermeables, Clase N, en caso de encharcamientos.

Cuando la aspiración de polvo sea insuficiente, los que estén en el frente de ataque de la excavación usarán, además, adaptador facial, con filtro mecánico. Para el riesgo de existencia de gases nocivos, estarán previstos equipos semiautónomos de aire fresco

12.2.2. ESTRUCTURAS

12.2.2.1. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

- **GENERALIDADES**
  - **Condiciones previas**

Previamente al vertido del hormigón en camión-hormigonera, se instalarán fuertes topes antideslizantes en el lugar en que haya de quedar situado el camión. Para la colocación de bovedillas de entrevigados y hormigonado de forjados se utilizarán plataformas de apoyo, para no pisar directamente sobre las bovedillas. Estas plataformas tendrán una anchura mínima de 60 cm.

Antes de comenzar los trabajos se comprobará que todos los huecos de forjado y laterales abiertos estén debidamente protegidos, para evitar caídas de operarios al vacío, a partir de la primera planta, o desde 3 metros de altura.

Para acceso a distintas plantas se evitará que se realice a través de losas de escalera sin el peldañeado correspondiente y sin los lados abiertos protegidos mediante barandillas resistentes o redes. Si tales protecciones no existiesen, el acceso se realizará mediante escaleras

metálicas, que cumplirán las prescripciones establecidas en el correspondiente apartado de este Pliego.

- **Condiciones durante los trabajos**

No se iniciará el hormigonado sin que los responsables técnicos hayan verificado las condiciones de los encofrados. Para el hormigonado de pilares se usarán castilletes protegidos mediante barandillas laterales. Para el hormigonado de forjados unidireccionales se usarán pasarelas de 60 cm. de anchura, para que pisen los operarios.

Se vigilará que no se acumule excesivo hormigón en una determinada zona, para evitar hundimientos de los forjados.

Se suspenderán los trabajos cuando las condiciones climatológicas sean adversas. Se vigilará, por parte del encargado, que antes de realizar operaciones de regado de la zona hormigonada, no haya en el entorno máquinas o equipos eléctricos.

- **Condiciones posteriores**

Los forjados y vigas no serán utilizados como plataformas para circular hasta pasadas, al menos, 24 horas de su hormigonado. Las plantas de estructura finalizadas y en las que no se deba efectuar ningún trabajo deberán ser condenadas en su acceso; extremo que deberá quedar debidamente señalizado.

- **ENCOFRADOS**
  - **Trabajos previos en taller auxiliar**

La ubicación de los talleres se determinará cuidando que no existan riesgos de caídas de materiales y/o herramientas sobre los operarios que deban realizar estos trabajos. Caso de no ser factible, se dispondrá de sistemas o viseras capaces de resistir los impactos.

Se organizará el acopio de materiales de modo que no interrumpan las zonas de paso. Los recortes y clavos se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible. Se vigilará especialmente la retirada de clavos, doblándose los que estén clavados en tablas.

Las condiciones de la sierra circular de mesa serán las indicadas en el correspondiente apartado de este Pliego sobre "Maquinaria". Independientemente de ello, se procurará colocar la máquina respecto al viento dominante, de modo que el serrín no se proyecte sobre la cara del operario que la manipule.

➢ Condiciones de montaje de encofrados

Se vigilarán las condiciones de limpieza de tablas, materiales sueltos y clavos que puedan dificultar las condiciones de circulación por el área de trabajo. Se vigilarán las condiciones de los puntales antes de su montaje y se desecharán los que no reúnan las condiciones establecidas por la Dirección Facultativa. Se prohibirá, expresamente, usar los elementos del encofrado en sustitución de medios auxiliares.

Para el montaje de pilares se usarán castilletes con los lados protegidos mediante barandillas de 90 cm. de altura y rodapiés de 20 cm. de altura. Se suspenderán los trabajos cuando haya fuertes vientos o lluvias.

➢ Condiciones posteriores a los trabajos

Finalizado el desencofrado se cortarán los latiguillos o separadores de encofrado a ras de cara de los elementos hormigonados.

- **TRABAJOS DE FERRALLA**

➢ Trabajos previos en taller auxiliar

Su ubicación se determinará cuidando que no existan riesgos de caídas de materiales y/o herramientas sobre los operarios que deban realizar estos trabajos. Caso de no ser posible, se dispondrán sistemas de viseras capaces de resistir los impactos.

Se organizará el acopio de la ferralla de modo que estos materiales no interrumpan las zonas de paso. Sobre los pasillos o mallazos se pondrán planchas de madera, a fin de facilitar el paso si se debe andar por su parte superior.

Los desperdicios, despuntes y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible, depositándolos previamente en bateas bordeadas que eviten los derrames. Los medios auxiliares (mesas, borriguetas, ...) serán estables y sólidos.

Se usarán maquinillas para el montaje y atado de estribos. La superficie de barrido de las barras en su doblado deberá acotarse. Las condiciones de estas máquinas serán las estipuladas en el apartado de "Maquinaria" de este Pliego.

➢ Condiciones durante los trabajos de montaje de las armaduras

Se prohibirá, expresamente, el tránsito de los ferrallistas sobre los fondos de los encofrados de jácenas, zunchos o apoyos intermedios de las viguetas. Para evitarlo se colocarán pasarelas de 60 cm. de anchura, debidamente apoyadas en zonas estables.

Las maniobras de colocación "in situ" de pilares y vigas suspendidas con ganchos de la grúa se ejecutarán con, al menos, tres operarios: dos guiando con sogas o ganchos y el resto efectuando normalmente las correcciones de la ubicación de estos elementos.

Se prohibirá, expresamente, que los elementos de ferralla verticales sean usados en lugar de escaleras de mano o de andamios de borriguetas. Se suspenderán los trabajos con fuertes vientos o lluvias.

- **DESENCOFRADOS**
  - **Condiciones previas**

El desencofrado sólo podrá realizarse cuando lo determine la Dirección Técnica de las obras.

  - **Condiciones durante los trabajos**

No se comenzarán los trabajos sin haber adoptado medidas conducentes a evitar daños a terceros, tanto con la colocación de sistemas de protección colectiva como con señalización. Al comenzar los trabajos se aflojarán en primer lugar, gradualmente, las cuñas y los elementos de apriete. La clavazón se retirará por medio de barras con los extremos preparados para ello (tipo "pata de cabra"). Se vigilará que en el momento de quitar el apuntalamiento nadie permanezca bajo la zona de caída del encofrado. Para ello, al quitar los últimos puntales, los operarios se auxiliarán de cuerdas que les eviten quedar bajo la zona de peligro

  - **Actuaciones posteriores a los trabajos**

Al finalizar las operaciones, tanto maderos como puntales se apilarán de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores. Los clavos se eliminarán o doblarán, dejando la zona limpia de ellos.

12.2.2.2. ESTRUCTURAS METÁLICAS

- **GENERALIDADES**

➢ **Condiciones previas**

Los elementos montados desde taller estarán dispuestos de manera que puedan ser transportados sin excesiva dificultad hasta la obra. En caso necesario, se obtendrán los pertinentes permisos y medios de acompañamiento.

➢ **Condiciones durante los trabajos**

Los trabajos se realizarán bajo la supervisión de una persona responsable, designada al efecto por el empresario. El montaje lo realizarán operarios especializados, que se auxiliarán de grúas para la elevación de los distintos elementos de la estructura y la suspensión de módulos para su acople.

Se reducirá al mínimo la permanencia en altura del personal de montaje. Para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número de acoples posible. Cuando un operario no pueda ser protegido por protecciones colectivas del riesgo de caídas desde altura, se utilizarán sistemas "canastillos" fijos o autopropulsados. En último caso deberán usarse cinturones de seguridad, tipo "caída", fijados a un elemento resistente. El punto de fijación del cinturón se determinará previamente, sin dar lugar a improvisaciones.

12.2.2.3. ALBAÑILERÍA

➢ **Generalidades**

Todos los trabajos comprendidos en este capítulo se ejecutarán de acuerdo con las prescripciones establecidas en los correspondientes apartados de este Pliego. Los EPI que deberán utilizar los operarios que realicen estos trabajos serán:

- Cascos.
- Calzado de seguridad con puntera y plantilla reforzadas.
- Guantes de cuero, exceptuando los operarios que realicen tareas de corte con sierras circulares o máquinas similares.
- Gafas de seguridad, para los que trabajen con sierras circulares.
- Mascarilla con filtro mecánico, para quienes trabajen con sierras circulares.

- Cinturones de seguridad, tipo anticaída, los que estén sobre andamios colgados.
- Cinturón de seguridad, tipo sujeción, los que realicen operaciones de recogida de cargas del exterior.

12.2.2.4. INSTALACIONES

Todos los trabajos comprendidos en este capítulo se ejecutarán de acuerdo con las prescripciones establecidas en los correspondientes apartados de este Pliego. Los equipos de protección individual que deberán utilizar los operarios, en el caso de efectuar trabajos de soldadura, son los indicados en el correspondiente apartado de este Pliego y, de modo general, serán:

- Cascos.
- Calzado de seguridad con plantilla y puntera reforzada.
- Guantes de cuero, para operaciones de carga y descarga y manipulación de materiales
- Guantes aislantes de electricidad para los instaladores eléctricos y aquéllos que actúen en estas instalaciones.
- Mono de trabajo.
- Gafas con montura y oculares de protección contra impactos.

12.2.2.5. REVESTIMIENTOS

Los trabajos comprendidos en este capítulo se ejecutarán de acuerdo con las prescripciones establecidas en los apartados de este Pliego. Los EPI que se deberán utilizar en estos trabajos serán:

- Cascos.
- Calzado de seguridad con puntera y plantilla reforzadas.
- Guantes de goma, exceptuando a los operarios que realicen tareas de corte con sierras circulares o máquinas similares.
- Mascarilla con filtro mecánico, para aquellos que trabajen con sierras circulares.
- Cinturones de seguridad, tipo "caída", los que se encuentren sobre andamios colgados.

- Cinturón de seguridad, tipo "sujeción", los que realicen operaciones de recogida de cargas y trabajos en lugares próximos a huecos (huecos de escalera, huecos de patio, etc.).

- **PINTURAS**

  - **Condiciones previas**

El almacenaje de materiales (pinturas, disolventes) se efectuará en lugares específicos. Los cuales reunirán las condiciones estipuladas en el correspondiente apartado de este Pliego, con especial incidencia en lo referente a ventilación y protección contra incendios (prohibiciones de fumar, hacer fogatas, etc.). Se advertirá al personal de la posible toxicidad y riesgo de explosión de algunos productos, así como de las condiciones de su utilización y los medios orientados hacia su prevención.

Las etiquetas de todos los envases tendrán claras y nunca borradas o tapadas las características del producto. A tal efecto se prohibirá el cambio de envase de los productos, para que nunca se pueda alegar el desconocimiento de su contenido y características. Los EPI que deberán utilizar los operarios que realicen estos trabajos serán:

- Casco, siempre, en el exterior y para la circulación por el resto de la obra.
- Gorro de goma, para protección del pelo.
- Gafas contra salpicaduras.
- Guantes de goma.
- Mascarilla de filtro mecánico. El filtro será el específico para cada disolvente.
- Calzado con suela antideslizante.

  - **Condiciones durante los trabajos**

- Se tendrá especial cuidado en mantener bien ventilados los locales en que se realicen estos trabajos. Se mantendrán la superficie de tránsito y áreas de trabajo lo más limpias posible de pintura, para evitar resbalones.

12.3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

12.3.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

12.3.1.1. GENERALIDADES

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente). La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo

- **Mantenimiento**

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

12.3.1.2. PROTECCIÓN DE HUECOS EN PARED

- **Condiciones generales**

En todas aquellas zonas en las que existan huecos en paredes y no sea necesario el acceso y circulación de personas, hasta tanto no se eviten las situaciones de riesgo, se condenará el acceso a tales áreas mediante señalización adecuada.

Durante la noche o en lugares interiores y con poca visibilidad se complementará con la iluminación suficiente. Los huecos existentes en forjados, hasta mientras no se coloquen las protecciones definitivas, se podrán cubrir mediante los sistemas de barandillas. mallazos o tabicados, con las condiciones que, con carácter de mínimo. se indican

Los sistemas de barandillas estarán compuestos por la barandilla propiamente dicha, con altura no inferior a 90 cm. y plintos o rodapiés de 15 cm. de altura. El hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra o listón intermedio o por medio de barrotes verticales, con una separación máxima de 15 cm. Las barandillas serán capaces de resistir una carga de 150 Kg/metro lineal. Los sistemas de mallazos metálicos se sujetarán al

paramento de forma que no se puedan retirar con facilidad Estarán bien tensados. La altura mínima será de 90 cm. El mallazo será capaz de resistir una carga de 150 Kg/metro lineal.

Los sistemas de mallazos de plástico se sujetarán al paramento de forma que no se puedan retirar con facilidad. Por la elasticidad de estos materiales se deberá cuidar el atirantado de sus extremos superior e inferior. Reforzándose por sistemas de cables o cuerdas.

El conjunto será capaz de resistir una carga de 150 Kg/metro lineal. El sistema de tabicado provisional se realizará de modo que exista una buena trabazón entre este elemento y el resto de la fábrica, Su altura mínima será de 90 cm. El conjunto será capaz de resistir una carga de 150 Kg/metro lineal.

12.3.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

12.3.2.1. GENERALIDADES

El presente apartado de este Pliego se aplicará a los equipos de protección individual, en adelante denominados EPI, al objeto de fijar las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios en la obra. Sólo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los EPI que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los EPI que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes. Hasta tanto no se desarrolle o entre plenamente en vigor la comercialización de los EPI regulados por las disposiciones vigentes, podrán utilizarse los EPI homologados con anterioridad, según las normas del M° de Trabajo que, en su caso, les hayan sido de aplicación.

12.3.2.2. EXIGENCIAS ESENCIALES

- **Requisitos de alcance general aplicables a todos los EPI**

Los EPI deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Los EPI reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario

tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible. El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del EPI se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad. Cuando las condiciones de empleo previsibles permitan distinguir diversos niveles de un mismo riesgo, se deberán tomar en cuenta clases de protección adecuadas en el diseño del EPI.

Los EPI a utilizar, en cada caso, no ocasionarán riesgos ni otros factores de molestia en condiciones normales de uso. Los materiales de que estén compuestos los EPI y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario. Cualquier parte de un EPI que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los EPI ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas. Los EPI posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán puestos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los EPI se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los EPI serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Además de satisfacer los requisitos complementarios específicos para garantizar una protección eficaz contra los riesgos que hay que prevenir, los EPI para algunos riesgos específicos tendrán una resistencia suficiente contra los efectos de los factores ambientales inherentes a las condiciones normales de uso. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier EPI, habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento o

desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los EPI ni en el usuario.

- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
- Accesorios que se pueden utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de algunos de sus componentes.
- Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del P.S.H.

12.3.2.3. EXIGENCIAS COMPLEMENTARIAS

Cuando los EPI lleven sistema de ajuste, durante su uso, en condiciones normales y una vez ajustados, no podrán desajustarse salvo por la voluntad del usuario. Los EPI que cubran las partes del cuerpo que hayan de proteger estarán, siempre que sea posible, suficientemente ventilados, para evitar la transpiración producida por su utilización; en su defecto, y si es posible, llevarán dispositivos que absorban el sudor.

Los EPI del rostro, ojos o vías respiratorias limitarán lo menos posible el campo visual y la visión del usuario. Los sistemas oculares de estos tipos de EPI tendrán un grado de neutralidad óptica que sea compatible con la naturaleza de las actividades más o menos minuciosas y/o prolongadas del usuario.

Si fuera necesario, se tratarán o llevarán dispositivos con los que se pueda evitar el empañamiento. Los modelos de EPI destinados a los usuarios que estén sometidos a una corrección ocular deberán ser compatibles con la utilización de gafas o lentillas correctoras.

Cuando las condiciones normales de uso entrañen un especial riesgo de que el EPI sea enganchado por un objeto en movimiento y se origine por ello un peligro para el usuario, el EPI tendrá un umbral adecuado de resistencia por encima del cual se romperá alguno de sus elementos constitutivos para eliminar el peligro.

Cuando lleven sistemas de fijación y extracción, que los mantengan en la posición adecuada sobre el usuario o que permitan quitarlos, serán de manejo fácil y rápido. En el folleto informativo que entregue el fabricante, con los EPI de intervención en las situaciones muy peligrosas a que se refiere el presente Pliego, se incluirán, en particular, datos destinados al uso de personas competentes, entrenadas y cualificadas para interpretarlos y hacer que el usuario los aplique.

En el folleto figurará, además, una descripción del procedimiento que habrá que aplicar para comprobar sobre el usuario equipado que su EPI está correctamente ajustado y dispuesto para funcionar. Cuando el EPI lleve un dispositivo de alarma que funcione cuando no se llegue al nivel de protección normal, éste estará diseñado y dispuesto de tal manera que el usuario pueda percibirlo en las condiciones de uso para las que el EPI se haya comercializado. Cuando por las dimensiones reducidas de un EPI (o componentes de EPI) no se pueda inscribir toda o parte de la marca necesaria, habrá de incluirla en el embalaje y en el folleto informativo del fabricante.

Los EPI vestimentarios diseñados para condiciones normales de uso, en que sea necesario señalizar individual y visualmente la presencia del usuario, deberán incluir uno o varios dispositivos o medios, oportunamente situados, que emitan un resplandor visible, directo o reflejado, de intensidad luminosa y propiedades fotométricas y colorimétricas adecuadas. Cualquier EPI que vaya a proteger al usuario contra varios riesgos que puedan surgir simultáneamente responderá a los requisitos básicos específicos de cada uno de estos riesgos.

12.3.2.4. EXIGENCIAS ESPECÍFICAS

- **Protección contra golpes mecánicos**

Los EPI adaptados a este tipo de riesgos deberán poder amortiguar los efectos de un golpe, evitando, en particular, cualquier lesión producida por aplastamiento o penetración de la parte protegida, por lo menos hasta un nivel de energía de choque por encima del cual las dimensiones o la masa excesiva del dispositivo amortiguador impedirían un uso efectivo de los EPI durante el tiempo que se calcule haya que llevarlos.

- **Caídas de personas**

Las suelas del calzado adaptado a la prevención de resbalones deberán garantizar una buena adherencia por contacto o por rozamiento, según la naturaleza o el estado del suelo. Los

EPI destinados para prevenir las caídas desde alturas, o sus efectos, llevarán un dispositivo de agarre y sostén del cuerpo y un sistema de conexión que pueda unirse a un punto de anclaje seguro.

Serán de tal manera que, en condiciones normales de uso, la desnivelación del cuerpo sea lo más pequeña posible para evitar cualquier golpe contra un obstáculo, y la fuerza de frenado sea tal que no pueda provocar lesiones corporales ni la apertura o rotura de un componente de los EPI que pudiese provocar la caída del usuario.

Deberán, además, garantizar, una vez producido el frenado, una postura correcta del usuario que le permita, llegado el caso, esperar auxilio. El fabricante deberá precisar, en particular, en su folleto informativo, todo dato útil referente a:

- Las características requeridas para el punto de anclaje seguro, así como la "longitud residual mínima" necesaria del elemento de amarre por debajo de la cintura del usuario.
- La manera adecuada de llevar el dispositivo de agarre y sostén del cuerpo y de unir su sistema de conexión al punto de anclaje seguro.

➢ **Vibraciones mecánicas**

Los EPI que prevengan los efectos de las vibraciones mecánicas deberán amortiguar adecuadamente las vibraciones nocivas para la parte del cuerpo que haya que proteger. El valor eficaz de las aceleraciones que estas vibraciones transmitan al usuario nunca deberá superar los valores límite recomendados en función del tiempo de exposición diario máximo predecible de la parte del cuerpo que haya que proteger.

➢ **Protección contra la compresión (estática)**

De una parte del cuerpo. Los EPI que vayan a proteger una parte del cuerpo contra esfuerzos de compresión (estática) deberán amortiguar sus efectos para evitar lesiones graves o afecciones crónicas.

➢ **Protección contra agresiones físicas (rozamientos, pinchazos, cortes, mordeduras)**

Los materiales y demás componentes de los EPI que vayan a proteger todo o parte del cuerpo contra agresiones mecánicas, como rozamientos, pinchazos, cortes o mordeduras, se elegirán, diseñarán y dispondrán de tal manera que estos EPI ofrezcan una resistencia a la abrasión, a la perforación y al corte adecuada a las condiciones normales de uso.

- **Protección contra los efectos nocivos del ruido**

Los EPI de prevención contra los efectos nocivos del ruido deberán atenuarlo para que los niveles sonoros equivalentes, percibidos por el usuario, no superen nunca los valores límite de exposición diaria prescritos en las disposiciones vigentes y relativas a la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Todo EPI deberá llevar una etiqueta que indique el grado de atenuación acústica y el valor del índice de comodidad que proporciona el EPI y, en caso de no ser posible, la etiqueta se colocará en su embalaje.

- **Protección contra el calor y/o el fuego**

Los EPI que vayan a proteger total o parcialmente el cuerpo contra los efectos del calor y/o el fuego deberán disponer de una capacidad de aislamiento térmico y de una resistencia mecánica adecuados a las condiciones normales de uso. Los materiales y demás componentes de EPI que puedan entrar en contacto accidental con una llama y los que entren en la fabricación de equipos de lucha contra el fuego se caracterizarán, además, por tener un grado de inflamabilidad que corresponda al tipo de riesgos a los que puedan estar sometidos en las condiciones normales de uso. No deberán fundirse por la acción de una llama ni contribuir a propagarla.

- **Protección contra el frío**

Los EPI destinados a preservar de los efectos del frío todo el cuerpo o parte de él deberán tener una capacidad de aislamiento térmico y una resistencia mecánica adaptadas a las condiciones normales de uso para las que se hayan comercializado.

Los materiales constitutivos y demás componentes de los EPI adecuados para la protección contra el frío deberán caracterizarse por un coeficiente de transmisión de flujo térmico incidente tan bajo como lo exijan las condiciones normales de uso. Los materiales y otros componentes flexibles de los EPI destinados a usos en ambientes fríos deberán conservar el grado de flexibilidad adecuado a los gestos que deban realizarse y a las posturas que hayan de adoptarse. En las condiciones normales de uso:

- El flujo transmitido al usuario a través de su EPI deberá ser tal que el frío acumulado durante el tiempo que se lleve el equipo en todos los puntos de la parte del cuerpo que se quiere proteger, comprendidas aquí las

extremidades de los dedos de las manos y los pies, no alcance en ningún caso el umbral del dolor ni el de posibilidad de cualquier daño para la salud.

- Los EPI impedirán, en la medida de lo posible, que penetren líquidos como, por ejemplo, el agua de lluvia y no originarán lesiones a causa de contactos entre su capa protectora fría y el usuario.

Cuando los EPI incluyan un equipo de protección respiratoria, éste deberá cumplir, en las condiciones normales de uso, la función de protección que le compete.

- **Protección contra descargas eléctricas**

Los EPI que vayan a proteger total o parcialmente el cuerpo contra los efectos de la corriente eléctrica tendrán un grado de aislamiento adecuado a los valores de las tensiones a las que el usuario pueda exponerse en las condiciones más desfavorables predecibles. Para ello, los materiales y demás componentes de estos tipos de EPI se elegirán y dispondrán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora en condiciones de prueba en las que se utilicen tensiones similares a las que puedan darse "in situ". Sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con el umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica, o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán, al igual que en su cobertura protectora, una marca que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, el número de serie y la fecha de fabricación; los EPI llevarán, además, en la parte externa de la cobertura protectora, un espacio reservado al posterior marcado de la fecha de puesta en servicio y las fechas de las pruebas o controles que haya que llevar a cabo periódicamente.

- **Protección contra las radiaciones**
  - **Radiaciones no ionizantes:**
    - Los EPI que vayan a proteger los ojos contra los efectos agudos o crónicos de las fuentes de radiaciones no ionizantes deberán absorber o reflejar la mayor parte de la energía radiada en longitudes de onda nocivas, sin alterar, por ello, excesivamente la transmisión de la parte no nociva del espectro visible, la percepción de los contrastes y la

distinción de los colores, cuando lo exijan las condiciones normales de uso

- Para ello, los protectores oculares estarán diseñados y fabricados para poder disponer, en particular, de un factor espectral de transmisión en cada onda nociva tal, que la que la densidad de iluminación energética de la radiación que pueda llegar al ojo del usuario a través del filtro sea lo más baja posible y no supere nunca el valor límite de exposición máxima admisible. Además, los protectores oculares no se deteriorarán ni perderán sus propiedades al estar sometidos a los efectos de la radiación emitida en las condiciones normales de uso y cada ejemplar que se comercialice tendrá un número de grado de protección al que corresponderá la curva de la distribución espectral de su factor de transmisión
- Los oculares adecuados a fuentes de radiación del mismo tipo estarán clasificados por números de grados de protección ordenados de menor a mayor y el fabricante presentará en su folleto informativo, en particular, las curvas de transmisión por las que se pueda elegir el EPI más adecuado, teniendo en cuenta los factores inherentes a las condiciones efectivas de uso, como la distancia en relación con la fuente y la distribución espectral de la energía radiada a esta distancia. Cada ejemplar ocular filtrante llevará inscrito por el fabricante el número de grado de protección.

- **Radiaciones ionizantes:**
  - Los materiales constitutivos y demás componentes de los EPI destinados a proteger todo o parte del cuerpo contra el polvo, gas, líquidos radiactivos o sus mezclas, se elegirán, diseñarán y dispondrán de tal manera que los equipos impidan eficazmente la penetración de contaminantes en condiciones normales de uso. El aislamiento exigido se podrá obtener impermeabilizando la cobertura protectora y/o con cualquier otro medio adecuado, como, por ejemplo, los sistemas de ventilación y de presurización que impidan la retrodifusión de estos contaminantes, dependiendo de la naturaleza o del estado de los contaminantes.

- Cuando haya medidas de descontaminación que sean aplicables a los EPI, éstos deberán poder ser objeto de las mismas, sin que ello impida que puedan volver a utilizarse durante todo el tiempo de duración que se calcule para este tipo de equipos. Los materiales constitutivos y demás componentes de estos tipos de EPI se elegirán y dispondrán de tal manera que el nivel de protección del usuario sea tan alto como lo exijan las condiciones normales de uso sin que obstaculicen los gestos, posturas o desplazamientos de este último hasta tal punto que tenga que aumentar el tiempo de exposición. Los EPI llevarán una marca de señalización que indique la índole y el espesor del material o materiales, constitutivos y apropiados en condiciones normales de uso.

12.4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIONES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD

12.4.1. NORMAS GENERALES

El empresario deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad. La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción por el contratista de los medios de protección indicados en el presente Estudio. Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra. Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra. El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc.) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable. El Plan de Seguridad desarrollará los sistemas de fijación según los materiales previstos a utilizar, quedando reflejado todo el sistema de señalización a adoptar.

12.4.2. SEÑALIZACIÓN DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

12.4.3. PERSONAL AUXILIAR PARA LA SEÑALIZACIÓN

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás. Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

12.4.4. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

En las zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural, ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten las operaciones laborales o la circulación, se empleará iluminación artificial. Las intensidades mínimas de iluminación para los distintos trabajos, serán:

- Patios, galerías y lugares de paso: 20 lux
- Zonas de carga y descarga: 50 lux
- Almacenes, depósitos, vestuarios y aseos: 100 lux
- Trabajos con máquinas: 200 lux
- Zonas de oficinas: 300 a 500 lux

13. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA OBRA CIVIL

13.1. PROCEDENCIA

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista y procederán de los lugares, fábricas o marcas que, elegidas por dicho Contratista, hayan sido previamente aprobadas por el Director de las Obras. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de los trabajos.

El Contratista bajo su única responsabilidad y siempre que no se indique nada al respecto en los diferentes documentos del Proyecto, elegirá los lugares apropiados para la extracción de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, para la producción de los áridos para morteros y hormigones, para rellenos de zanjas u otros elementos, entendiéndose directamente con los propietarios de los terrenos en que yacen.

El Director de la obra, podrá aceptar o rehusar dichos lugares de extracción según sean los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados con las muestras de materiales que el Contratista está obligado a entregar a requerimiento de aquel, o que los lugares elegidos pudieran afectar al paisaje del entorno. En su caso, si fuera preceptivo, el Contratista deberá realizar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, sin cargo alguno para la Propiedad.

La aceptación por parte del Ingeniero Director del lugar de extracción de los materiales, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de los mismos y al volumen explotable.

El Contratista está obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de los yacimientos, y si durante la ejecución de las obras los materiales dejasen de cumplir las condiciones establecidas por el presente Pliego, o si la producción resultase insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista deberá buscar otro lugar de extracción, siguiendo las normas anteriores.

Si en algún caso se dispusiera de materiales aprobados para su utilización en zonas de la obra que no estuviesen preparados para su ejecución inmediata, el Contratista estará

obligado a acopiarlos adecuadamente para su posterior utilización, sin que esta operación de retoma suponga, en ningún caso, un suplemento en el precio de las unidades de obra a construir.

Las zonas que proponga el Contratista para el acopio de estos materiales deberán ser de pendiente suave, habiéndose explanado las irregularidades que presenten hasta obtener una superficie razonablemente llana.

Antes de proceder a depositar los acopios, deberán eliminarse de la zona todos los elementos, que, por su naturaleza, pudieran contaminar los materiales que se vayan a depositar.

Todas las zonas de acopios deberán ser aprobadas por el Director de las Obras, antes de su utilización.

13.2. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO

Los materiales que sin especificarse en el presente Pliego hayan de ser empleados en la obra serán de probada calidad, debiendo presentar el Contratista para recabar la aprobación del Ingeniero Director cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos para identificar la calidad de los materiales a emplear, pudiendo, en cualquier caso, admitirlos o rechazarlos el Ingeniero Director, sin que el Adjudicatario de las Obras tenga derecho a reclamación alguna.

13.3. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

Los materiales que se han de emplear en obra, podrán ser sometidos a todas las pruebas y ensayos que estime conveniente la Dirección de la Obra para conocer sus condiciones. A este fin, el Contratista estará obligado a presentar, con la anticipación debida, muestras o ejemplares de los distintos materiales.

Los ensayos se realizarán en el Laboratorio que designe el Ingeniero Director de las Obras.

Serán a cargo del Contratista todos los gastos de pruebas y ensayos de las distintas unidades de obra, que se realicen durante la ejecución de éstos, hasta un importe máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Aquellos ensayos que no hayan dado resultado satisfactorio o que no ofrezcan la debida garantía, a juicio del Director de Obra, deberán repetirse a cargo del Contratista, aun cuando con ello se rebase el importe máximo anteriormente indicado.

Realizados los ensayos y aceptado el material, no podrá emplearse otro que el de la muestra o ejemplar aceptado, sin que la aceptación exima de responsabilidad al Contratista, la cual subsistirá hasta que la obra sea recibida definitivamente.

13.4. MATERIALES DEFECTUOSOS

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en él exigida para cumplir con su finalidad, o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que a su costa se reemplacen por otros que satisfagan las mismas condiciones o cumplan el objeto a que se destinen.

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, podrán emplearse, siendo la Administración quien, después de oír al Contratista, señalará el precio a que deben cobrarse los materiales. Si el Contratista no estuviera conforme con el precio así fijado, estará obligado a sustituir dichos materiales por otros que cumplan con las condiciones señaladas en este Pliego.

14. CONDICIONES GENERALES DE LA OBRA CIVIL

14.1. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES

El Contratista deberá obtener los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras y deberá abonar los cargos, tasas e impuesto derivados de la obtención de aquellos.

14.2. ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.

14.3. DISPOSICIONES LEGALES

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de cuantas disposiciones legales, de carácter social, y otras que rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

14.4. NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA

El presente Proyecto, ha sido redactado teniendo en cuenta las normas de la Empresa Suministradora de energía y las consultas puntuales realizadas. No obstante, el Contratista, se obliga a mantener con ella el debido contacto a través del Director de Obra para evitar, siempre que sea posible, criterios dispares y complicaciones posteriores.

14.5. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes, los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso, los de conservación de las señales y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de reposición de instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para las obras, así como la adquisición de dicha agua y energía; los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Así mismo, el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y la liquidación de las obras.

14.6. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, los planos y demás documentos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la propiedad sobre cualquier contradicción o error.

14.7. DIRECCIÓN Y ESPECCIÓN

La propiedad designará al Ingeniero Director que ha de dirigir e inspeccionar las obras, así como el resto del personal adscrito a la Dirección de Obra.

Las órdenes del Ingeniero Director deberán ser aceptadas por el Contratista como emanadas directamente de la propiedad, la cual podrá exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-administrativas.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la Dirección de Obra, crea oportuna hacer el Contratista, deberá ser formulada por escrito, dentro del plazo de quince (15) días después de dictada la orden.

El Ingeniero Director decidirá sobre la interpretación de los planos y de las condiciones de este Pliego y será el único autorizado para modificarlos.

El Ingeniero Director o sus representantes tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista les prestará la información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución a expensas del Contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del Ingeniero Director o sus representantes.

El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación y facilitando los medios necesarios para la inspección.

El Ingeniero Director podrá exigir que el Contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario que no sea competente, falto de subordinación, o que sea susceptible de cualquier otra objeción similar.

Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este Pliego no releva a la Contrata de sus responsabilidades en la ejecución de las obras.

14.8. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director o sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades tanto en medios como en mano de obra para replanteos, reconocimientos,

mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales y equipos o se realicen trabajos para las obras.

14.9. MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

A menos que se indique expresamente en los planos y documentación contractual, los medios y métodos de construcción serán elegidos por el Contratista, si bien reservándose el Ingeniero Director el derecho de rechazar aquellos medios o métodos propuestos por el Contratista que:

- Constituyan o pueden causar un riesgo al trabajo, personas o bienes.
- Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del Ingeniero Director o en su caso silencio, no eximirá al Contratista de la obligación de cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato. En el caso de que el Ingeniero Director rechace los medios y métodos del Contratista no se considerará como una base de reclamaciones por daños causados.

14.10. EQUIPOS Y MATERIALES QUE NO REUNAN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o lleguen al objeto a que se destinen.

Estos elementos se retirarán por parte del Contratista y los gastos, tanto de retirada como de sustitución, serán de su cuenta.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden del Ingeniero Director para que retire de las obras los equipos y/o materiales defectuosos no ha sido cumplida, procederá a verificar esta operación la entidad Contratante y los gastos serán abonados por el Contratista.

Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el Contratista prefiera sustituirlos por otros adecuados.

14.11. SUMINISTRO DE AGUA

El Contratista tendrá obligación de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos para este fin.

14.12. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica es por cuenta del Contratista, quien deberá establecer la línea o líneas de suministro en alta tensión, subestaciones, red de baja, etc.

14.13. CONSTRUCCIONES AUXILIARES

El Contratista queda obligado, por su cuenta, a construir y a desmontar y retirar al final de las obras todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarios para la ejecución de los trabajos.

Todas estas construcciones estarán supeditadas a la aprobación del Ingeniero Director de la obra en lo que se refiere a su ubicación, dimensiones, etc.

14.14. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES

El Contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionalmente, adaptadas en número y características a las exigidas por la reglamentación vigente, para ser utilizadas por los obreros y empleados en la obra en la forma y lugares debidamente aprobados por el Ingeniero Director.

A la terminación de la obra serán retiradas estas instalaciones procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso éstos limpios y libres de inundaciones.

14.15. RETIRADA DE MEIDOS AUXILIARES

A la terminación de las obras, el Contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc. y procederá a la limpieza general de la obra.

14.16. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO

El Contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras excepto aquellos que, por su índole específica sean competencia de la Administración.

La señalización de las obras, durante su ejecución, será de cuenta del Contratista que, asimismo, estará obligado a balizar, estableciendo incluso vigilancia permanente en aquellos puntos o zonas que, por su peligrosidad, puedan ser motivo de accidentes y en especial las zanjas abiertas y los obstáculos en vías abiertas al tráfico de vehículos o peatones.

Será también de cuenta del Contratista las indemnizaciones y responsabilidades que tuvieran lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización insuficiente o defectuosa.

El Contratista, bajo su responsabilidad, asegurará el tráfico durante la ejecución de las obras, bien por caminos existentes o por las desviaciones construidas a su cargo que sean necesarias, atendiendo a la conservación de las vías utilizadas en condiciones tales que el tráfico se efectué dentro de las exigencias mínimas de seguridad.

Finalmente, correrán a cargo del Contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios a terceros con motivo de las operaciones que requieran la ejecución de las obras o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo.

14.17. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista antes de iniciar la ejecución de las obras deberá contratar, a su cargo, seguro contra todo daño, pérdida o lesión que pueda producirse a cualesquiera bienes o cualquier persona por la ejecución o causa de la ejecución de las obras o en cumplimiento del contrato.

14.18. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de las obras.

14.19. SUCOMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse la recepción de las obras, se someterán a pruebas de resistencia, estabilidad, impermeabilidad, compactación, etc. y se procederá a toma de muestras para la realización de ensayos. Todos los ensayos y pruebas a realizar en la obra serán por cuenta del Contratista, estando incluidas en el precio de las diferentes unidades, hasta un 1% del presupuesto líquido vigente de las obras, incluidos todos los posibles adicionales que puedan producirse.

Si el Ingeniero Director exigiera mayor número de ensayos de los especificados en este Pliego y dieran resultados positivos, su costo será por cuenta de la Propiedad.

Los ensayos y pruebas de materiales y unidades de obra serán realizados por laboratorios especializados y reconocidos oficialmente que serán propuestos por el Contratista para su aprobación por la Dirección Facultativa de las obras.

En todo caso, la Propiedad se reserva el derecho de encargar, a costa de la Contrata, la ejecución de las pruebas y análisis preceptivos al Organismo Oficial que proceda.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista en la forma antes indicada, quien facilitará todos los medios que para ellos se requiera, y se entiende que no están verificadas totalmente hasta que den resultados satisfactorios.

Serán por cuenta del Contratista los asientos y averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción de las obras, es decir, la admisión de materiales o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones que tiene el Contratista de subsanar o reponer las obras o instalaciones que resultaron inaceptables parcial o temporalmente en el acto de reconocimiento parcial, pruebas de recepción o plazo de garantía.

Si, de las comprobaciones efectuadas, los resultados no fueran satisfactorios, la Propiedad podrá optativamente dar por recibida provisionalmente la obra, recogiendo en el Acta las incidencias, o retrasar la recepción hasta tanto el Contratista acondicione debidamente las obras dejándolas en perfectas condiciones de funcionamiento.

15. CONDICIONES DE ACTUACIONES PARTICULARES DE LA OBRA CIVIL

15.1. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

Las operaciones de despeje y desbroce del terreno son las necesarias para dejar el terreno natural, entre límites de explanación, totalmente libre de obstáculos, maleza, árboles, tocones, vallas, muretes, basuras, escombros y cualquier otro material indeseable a juicio del Director de Obra, de modo que dichas zonas queden aptas y en condiciones para el inicio de los trabajos de excavación y/o terraplenado.

Esta unidad de obra incluye:

- La remoción de los materiales.
- La extracción de tocones.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales en vertedero, así como su apilado o almacenamiento provisional y cuantas operaciones sean precisas hasta su vertido definitivo.
- Todo elemento auxiliar o de protección necesario, como vallas, muretes, etc.
- La conservación en buen estado de los materiales apilados y de los vertederos donde se descarguen los materiales no combustibles y los cánones, indemnizaciones, impuestos, gastos, etc., de los vertederos y de los lugares de almacenamiento o el extendido y compactación de los materiales en el vertedero de proyecto.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

15.2. EXPLANACIONES

Se definen las explanaciones como los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación. Quedan excluidos los terrenos rocosos que precisen de explosivos o los muy blandos.

15.2.1. CONDICIONES PREVIAS

- Plantas, secciones y pendientes naturales acotadas de la explanación a realizar.
- Servidumbres que pueden ser afectadas por la explanación.
- Plano topográfico con curvas de nivel de la zona de la explanación, con los accidentes más notables.
- Cota del nivel freático y corrientes de agua subterránea.
- Desbroce y limpieza superficial.
- Replanteo.
- Se prestará especial atención a la posible existencia de servicios e instalaciones que puedan verse afectados por la explanación, tomando las medidas de conservación y protección necesarias.

15.2.2. EJECUCIÓN

- Se evitarán los deslizamientos por descalces, erosiones y filtraciones, tomando las medidas precisas para no alterar la resistencia del terreno sin excavar.
- Se colocarán puntos fijos de referencia exteriores al perímetro de la explanación, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontal como vertical.
- Se solicitará a las compañías suministradoras información sobre las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación.
- La Dirección Facultativa tomará siempre las decisiones que fueran necesarias en los siguientes aspectos:
  - En aquellas construcciones que rebasen los límites de la explanación.

- En aquellos terrenos en los que aparezca roca.
- En los bordes junto a construcciones ya establecidas.
- En aquellas zonas de la explanación en las que aparezcan cursos naturales de aguas superficiales o profundas.
- En aquellos taludes y paredes en los que sea necesario colocar un entubamiento o refuerzo.
- En la apertura de los préstamos que puedan ser necesarios.
- Por circunstancias imprevistas, anomalías o urgencias.

• Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

• Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

• Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2ºC.

• Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas ya compactadas.

• Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal, cunetas, etc., se realizarán inmediatamente después de la ejecución del talud.

• Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, se deberán dar al final unas pasadas sin aplicar vibración.

• La transición entre taludes de desmonte y terraplén se realizará suavizando al máximo la intersección.

• La tierra vegetal deberá separarse del resto de los productos explanados, permitiéndose su utilización posterior solamente en protección de taludes.

• Las zanjas de préstamo quedarán como mínimo a una distancia de 4 m de la base del terraplén.

15.2.3. CONTROL

Desmontes:

- Se hará un control de replanteo cada 50 m de perímetro y no menos de uno por desmonte, no aceptándose en casos de errores superiores al 2,5% o y variaciones de + 10 cm.

- Se hará un control de altura de la franja excavada cada 2.000 m3, y no menos de uno al descender 3,00 m, no aceptándose, en caso de altura mayor de 1,65 m, la ejecución por con medios manuales.

- Se hará un control de nivelación de la explanada cada 1.000 m2, y no menos de 3 por explanada, no aceptándose en caso de variaciones no acumulativas entre lecturas de 50 mm en general y de 30 mm en viales.

- Se hará un control de borde con talud permanente al descender 3,00 m y no menos de uno por talud, no aceptándose en caso de variación en el ángulo del talud superior a + 2º.

Base del terraplén:

- Se hará un control de las dimensiones del replanteo igual que en el desmonte.

- Se hará un control de excavación de la base del terraplén cada 1.000 m2 en proyección y no menos de uno por explanada, no aceptándose si no se ha excavado la capa vegetal y si su profundidad es inferior a 15 cm; tampoco se aceptará en pendientes superiores a 1:5 que no se hayan realizado bermas y las mesetas no tengan la pendiente especificada.

Terraplén:

- Se hará un control de densidad "in situ" del relleno del núcleo cada 1.000 m3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 92% del Proctor, ni a 1,45 kg/dm3.

- Se hará un control de densidad "in situ" del relleno de coronación cada 1.000 m3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 95% del Proctor, ni a 1,75 kg/dm3.

- Se hará un control de nivelación de la explanada como en desmonte.

- Se hará un control de borde con talud permanente como en desmonte.

15.2.4. MEDICIÓN

- En desmontes, por m^3 de cubicación del volumen excavado sobre perfiles, incluso desbroce, replanteo y refinado, no considerando el esponjamiento, midiendo aparte la carga y transporte a vertedero.
- En terraplenes, por m^3 del volumen sobre perfiles, incluyéndose el transporte interior, midiendo aparte el exterior procedente de préstamos.
- Todas aquellas variaciones en exceso que surjan por negligencia de la Contrata, por conveniencia o erosión, no se abonarán.

15.2.5. MANTENIMIENTO

- Se mantendrán protegidos contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque.
- Los bordes ataluzados en su coronación se mantendrán protegidos contra la acumulación de aguas, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, cortando el agua junto a un talud cuando se produzca una fuga.
- No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m^2 junto a la parte superior de los bordes ataluzados, ni se socavará en su pie ni en su coronación.
- Se consultará a la Dirección de Obra si aparecieran grietas paralelas al borde del talud.

15.3. ZANJAS

Se definen las zanjas como excavaciones estrechas y largas que se hacen en el terreno para instalar una conducción subterránea.

15.3.1. CONDICIONES PREVIAS

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección de Obra haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas.

- Habrán sido investigados los servicios existentes que pueden ser afectados, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, redes de electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc.

- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.

- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.

- Evaluación de la tensión a compresión que transmitan al terreno las cimentaciones próximas.

- Las zonas a acotar en el trabajo de zanjas no serán menores de 1 m para el tránsito de peatones y de 2 m para vehículos, medidos desde el borde del corte.

15.3.2. EJECUCIÓN

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.

- El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para una posible entibación.

- La Dirección de Obra indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, siendo su acabado limpio.

- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno, que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección de Obra.

- La Dirección de Obra podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.

- El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado.

- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de ocho días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

- Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

15.3.3. CONTROL

- Cada 20 m o fracción, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5% y variaciones superiores a + 10 cm, en cuanto a distancias entre ejes.

- El fondo y paredes de la zanja terminada, tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección de Obra, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de + 5 cm, respecto a las superficies teóricas.

- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.

- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.

15.3.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m3, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.

- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.

- El Contratista podrá presentar a la Dirección de Obra para su aprobación el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando al comenzar las obras las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

15.3.5. RELLENO DE ZANJAS

En las zanjas, la primera capa de relleno a colocar sobre la arena sobre la generatriz superior exterior del tubo, se efectuará con un material que reúna las condiciones indispensables para la buena trabazón y apisonado. No contendrá fangos, ni gruesos superiores a cinco centímetros (5 cm), así como raíces o residuos orgánicos. Se compactará según indicaciones marcadas en proyecto o por el Director de Obra.

El tamaño máximo del relleno superior no contendrá más de un 25% en peso de tamaño máximo veinte centímetros.

En el caso de que la zanja discurra por tierra de labor, la capa superior estará constituida por la tierra vegetal que previamente se haya extraído en la excavación.

En el caso de cauces de barrancos, se seleccionará para el relleno el material grueso.

15.4. ASIENTO GRANULAR PARA TUBOS

La arena a utilizar para asiento de tubos y tuberías podrá ser natural, de machaqueo o mezcla de ambas, debiendo cumplir, en cualquier caso, las siguientes condiciones:

- El equivalente de arena será superior a setenta (70).
- El índice de plasticidad inferior a cinco (5).
- Por el tamiz número cinco (5) UNE, deberá pasar el cien por cien (100 %)
- El contenido de partículas arcillosas no excederá del uno (1 %) por cien del peso total.
- El contenido de azufre expresado en SO4 y referido al árido seco, no excederá del uno con veinte (1,20 %) por ciento del peso total.
- Los finos que pasen por el tamiz, 0,08 UNE, serán inferiores en peso al cinco (5 %) por cien del total.

15.5. ZAHORRA ARTIFICIAL

La composición granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites del huso ZA (25) para, según la clasificación establecida en el PG-3.

Cumplirá asimismo las prescripciones señaladas en el Artículo 501, "Zahorra artificial".

15.6. MADERAS

Las maderas a emplear en entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás elementos auxiliares y carpintería de armar, cumplirá las prescripciones del Artículo 286 "Madera" del mencionado PG-3.

15.7. HORMIGONES Y MORTEROS

El tipo de hormigón a emplear en cada una de las unidades de obra proyectadas será el indicado en los planos y presupuesto en cada caso.

El tipo de mortero a emplear en fábricas de ladrillo, mampostería y bloques de hormigón, asiento de piezas prefabricadas, enfoscados y enlucidos se ajustará a lo indicado en el apartado 3, del Artículo 611 del PG-3.

15.7.1. AGUA

El agua para la confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en Código Estructural.

La que se utilice para el lavado de áridos será sometida a la aceptación del Facultativo Director de la obra.

Por cada procedencia de agua no garantizada por la práctica, se realizará un análisis químico.

15.7.2. CEMENTO

El cemento satisfará las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas para la recepción de cementos y en el artículo 26 de la Instrucción de Hormigón Estructural. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el Artículo 30º de la citada Instrucción.

15.7.3. ÁRIDOS

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural, recogidas en Código Estructural.

Los áridos una vez limpios y clasificados, se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. El Facultativo Director de la obra podrá precisar la capacidad de almacenamiento de las diferentes categorías de áridos teniendo en cuenta el ritmo de hormigonado. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que los finos que se puedan acumular sobre el área del almacenamiento o silos, no puedan entrar a formar parte de los hormigones.

Los áridos más finos serán almacenados al abrigo de la lluvia, y el Facultativo Director de la obra fijará el límite por debajo del cual se tomarán dichas precauciones.

Los compuestos de azufre de los áridos referidos a su peso total en seco y expresados en porcentaje de SO4 serán inferiores al uno con dos por ciento (1,2 %).

15.7.4. PRODUCTOS DE ADICIÓN

Podrán utilizarse, con autorización previa del Facultativo Director de la obra, plastificantes y aceleradores del fraguado, si la correcta ejecución de las obras lo aconseja. Para ello se exigirá al Contratista que realice una serie completa de ensayos sobre probetas con el aditivo que se pretenda utilizar, comprobándose en qué medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados. En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

- Que la resistencia y la densidad seca sean iguales o mayores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivos.
- Que no disminuya la resistencia a las heladas.
- Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras, en su caso.

15.7.5. TIPOS DE HORMIGÓN

Para su empleo en las distintas partes de la obra y de acuerdo con su resistencia característica, determinada según las Normas UNE 7.240 y UNE 7.242, se establecen algunos de los siguientes tipos de hormigón:

TIPOS DE HORMIGÓN						
TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEF. MINOR.	ÁRIDO M/M	CEMENTO	CONSISTENCIA	UTILIZACIÓN
HL-150	Normal	--	20/40	I/32,5	Seca o plástica	Presoleras, zanjas, cimiento de bordillos
HM-20	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Pequeñas obras de fábrica, hormigón en masa
HA-25	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HA-30	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HA-35	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado

15.7.6. TIPOS DE CEMENTO

En la fabricación de hormigones se utilizarán los tipos de cementos indicados en el punto anterior.

A la vista de las características del terreno, el Director Facultativo podrá modificar el tipo de cemento a emplear.

Las unidades y zonas de empleo de los diferentes hormigones, sus resistencias características y niveles de control de ejecución, se detallan en los correspondientes planos.

15.7.7. DOSIFICACIÓN

Las dosificaciones se ajustan a las cantidades de cemento que especifica el Código Estructural.

15.7.8. PRUEBAS PREVIAS

El contratista presentará toda la documentación de la planta necesaria para conocer la experiencia de la misma y los resultados obtenidos con hormigones similares, con tiempos de recorrido parecidos y con temperaturas similares a las esperadas durante el periodo de las obras. Como mínimo se presentará lo indicado en los artículos relativos del Código Estructural.

A fin de comprobar que la dosificación es la adecuada, el tiempo de recorrido de los camiones indicado y que el hormigón H-30 llega a la obra en las condiciones previstas se harán al menos dos amasadas con el volumen de la amasadora o, como mínimo de 2 m3 cada una, comprobándose la plasticidad en la llegada a la obra. Se prepararán 6 probetas de las que se romperán 2 a 7 días, 2 a 14 días y 2 a 28 días. De ser posible se usará este hormigón como de limpieza, en cuyo caso se abonará con HL-150. De lo contrario todos los gastos, incluso los de excavación para enterrarlo, serán a cargo del contratista.

Se considerará que las pruebas son satisfactorias cuando:

- El hormigón llegue a obra en condiciones adecuadas para su colocación.
- Tenga un tiempo de fraguado superior a 1 h 30 m desde su colocación.
- La resistencia característica a 7 días sea superior a 24 N/mm², la de 15 días a 28 N/mm² y la de 28 días a 30 N/mm².

A efectos de la clasificación de la planta en las clases A, B, C u otras, definidas en el Código Estructural, el suministrador aportará el valor de δ correspondiente. Durante los ensayos previos se comprobará si la clasificación es adecuada o si procede asignarle otra clase.

No se autorizará el inicio del hormigonado hasta que las pruebas previas hayan dado resultado satisfactorio.

15.7.9. ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras a emplear en hormigón armado estarán constituidas por acero B-500-S, según se define en los planos y prescripciones recogidas en el Código Estructural.. y se realizarán con sujeción a lo prescrito en los artículos 241 y 600 del PG3.

Las características mecánicas mínimas garantizadas del acero serán:

MÍNIMOS GARANTIZADOS ACERO	
Tipo de Acero	**B-500-S**
Límite elástico (kg/cm^2)	5.100
Carga de rotura (kg/cm^2)	5.600
Alargamiento de rotura	12 %
Relación carga de rotura a límite elástico	1,05

16. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

16.1. EQUIPOS Y SISTEMAS DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE LITIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA HIBRIDADA

Comprende todos los elementos del Módulo de Almacenamiento, desde los containers de baterías hasta las estaciones de potencia, posteriormente desde las celdas de seccionamiento en 30 kV de las estaciones de potencia al Centro de Seccionamiento y posteriormente de la sala de celdas del Centro de Seccionamiento a la sala de celdas de la subestación eléctrica

16.1.1. CONTAINERS DE BATERÍAS

Se implantarán contenedores prefabricados con los racks de baterías de litio preinstalados en su interior, con todos los componentes necesarios para el funcionamiento en un contenedor prefabricado llave en mano. Este tipo de sistemas agrupación de baterías, cuentan con un diseño compacto y optimizado que permite una mayor rentabilidad y flexibilidad. Este sistema de almacenamiento por baterías en contenedores igualmente cuenta con un sistema de seguridad mejorada con respecto a otros tipos de almacenamiento convencionales, ya que dispone de tecnología de última generación para el control y monitorización del funcionamiento de las baterías, reduciendo al mismo tiempo la huella de la instalación en aproximadamente a la mitad del total de otros sistemas similares. Al mismo tiempo, es fácilmente ampliable y configurable según las necesidades concretas, incluso según periodos concretos anuales.

Estos equipos tendrán un conexionado interno de baja tensión entre los racks de baterías, conectados a los convertidores DC/AC, para posteriormente enlazarse mediante una red de baja tensión con los centros de transformación asociados.

En lo referente al tipo de baterías, estos sistemas utilizan batería tipo LFP ($LiFEPO_4$ / litio-ferrofosfato), de mayor respeto al medio ambiente tanto en su fabricación como en un futuro reciclaje. Asimismo, estas baterías presentan una durabilidad mayor que otras baterías de Ion de Litio convencionales. También son más seguras, ya que presentan una mayor estabilidad

química y térmica. Por el contrario, tenemos una densidad de energía menor, por lo que habrá que utilizar más celdas en los packs que conforman cada rack conexionado.

El suministro e instalación del sistema de almacenamiento energético en contenedor, de baterías, deberá realizarse conforme a las especificaciones del fabricante y a la normativa vigente aplicable en materia de seguridad industrial, eléctrica y de almacenamiento de energía.

Durante las operaciones de carga, descarga y traslado, se garantizará en todo momento la integridad estructural del contenedor, evitando golpes, vibraciones excesivas o inclinaciones superiores a las toleradas por el fabricante. Se emplearán medios de elevación adecuados (grúas, carretillas o elevadores certificados), respetando los puntos de izado definidos y las cargas máximas admisibles.

La ubicación final deberá disponerse sobre una superficie nivelada, con capacidad portante suficiente, debidamente cimentada y con sistemas de drenaje que eviten acumulaciones de agua. Se asegurará el cumplimiento de las distancias de seguridad respecto a otras instalaciones, zonas de paso y elementos sensibles, conforme a reglamentación aplicable y recomendaciones del fabricante.

La instalación eléctrica incluirá la correcta conexión a tierra del sistema, así como la integración con el sistema general de protección de la planta. Se verificará la correcta conexión de todos los elementos de potencia, control y comunicaciones, incluyendo sistemas BMS (Battery Management System).

Asimismo, se deberá garantizar una adecuada ventilación y control térmico del contenedor, evitando condiciones ambientales que puedan comprometer la seguridad o el rendimiento del sistema. Se prestará especial atención a los sistemas de detección y extinción de incendios integrados, comprobando su correcto funcionamiento antes de la puesta en servicio.

Al estar estos equipos preinstalados, solamente será necesario realizar las tareas de instalación del equipo en el terreno (descarga, nivelado, fijación, …) así como su conexionado a las redes de baja tensión y de puesta a tierra.

Previo a la puesta en marcha, se realizarán ensayos y verificaciones funcionales completas, incluyendo pruebas de aislamiento, continuidad, comunicaciones y operación segura del sistema, documentando todos los resultados conforme a los protocolos establecidos.

16.1.2. ESTACIONES DE POTENCIA

Para las tareas de transformación de voltaje, de la energía generada o consumida en las baterías del módulo de almacenamiento en corriente continua, previa o posteriormente a su conversión en corriente alterna en los inversores, será necesario disponer de un transformador de potencia. Teniendo en cuenta la potencia instalada en los inversores, se seleccionará un transformador con al menos la potencia necesaria relativa.

Así mismo, se podrá disponer de un centro de seccionamiento eléctrico, para unificar todas las líneas de baja tensión a incorporar para la transformación.

Todas estas acciones se realizarán en el equipo denominado ESTACIÓN DE POTENCIA, (POWER STATION o SKID), en el cual se agruparán todas las funciones necesarias relativas a la transformación de voltaje de la energía intercambiada en el módulo de almacenamiento.

En los centros de transformación se instalarán una (1) o dos (2) celdas de línea + una (1) celda de protección del transformador; es decir, 2 L + 1 P, ó 1 L+1 P, según su ubicación en el proyecto tal como indican los planos.

Dichas celdas contarán con todas las protecciones, equipos auxiliares y maniobras necesarias para el correcto seccionamiento de cada subcampo:

- Seccionadores para tensión de operación de 30 kV y tensión nominal de 36kV
- Celdas de cerramiento metálico para MT, con aislamiento SF6 y diseño modular para montaje interior
- Celdas de AT provistas de sistema de protección de la seguridad personal contra el contacto con partes en tensión

Las celdas de media tensión cumplirán con las normas internacionales y locales de aplicación, así como con los requerimientos impuestos por la compañía eléctrica.

El suministro e instalación de las estaciones de potencia asociadas al sistema de almacenamiento energético, deberá ejecutarse conforme a las especificaciones del fabricante y a la normativa vigente aplicable en materia eléctrica y de seguridad industrial.

Durante las operaciones de transporte, carga, descarga e izado, se adoptarán las medidas necesarias para evitar daños mecánicos, asegurando el uso de equipos de elevación

adecuados y certificados, respetando en todo momento los puntos de anclaje definidos por el fabricante, así como las limitaciones de peso y distribución de cargas.

La instalación se realizará sobre cimentación adecuada, previamente ejecutada conforme a los planos de proyecto, garantizando la correcta nivelación, alineación y capacidad portante del terreno. Se verificará la correcta disposición de canalizaciones, bandejas y accesos para cableado de potencia, control y comunicaciones.

La conexión eléctrica comprenderá la integración completa de la estación de potencia con el sistema de baterías, centros de transformación y red de la planta, asegurando la correcta ejecución de conexiones en media y baja tensión, sistemas de puesta a tierra y equipotencialidad. Se deberá garantizar la compatibilidad y correcta comunicación con los sistemas de control, incluyendo SCADA y sistemas de gestión energética (EMS).

Se prestará especial atención a las condiciones ambientales de instalación, asegurando una adecuada ventilación y disipación térmica, así como la protección frente a agentes externos (polvo, humedad, temperaturas extremas). Asimismo, se comprobará la correcta operatividad de los sistemas de protección integrados (protecciones eléctricas, anti-isla, sistemas de seguridad, etc.).

Previo a la puesta en servicio, se realizarán todas las pruebas necesarias, incluyendo ensayos eléctricos, verificación de protecciones, pruebas funcionales del inversor/PCS, sincronización con red y validación de comunicaciones, documentando los resultados conforme a los procedimientos establecidos en proyecto.

16.1.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN

Se suministrará e instalará todo el cableado según los requisitos especificados en los documentos de ingeniería del proyecto, en la normativa española y otros códigos y requisitos aplicables.

Los cables utilizados para el manejo de corriente continua y alteran en Baja tensión llevará la energía para la operación de los equipos de campo y traer la energía hacia los inversores, que se ubican en el centro de transformación.

Los cables se definen según el proyecto de manera de satisfacer simultáneamente las tres condiciones siguientes: criterio de la intensidad máxima admisible de calentamiento, el criterio de caída de tensión y el criterio de la intensidad de cortocircuito.

Los cables de corriente continua irán sobre las propias estructuras o directamente enterrados en zanjas para llevar los circuitos de corriente continua desde las estructuras de seguimiento hasta las cajas de agrupación, y luego desde éstas a la entrada de los inversores. Las zanjas se describen en los planos del proyecto y según las condiciones técnicas establecidas en la sección II del presente documento.

Los conductores a utilizar en la ejecución del presente proyecto se han descrito en la documentación adjunta del mismo; memoria y anexo de cálculos.

Los conductores serán de cobre aislados y estarán aislados con materias plásticas o elastómeros adecuadas. Estarán, además, debidamente protegidos contra la corrosión, tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos y cumplirán con la norma UNE 21024.

Los conductores serán generalmente unipolares y su tensión nominal no será inferior a 1.000 voltios. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades previstas.

16.1.4. CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN

Los conductores de media tensión a utilizar en la ejecución del presente proyecto se han descrito en la documentación adjunta del mismo; memoria y anexo de cálculos.

Los conductores serán de cobre aislados y estarán aislados con materias plásticas o elastómeros adecuadas. Estarán, además, debidamente protegidos contra la corrosión, tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos y cumplirán con la norma UNE 21024.

Los cables objeto de esta Especificación deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación. Estas normas se entenderán en su última edición vigente en el momento del pedido.

UNE-EN 60228	Conductores de cables aislados.
UNE 21-123	Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.
UNE 21-143	Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

ENE-EN 60811	Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Métodos de ensayo comunes.
UNE-EN 60885-2	Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 2: Ensayo de descargas parciales
UNE 21-191	Cálculo de las capacidades de transporte de los cables para regímenes de cargas cíclicos y sobrecarga de emergencia. Factor de capacidad de transporte cíclico para cables de tensiones inferiores o iguales a 18/30 (36) kV.

En los planos del proyecto y especificaciones técnicas se identifican las dimensiones de los cables que agruparán la energía de cada unidad inversora hasta el Centro de Seccionamiento.

Su recorrido queda señalado en los planos del proyecto y corresponden a zanjas en terreno abierto y previsiones para cruces de vías.

16.2. ENSAYO DE CONDUCTORES

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos del mismo se realizarán de acuerdo con las Normas UNE 21123, 21143, 21175 y UNE-EN 60811.

Estas Normas dividen los ensayos a realizar en los grupos siguientes:

Los ensayos individuales se realizarán sobre todo el cable terminado y consiste en:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Los ensayos especiales se realizarán sobre dos muestras de cada tipo de conductor y diferentes bobinas, que consisten en:

- Examen del conductor.
- Verificación de dimensiones.

- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Los ensayos tipo no es necesario practicarlos pues se supone que ya han sido realizados por el fabricante antes de su comercialización y se justificarán mediante la entrega de sus protocolos correspondientes.

También se realizarán pruebas del conductor una vez instalado, para lo cual se ejecutarán las que procedan, con la valoración incluida en oferta y aportando los medios necesarios para su realización.

16.3. EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las características más importantes del mismo: nombre y marca del fabricante, nº de serie del cable, año de fabricación, tensión nominal, sección del conductor, longitud de la pieza (en metros), peso total de la bobina (en kg), indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido y el nº de Bobina

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas se eligen de forma, que se puedan realizar las diferentes tiradas, reduciendo al máximo la necesidad de realizar empalmes intermedios.

16.4. PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra, según ICT-BT-18, tendrá por objetivo limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar las masas metálicas en un momento dado, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Según ITC-BT-24, las situaciones de riesgo consideran dos situaciones, los contactos directos y los contactos indirectos.

<u>Protección contra contactos indirectos en el sistema de baja tensión:</u>

En caso de un defecto a tierra, la sobreintensidad circulará por tierra, en cuyo caso las tensiones de contacto resultantes no deben superar los siguientes valores:

24 V en local o emplazamiento del conductor

50 V en todos los demás casos

Si eso no se cumple, se debe verificar que la tensión de defecto sea menor a la tensión de contacto máxima aplicable, calculado como:

$$V_d = I_d R_t$$

Donde:

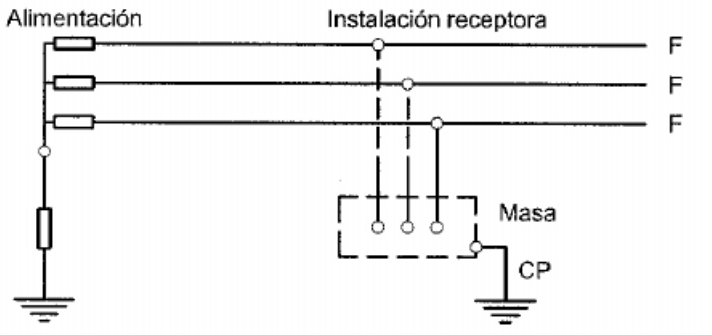
$V_d$es la tensión de defecto

$I_d$es la corriente de defecto

$R_t$es la resistencia de la toma de tierra

Según ITC-BT-08, para determinar las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto, es necesario tener en cuenta el tipo de esquema de distribución, donde se establece por un lado la conexión a tierra de la red de alimentación, y, por otro lado, la conexión a tierra de las masas metálicas en la instalación.

En el lado de baja tensión del transformador (600 V), el esquema de conexión es del tipo IT, como se muestra en la figura.



En este esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

Según ICT-BT-24, para evitar esta contingencia de choques eléctricos por fallos simultáneos, se requiere implementar un sistema de protección complementario, tales como:

controladores permanentes de aislamiento

dispositivos de protección de corriente diferencial-residual

dispositivos de sobre intensidad, tales como fusibles o interruptores automáticos.

Si se usan dispositivos de sobreintensidad, debe cumplir con alguno de los siguientes requisitos:

dispositivos con característica de funcionamiento de tipo inverso, que opere en un tiempo máximo de 5 s.

dispositivo con opción de operación instantánea

Protección contra contactos directos en el sistema de baja tensión:

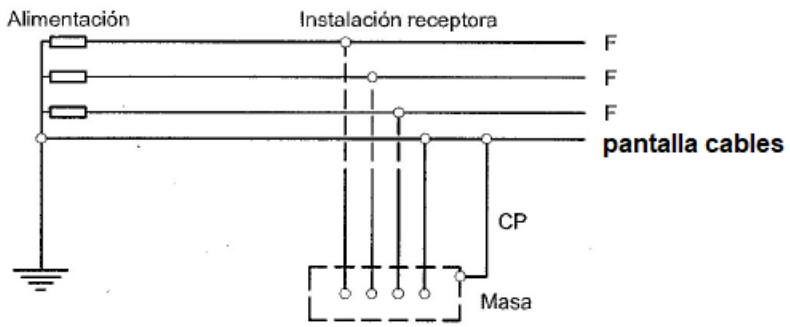
Según ICT-BT-24, los choques por contacto directo se evitan al aplicar las siguientes medidas:

Protección por medio de barreras o envolventes conectadas a tierra, formada por los respectivos cuadros de baja tensión.

Protección por medio de obstáculos: locales de servicio eléctrico solo accesibles a personal autorizado.

<u>Protección contra contactos en el sistema de alta tensión del transformador:</u>

En el lado de alta tensión del transformador (30 kV), existe una conexión entre las puestas a tierra de la SET OLIVARES 30/220 kV y la puesta a tierra del Centro de Transformación, a través de las pantallas de los cables de media tensión, que están puestos a tierra en ambos extremos. Esta conexión puede ser representada mediante el siguiente esquema, en cuyo caso las condiciones de seguridad se establecen según lo indicado en ITC-RAT-13.



Cuando la alimentación de alta tensión forma parte de una red de cables subterráneos con envolventes conductoras, de suficiente conductividad, las envolventes conductoras se pueden utilizar como electrodos de puesta a tierra, incluso sin la adición de otros electrodos de puesta a tierra, en cuyo caso se garantiza que la circulación de la corriente de defecto será a través de estas pantallas y no a través de la puesta a tierra local, proporcionando las condiciones de seguridad requeridas.

Según ITC-RAT 13, las instalaciones eléctricas están contenidas en celdas o envolventes metálicas conectadas a tierra, en cuyo caso aplican las siguientes consideraciones:

En conjuntos protegidos por envolvente metálica deberá existir una línea de tierra común para la puesta a tierra de la envolvente, dispuesta a lo largo de toda la aparamenta. La sección mínima de esta línea será de 25 mm2 para el cobre.

Las envolventes externas de cada celda se conectarán a la línea de tierra común, como así mismo se hará con todas las partes metálicas de la instalación Los elementos metálicos de la construcción de edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra toda estructura metálica, puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas.

Puesta a tierra local:

La puesta a tierra estará formada por un anillo que bordeará el perímetro de la edificación, a una profundidad mayor de 0,5 m. En todos los casos donde los conductores o líneas de tierra no forman parte de la red de alimentación, sus dimensiones serán determinadas por características de resistencia mecánica y resistencia a la corrosión. El conductor enterrado será de cobre con una sección mínima de 50 mm2. Esta configuración podrá ser complementada mediante la conexión de una pica en cada vértice del arreglo de puesta a tierra, de acero recubierto de cobre, con un diámetro no menor de 14 mm2. Todas las uniones serán mediante soldadura exotérmica.

No se deberán intercalar dispositivos de desconexión ni protecciones en los circuitos de tierra ni en las líneas de tierra; éstos deben ser eléctricamente continuos en toda su extensión.

Las partes metálicas de las estructuras de los seguidores deberán estar conectadas al sistema de puesta a tierra.

Toda instalación de puesta a tierra deberá ser controlada periódicamente en todas sus partes accesibles. La resistencia de puesta a tierra deberá ser medida en estas ocasiones y se repararán los defectos constatados.

16.5. ENSAYOS Y PRUEBAS

Adicional a lo indicado en los puntos anteriores se seguirá lo establecido en los documentos del proyecto y lo siguiente:

Se comprobará la continuidad de las líneas eléctricas y de tierras, de los diferentes módulos de la instalación, centro de seccionamiento y de la subestación eléctrica.

Se procederá a la comprobación de las soldaduras aluminotérmicas, mediante corte de un muestreo (≈5%) de las mismas para verificar la ausencia de porosidades.

Se verificará, mediante telurómetro, la resistencia de difusión a tierra del sistema general de tierras y de cada C.T. de los módulos.

Mediante inyección de 5 A, como mínimo, se procederá a la medición de las tensiones de paso y de contacto, en los puntos de acceso al C.T. de la torre y en la periferia de ésta. Los resultados deberán ser inferiores a los admisibles según los cálculos.

Si los valores obtenidos, no fueran los adecuados, se adoptarán las reformas o ampliaciones necesarias de acuerdo con la Dirección de Obra.

Todos los materiales eléctricos deberán ser suministrados con los correspondientes certificados de haber superado los ensayos y pruebas de acuerdo a la normativa de aplicación en cada caso. No obstante, el Director de Obra podrá ordenar cuantos ensayos y pruebas complementarios estime conveniente, considerándose que le coste de estas pruebas está incluido en el precio unitario, hasta un límite del 1% del presupuesto de adjudicación.

Durante la obra y una vez finalizada la misma, la Dirección Técnica verificará que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes de Aparellaje y Conductores

17. ENTREGA DE LAS OBRAS

17.1. MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista y a los mismos precios que la principal.

Las variaciones del proyecto que supongan la inclusión de nuevas unidades de obra se valorarán conforme a los siguientes criterios, por orden de preferencia:

a) Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.

b) Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.

c) Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.

d) Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.

17.2. OBRAS AUXILIARES

Las obras auxiliares que para la ejecución de todas las proyectadas haya de realizar el Contratista serán siempre por su cuenta, pero su disposición y planos habrán de ser aprobados previamente por el Director de Obra.

En cualquier caso, las obras auxiliares se ejecutarán también de acuerdo con las condiciones que se estipulen en este Pliego.

17.3. LIMPIEZA

Una vez que las obras finalicen, todas instalaciones, depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio en obra, deberán ser desmontados y los lugares de emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circundante.

Además, el Contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el período de construcción y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, explosivos, etc., cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abono por su realización.

17.4. PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Para la recepción de las obras, una vez terminadas, la Dirección de la Obra, procederá en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente Proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión de servicio normal y demostrado su perfecto funcionamiento.

18. CONDICIONES GENERALES DE LA GARANTÍA ECONÓMICA

18.1. ÁMBITO GENERAL DE LA GARANTÍA

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales, si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación

18.2. PLAZOS

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

18.3. CONDICIONES ECONÓMICAS

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

18.4. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto anterior referido a los condicionantes económicos de la garantía.

Lugar y tiempo de la prestación.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador.

Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

19. CONCLUSIÓN

Con el documento, y con resto de documentos y anexos relativos, se consideran justificadas las medidas, protecciones y actuaciones necesarias, en materia de **CONDICIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE SEGURIDAD Y SALUD Y DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**, para los trabajos necesarios para la implantación de las instalaciones para la **HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DE ION-LITIO,** ubicadas en el término municipal de Plasencia, en la provincia de Cáceres.

En Fuente del Maestre (Badajoz), a junio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

DOCUMENTO IV:

SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO IV-ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES 1

2. OBJETO 2

3. ENTIDAD PETICIONARIA 3

4. DEFINICIONES DEL RD 614/2001 DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO 4

5. CARACTERISTICAS DE LA OBRA 7

5.1. INSTALACIONES BAJA ALCANCE DEL PROYECTO 7
5.2. PRESUPUESTO PROYECTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 8
5.3. ACCESIBILIDAD 8
5.4. NÚMERO DE TRABAJADORES ESTIMADO 8
5.5. UNIDADES DE OBRA 9
5.6. MEDIOS AUXILIARES 9
5.7. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA 9
5.8. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 10
5.9. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LA OBRA. 10
5.9.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS 11
5.9.2. CANALIZACIONES 17
5.9.3. ESTRUCTURA. TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA 20
5.9.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. TENDIDO DE CABLEADO 23
5.9.5. TRABAJOS EN ALTURA 24
5.9.6. DAÑOS A TERCEROS 28
5.9.7. TRABAJOS CON RIESGOS DE TENSIÓN 28
5.9.8. MAQUINARIA 39
5.9.8.1. MAQUINARIA EN GENERAL PARA MOVIMIENTOS DE TIERRAS 39
5.9.8.2. MAQUINARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN. 58
5.9.8.3. MAQUINAS. HERRAMIENTAS 59
5.9.8.4. HERRAMIENTAS MANUALES EN GENERAL 63
5.9.8.5. MEDIOS AUXILIARES 65

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA 75

6.1. PROTECCIONES COLECTIVAS 75
6.1.1. SEÑALIZACIÓN 75
6.1.2. PROTECCIÓN DE PERSONAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS 78
6.1.3. TAJOS EN CONDICIONES DE HUMEDAD MUY ELEVADAS 81

6.1.4. SEÑALES ÓPTICO-ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA 81
6.1.5. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS U OBJETOS. 81
6.1.6. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS 83
6.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS). 85

7. MANEJO MANUAL DE CARGAS 88

8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y ANTERIORES TRABAJOS 91

9. DEFINICIONES DEL RD 614/2001 DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO 93

10. COORDINACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LAS OBRAS 97

11. PLANOS DE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 98

12. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD 125

13. CONCLUSIÓN 130

1. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1627/ de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes casos:

- Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 450.759 €.
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- Que se trata de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En base a lo indicado en el párrafo anterior, se elabora el presente Estudio de Seguridad y Salud, que establece durante la realización de la obra, las medidas y condiciones mínima precisas para la prevención de riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en su defecto de la Dirección facultativa de acuerdo con el 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. Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud (E.S.S.) tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las directrices para la prevención de riesgos de accidentes laborales, de enfermedades profesionales y de daños a terceros, así como los preceptivos servicios higiénicos de los trabajadores.

Estas directrices servirán para que la empresa constructora (contratista) elabore un Plan de Seguridad y Salud concreto, en el que se analicen, estudien, desarrollen y completen las previsiones contenidas en este Estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra: plan de obra, medios humanos, maquinaria, medios auxiliares, etc.

3. ENTIDAD PETICIONARIA

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- **DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6, S.L.** con CIF: **B-02.855.062**

Los datos de la personas y dirección de representación a efectos de notificaciones relacionadas son los siguientes:

- DIRECCIÓN SOCIAL: Ronda del Pilar 5, Piso 3, 06002, Badajoz
- REPRESENTANTE: RAÚL GARCÍA MÉNDEZ
- CONTACTO:
  - TELÉFONO: FILIP POPESCU
  - TELÉFONO: 686787709
  - CORREO ELECTRÓNICO: fpopescu@alterenersun.com

Los datos de empresa autora del proyecto son los siguientes:

- Autor del proyecto de ejecución: **EXTREPRONATUR, S.L.**
- Autor del estudio se Seguridad y Salud: **EXTREPRONATUR, S.L.**

4. DEFINICIONES DEL RD 614/2001 DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO

A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto se entenderá como:

1. **Riesgo eléctrico**: riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

2. **Lugar de trabajo**: cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.

3. **Instalación eléctrica**: el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

4. **Procedimiento de trabajo**: secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.

5. **Alta tensión. Baja tensión**. Tensiones de seguridad: las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.

6. **Trabajos sin tensión**: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

7. **Zona de peligro o zona de trabajos en tensión**: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento

en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Cuando no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en las prescripciones de AMYS más restrictivas que las citadas en el presente RD-614.

8. **Trabajo en tensión**: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.

9. **Maniobra:** intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.

10. **Mediciones, ensayos y verificaciones**: actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

11. **Zona de proximidad**: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona serán las indicadas en las prescripciones de AMYS.

12. **Trabajo en proximidad**: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

13. **Trabajador autorizado**: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.

14. **Trabajador cualificado:** trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

15. **Jefe de trabajo:** persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

- **Identificación de riesgos**

La propia naturaleza de las operaciones realizadas, impone la necesidad de ejecutar trabajos en las proximidades de conducciones eléctricas aéreas y subterráneas, originándose el riesgo de contactos con elementos en tensión, que, debido a las condiciones atmosféricas y a los procesos constructivos, se potencia, favoreciendo los accidentes en los diferentes tajos.

5. CARACTERISTICAS DE LA OBRA

5.1. INSTALACIONES BAJA ALCANCE DEL PROYECTO

El presente estudio de seguridad y salud determina las condiciones mínimas aceptables en materia de protección a los trabajadores, para la ejecución de las obras para la **Hibridación de la Planta Solar *"HIB LAS CRUCES I"*, Mediante la Incorporación de un Módulo de Baterías de Litio.** Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas infraestructuras, así como la puesta en servicio de las mismas.

Forman parte de las instalaciones proyectadas los siguientes elementos:

- **MÓDULO DE ALMACENAMIENTO *"ALM LAS CRUCES I"*, de 42,00 MW (Instalados), compuesta de:**
  - **MÓDULO DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS DE ION-LITIO "*ALM LAS CRUCES I"*, de 42,00 MVA [Inversores] / 175,53 MWh [Baterías]**
  - **RED INTERNA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA**
  - **RED INTERNA DE MEDIA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA**
- **INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA GENERADA:**
  - **LÍNEA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO, de 30 kV y 128 m**

Para la implantación del módulo de almacenamiento se ha definido **una superficie poligonal en el interior del recinto vallado de la planta solar autorizada**. Esta poligonal definida es la que compone la instalación denominada como ***"ALM LAS CRUCES I"*** y en cuyo interior se encuentran todos los equipos eléctricos diseñados.

Para realizar la conexión entre la instalación de almacenamiento y la red de transporte de energía eléctrica, es necesario realizar la instalación de una línea subterránea de conexión de 30 kV, la cual discurrirá desde el Centro de Transformación final del módulo de almacenamiento, hasta la sala de celdas de la subestación SET LAS CRUCES necesario a ampliar para su hibridación, desde el cual partirán las infraestructuras comunes de evacuación (ICE) para conectar con la Red de Transporte en Alta Tensión.

La **poligonal** definida como zona actuada, contendrá en su interior una serie de instalaciones, principalmente containers de baterías de almacenamiento y centros de transformación, además de equipos secundarios detallados posteriormente. Esta superficie se tomará como la superficie realmente **ocupada** por el módulo de almacenamiento a efectos de tramitación.

- **SUPERFICIES CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO**

RELACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO			
EQUIPOS	**UNIDADES**	**SUPERFICIE (m^2)**	**TOTAL (m^2)**
Estación de potencia [PWS] (HUAWEI JUPITER 9000K-H0 o similar)	5	14,77	73,85
Container de baterías de Ion-Litio [ESS] (HUAWEI LUNA 2000-5015-2S o similar)	35	14,77	516,93
Inversor de almacenamiento [PCS] (HUAWEI LUNA 2000-200KTL-H1 o similar)	210	-	-
Base para montaje de rack de inversores [RACK] (HUAWEI LUNA PCS 2000HA o similar)	35	2,14	74,97
Caseta de transformador de SSAA [DTS] (HUAWEI DTS-200K-D0 o similar)	8	1,08	8,64
Caseta de distribución de telecomunicaciones y UPS [MTS] (HUAWEI MTS9000A o similar)	5	0,73	3,67
TOTAL (m^2)			**678,05 m^2**

5.2. PRESUPUESTO PROYECTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL, de las instalaciones proyectadas, asciende a la cantidad de **ONCE MILLONES DOSCIENTOS VEINTINUEVE MIL NOVECIENTOS DOS EUROS** (**11.229.902 €**).

5.3. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad de la maquinaria a los lugares donde se ejecutarán las obras está clasificada como FÁCIL.

5.4. NÚMERO DE TRABAJADORES ESTIMADO

Se ha estimado que el número de operarios entre peones y oficiales, necesarios para la ejecución de la obra, será de hasta **20** trabajadores aproximadamente, de manera máxima simultánea.

5.5. UNIDADES DE OBRA

Se consideran las siguientes unidades de obra principales para la Construcción de las Instalaciones y su acometida:

- Replanteos.
- Excavaciones de zanjas y construcción local de inversores
- Relleno de zanjas.
- Instalación de containers de baterías.
- Instalación de redes eléctricas.
- Instalación de resto de instalaciones y equipos.

5.6. MEDIOS AUXILIARES

Para la ejecución de las obras se prevé que se utilicen los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

- Maquinaria de apertura de zanjas.
- Camión hormigonera.
- Grúa de izado.

5.7. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA

En prevención de daños a terceros, por irrupción de estos en el tajo, se realizará un vallado perimetral de la obra. Se colocarán carteles indicativos de riesgos, en los distintos tajos y en la maquinaria

Se establecerán pasarelas de madera, para paso de personal sobre las zanjas, formadas por tablones (60 cm.), trabados entre sí y bordeados de barandillas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Se colocarán topes de retroceso de vertidos y descargas en los bordes de las excavaciones.

Se instalarán señales de "Stop", "Peligro Indefinido" y "Peligro. Salidas de camiones en los entronques con las calles, a las distancias que marca el Código de Circulación, en prevención de riesgo de colisiones con terceros.

5.8. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Siempre que exista homologación, las protecciones personales utilizables se entenderán homologadas.

- CASCO DE SEGURIDAD CLASE N

  Cuando exista posibilidad de golpes en la cabeza, o caída de objetos.

- PANTALLA SOLDADURA DE MANO

  Se empleará en los trabajos de soldadura que permitan utilizar una mano para la sujeción de la pantalla.

- GAFAS CONTRA PROYECCIONES

  Para trabajos con posible proyección de partículas, protege sólo los ojos.

- GAFAS CONTRA POLVO

  Para utilizar en ambientes pulvígenos.

- MASCARILLA CONTRA POLVO

  Se utilizará cuando la formación de polvo durante el trabajo no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.

- PROTECTOR AUDITIVO DE CABEZA

  En aquellos trabajos en que la formación de ruido sea excesiva.

5.9. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LA OBRA.

El objeto de este análisis de riesgos es establecer las acciones y metodologías necesarias para controlar los accidentes, enfermedades profesionales o condiciones inseguras que presumiblemente puedan producirse, así como las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a evitarlos.

5.9.1. Movimientos de tierras

Incluye la excavación de zanjas para canalizaciones eléctricas.

- **Riesgos más frecuentes:**
  - Caída de personas a distinto nivel (Interior de zanjas).
  - Caída de personas al mismo nivel.
  - Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecarga de los bordes de la zanja, filtraciones de agua, fallo de entibaciones o entibaciones inexistentes, excavación sin talud, etc.).
  - Caída de objetos en manipulación.
  - Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas, materiales transportados en camiones).
  - Pisadas sobre objetos.
  - Golpes y cortes por objetos o herramientas.
  - Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
  - Atropellos o golpes con vehículos.
  - Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
  - Exposición a temperaturas ambientales extremas.
  - Contactos eléctricos (contacto de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas).
  - Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo, trabajos en interior de zanjas con poco oxígeno o aparición de gases tóxicos).
  - Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas).
  - Accidentes causados por seres vivos (presencia de parásitos e insectos).
  - Exposición a agentes físicos: ruido.
  - Exposición a agentes físicos: vibraciones.
- **Medidas preventivas:**

- Se detendrá o prohibirá cualquier trabajo ni no se cumplen las condiciones establecidas en el presente documento o las indicadas por el Coordinador de Seguridad y Salud.
- Siempre que existan operarios en el interior de la zanja y la profundidad de la misma sea mayor de 1,3 m se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de los trabajos y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Previamente al comienzo de los trabajos se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios por el itinerario por el que discurrirá la zanja, tomando las medidas oportunas en su caso.
- A lo largo de la canalización se señalizarán las líneas enterradas de comunicaciones, telefónicas, de transporte de energía, gas, etc., que puedan ser afectadas durante los trabajos de movimiento de tierras, estableciendo las protecciones necesarias para respetarlas.
- Se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cuál es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).
- El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 7 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

Elección del tipo de entibación

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m.			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

- Se impedirá el acopio excesivo de tierras a bordes de excavación, con el fin de evitar las sobrecargas.
- Se mantendrá una distancia suficiente para el acopio de materiales (distancia que está condicionada por la carga de los materiales, la profundidad de la zanja y el tipo de terreno), pudiéndose tomar 2 m como referencia.
- El material acopiado dispondrá de topes que impidan su caída a la propia zanja.
- Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario tomar entibar, aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes, como referencia se tomarán medidas a partir de 0,8 m).
- El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de la misma, por lo que se recomienda que sea como mínimo de 80 cm.
- Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.
- No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.
- Los codales, o elementos de la misma, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas.
- Aun cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.
- En general las entibaciones, o partes de estas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.
- Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.

- En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.
- La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.
- Se protegerá y señalizará los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la maquinaria pesada se aproxime en exceso.
- Siempre que se prevea el paso de peatones o vehículos se dispondrán vallas o protecciones similares, si es necesario se reforzará tal situación con balizas luminosas situadas a 10 m.
- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Una vez colmados los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir la caída de dicho material durante su transporte a vertedero.
- Se preverá un sistema de evacuación de aguas para prevenir el exceso de aguas provenientes del nivel freático o de lluvias. Dicha evacuación se podrá efectuar igualmente mediante bombas de achique de aguas.
- Se establecerán caminos distintos para acceso a la obra de vehículos y personas, debiendo estar perfectamente señalizados. Cuando necesariamente hayan de ser comunas se delimitará los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.

- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- Toda la maquinaria utilizada deberá disponer de sus resguardos debidamente colocados en evitación de atrapamientos por órganos móviles de transmisión o contactos térmicos.
- La aproximación de los trabajadores a bordes sin proteger, en los que exista riesgo de caída de más de 2 metros, se realizará con la ayuda de dispositivos anticaídas (arnés de seguridad) anclados a puntos fuertes.
- No se permitirá saltar a la zanja, se dispondrá de suficientes escaleras de mano para el acceso a las mismas, adecuadamente colocadas de forma que impidan posibles vuelcos o deslizamientos y sobrepasando en un metro su apoyo superior.
- No se permitirá que los operarios salten sobre las zanjas, para ello se colocarán pasarelas seguras de ancho suficiente (mínimo 60 cm) y barandilla lateral (cuando la profundidad de la zanja sea mayor de 2 m).
- Para la apertura de zanjas o excavaciones por medios mecánicos, se mantendrá una distancia mínima de 1 m a la supuesta situación del cable, continuando a partir de ese punto la excavación por medios manuales.
- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (Kv)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
$66 < V_f \leq 220$	5
> 220	7

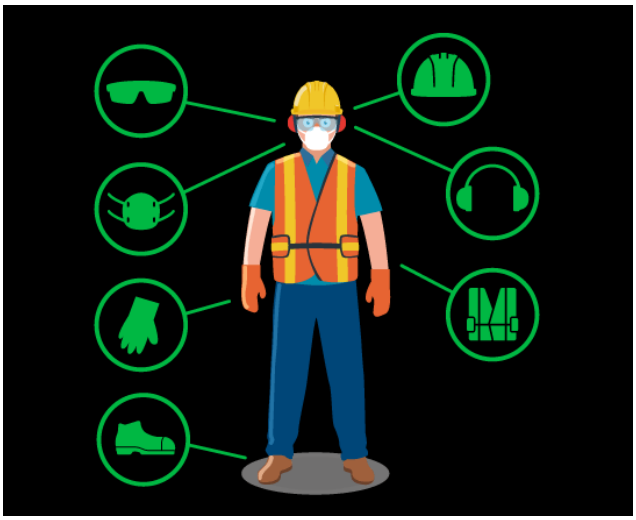
- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con

seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.

- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.
- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando lo codales que se hayan aflojado. Así mismo se comprobará que no haya agua en el interior de la zanja.
- Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

➢ **Equipos de protección individual:**

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Mascarilla con filtro antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad.
- Chaleco reflectante.



- **Protecciones colectivas:**
  - Señalización de seguridad.
  - Vallado de la canalización.
  - Pasarelas y barandillas.

5.9.2. Canalizaciones

Incluye el encofrado, hormigonado y desencofrado de los pozos y zanjas realizados para las canalizaciones eléctricas y los pozos de los apoyos de la línea eléctrica.

- **Riesgos más frecuentes:**
  - Dermatosis por contacto con cemento.
  - Caídas al mismo nivel.
  - Caídas a distinto nivel.
  - Golpes, cortes y heridas en general por uso de herramientas.
  - Proyección de partículas.
  - Ruido.
  - Sobreesfuerzos.
  - Roturas o reventones del encofrado.
  - Pisadas sobre objetos punzantes.
- **Medidas preventivas:**
  - Se mantendrá el orden y la limpieza en toda la obra. Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente

después de haber desencofrado, retirando los que pudieran haber quedado sueltos por el suelo mediante barrido o apilado.

- El encofrado y desencofrado lo realizarán profesionales experimentados en tales trabajos y serán dirigidos por personal competente.
- Se mantendrán las pasarelas, barandillas y señalizaciones utilizadas en la fase de excavación de la zanja o pozo.
- El encofrado tendrá suficiente estabilidad y resistencia.
- El acopio de madera, tanto nueva como usada, debe ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los lugares de paso.
- Si el corte de la madera se hace por medios mecánicos, la sierra de disco dispondrá de todas las protecciones necesarias, tanto mecánicas para evitar cortes, como eléctricas, para evitar contactos eléctricos directos e indirectos.
- Se suspenderán los trabajos en situaciones climatológicas desfavorables.
- Durante el hormigonado, cuando sea imprescindible que un vehículo durante el vertido se acerque al borde de la zanja o talud, se dispondrán de topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.
- Estos topes deberán estar colocados antes de las operaciones de vertido de hormigón. Las maniobras de los camiones hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente.
- Los conductores se apearán de los vehículos, para la descarga del material, y se ocuparán de la manipulación de los mandos para efectuar dicha operación.
- Previamente al inicio del vertido del hormigón del camión hormigonera, se instalarán fuertes topes antideslizamiento en el lugar donde se haya de quedar situado el camión.
- Los operarios no se situarán detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de marcha atrás; estas maniobras siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo por uno de los trabajadores. Tampoco se situarán, en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de prolongación.
- Se asignará un equipo de trabajadores, unas distancias mínimas de separación entre operarios, en función de los medios auxiliares que estén haciendo servir, para que no se produzcan alcances e interferencias entre ellos.
- Los camiones hormigonera no se aproximarán a menos de 2 m. De los cortes del terreno.
- Una vez que acabe el hormigonado, se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.
- En los casos en los que se utilice el motovolquete para el transporte y vertido de hormigón, se deberá tener en cuenta las siguientes prescripciones de seguridad: nunca se verterá directamente en la zanja, sino al borde de la misma, y procurando siempre que el motovolquete descanse sobre el terreno; se colocarán topes junto a las zanjas para las ruedas delanteras; se habrá comprobado previamente que están colocados el pórtico antivuelco sobre el conductor, los contrapesos adecuados sobre el eje trasero de las ruedas directoras del motovolquete, y que la palanca de accionamiento del basculante no tiene engarce y el muelle de recuperación desgastados por el uso.
- Las cimbras y encofrados deben ser calculados para las cargas máximas previsibles y en las condiciones más desfavorables, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos que se originan durante el vertido, y no se retirarán en tanto no finalicen los trabajos, y se tenga absoluta certeza de que el hormigón ha adquirido su curado mínimo autoportante.
- Se evitará golpear el encofrado durante las operaciones de hormigonado.
- En operaciones de vertido manual de los hormigones mediante carretilla, la superficie por donde pasan las mismas debe estar limpia y libre de obstáculos.

- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 Km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

➢ **Equipos de protección individual:**

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antiperforante.
- Botas de goma con suela antiperforante.
- Guantes de goma y cuero.
- Gafas de seguridad contra impactos de partículas.
- Protectores auditivos.

➢ **Protecciones colectivas:**

- Las mismas que en la fase de movimiento de tierras.

5.9.3. Estructura. Trabajos de albañilería

➢ **Riesgos más frecuentes:**

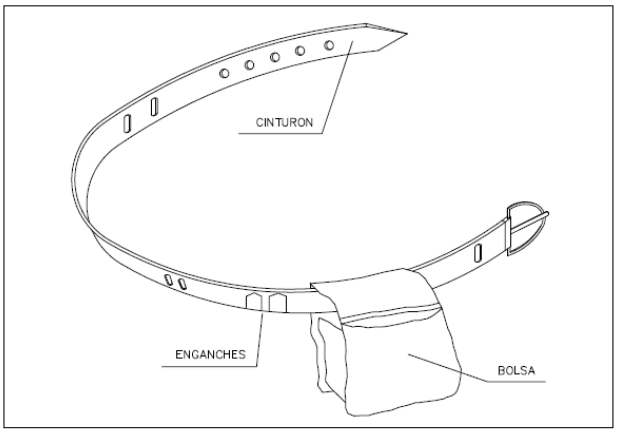
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de personas y/o objetos a distinto nivel.
- Golpes, cortes y heridas en general por uso de herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Proyección de partículas.
- Contactos directos e indirectos.
- Amputaciones.
- Ruido (uso de radial)
- Medidas preventivas:
- Se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada en todo momento.
- Se comprobará la situación, estado y requisitos de los medios de transporte, elevación y puesta en obra de los materiales utilizados, con antelación a su utilización.
- La manipulación manual de cargas se hará de acuerdo con el contenido del R.D. 487/97 sobre manipulación manual de cargas.

- Se cumplirán todas las medidas preventivas relativas al uso de medios auxiliares y máquinas-herramientas.
- Cuando se hagan trabajos en alturas superiores a 3 metros, se cumplirán todos lo
- Los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos, se elevarán mediante para su vertido mediante la grúa en el interior de plataformas de izar implantadas.
- Se prohíbe la estancia del personal debajo de cargas suspendidas.
- Las herramientas manuales deberán ser utilizadas para su fin específico únicamente, debiendo estar en todo momento en perfecto estado de uso.
- Antes de utilizar cualquier máquina o herramienta, deberá informarse y conocer su funcionamiento. Se asegurará de que dispone de todas las seguridades y protecciones, y cualquier intervención que haya de realizarse se hará con la máquina desconectada.
- Los andamios, cualquiera que sea su tipo, irán provistos de barandilla de 0,90 m de altura y rodapiés perimetrales de 0,15 m. Hasta 3 m de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramiento.
- Todos los tablones que forman la andamiada deberán estar sujetos a las borriquetas por lías y no deben volar más de 0,20 m.
- La anchura mínima de la plataforma de trabajo libre de material que no sea estrictamente necesario.
- Las plataformas de trabajo estarán libres de obstáculos.
- Se señalizarán las zonas de trabajo.

➢ **Equipos de protección individual:**

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad de cuero.
- Gafas contra impactos.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés anticaídas.
- Protección auditiva.

PORTAHERRAMIENTAS



① PERMITE TENER LAS MAMNOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE

② EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS

③ NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

- **Protecciones colectivas:**
  - Instalación de barandillas resistentes provistas de rodapiés, para cubrir huecos de forjados y aberturas en los cerramientos que no estén terminados.
  - Plataformas de trabajo.
  - Viseras resistentes. a nivel de primera planta.
  - Barandillas resistentes de seguridad para huecos y aperturas en los cerramientos
  - Redes elásticas verticales y horizontales.
  - Andamios normalizados.
  - Lonas.
  - Señalización de seguridad.

5.9.4. Instalaciones eléctricas. Tendido de cableado

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Aplastamientos.
  - Atrapamientos.
  - Cortes, golpes y heridas en general.
  - Caídas al mismo nivel.
  - Amputaciones.
  - Caídas de personas y/o cosas a distinto nivel.
  - Contactos eléctricos directos e indirectos.
  - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- **Medidas preventivas:**
  - Con el cable en movimiento no se introducirán las manos en elementos que las puedan atrapar (rodillos, tubos, etc).
  - Los radioteléfonos estarán en buen estado para puesta en marcha y parada del tendido, o aviso de cualquier peligro y obstáculo que se presente en el tendido.
  - En las curvas del tendido el personal deberá estar situado a la distancia suficiente para que, en cualquier maniobra imprevista, no puedan ser atrapados por el cable y/o rodillos.
  - Los responsables del manejo de la bobina y máquina de tiro, siempre estarán en comunicación con el encargado de la maniobra.
  - Cuando se preparan puntas de cables para su embornado, no colocar las manos delante del trayecto de la cuchilla o pelacables.
  - El asentamiento de las bobinas sobre gatos o cunas se hará de forma suave y continua.
  - Los gatos para bobinas dispondrán de sistema de frenado para el descenso de la carga y serán los adecuados para el peso y volumen a soportar. Instalados en terreno firme.
  - Se elegirá el eje más apto dependiendo de las características de la bobina.
  - En la colocación de los rodillos, se colocarán a una determinada distancia entre sí, dependiendo del peso del cable.

- Si los rodillos están situados en el suelo se colocarán en sitios visibles para evitar golpes contra ellos. Si van colocados sobre las bandejas, se amarran para evitar su deslizamiento o posible caída.
- Se cumplirá todo de descrito sobre maquinaria y medios auxiliares.
- La zona de trabajo será convenientemente iluminada.

➢ **Equipos de protección individual:**

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Arnés anticaídas.
- Protecciones colectivas:
- Señalización de seguridad.
- Sistema anticaídas.
- Protecciones y resguardos en maquinaria.

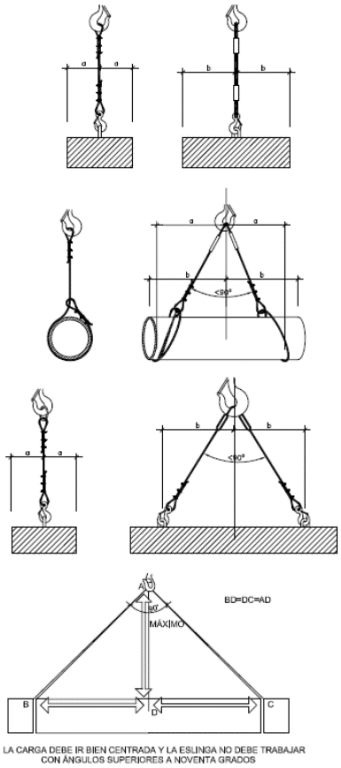
5.9.5. Trabajos en altura

➢ **Riesgos más frecuentes:**

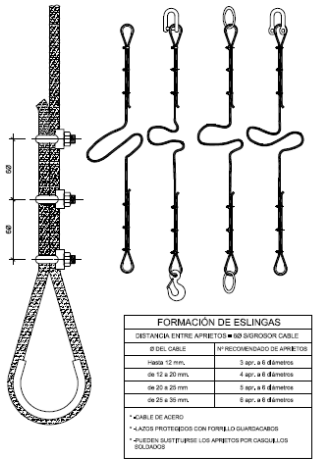
- Caída de personas y/o objetos a distinta altura.
- Caídas al mismo nivel.
- Medidas preventivas:
- La propia realización de determinados trabajos o la ejecución de otros en zonas donde pudieran existir riesgos de caída de altura de personas o caída de materiales durante la realización de estas operaciones específicas:
- Obligación de revisar el estado de las eslingas que se vayan a utilizar, debiendo sujetar la carga convenientemente para evitar caídas o corrimientos de la misma.
- El personal que este expuesto a riesgo de altura, tendrá la formación y experiencia necesaria para poder realizar esta actividad y todos los elementos de seguridad cumplirán con la legislación vigente aplicable.
- Se han de evitar desgastes del equipo, y en particular, contactos y frotamientos con aristas o superficies rugosas, contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar los mecanismos.

- No exponer las cuerdas, cintas o arneses a los efectos nocivos de los procesos de soldadura del sol, del polvo, ni de otros agentes agresivos innecesariamente.
- Señalizar cualquier anomalía en el equipo, no volviendo a utilizar ningún equipo que haya soportado una caída.
- Después de su uso secar el equipo si es necesario y guardarlo a resguardo de la humedad, luz y posibles agresivos.
- Antes de comenzar trabajos que entrañen especial peligrosidad, deberá tener conocimiento el Jefe de Obra para establecer la forma, medios humanos y elementos de seguridad aplicables a esta situación.
- Está prohibido permanecer bajo cargas suspendidas mientras se realiza el izado, descenso o colocación de éstas.
- Las zonas por debajo de las de trabajo permanecerán acotadas para evitar golpes o heridas por caída de materiales a personal trabajando en niveles inferiores, prohibiendo si es preciso la entrada en estas zonas. Se colocará un cartel que indique la presencia de obras, la obligación de emplear casco y la prohibición de acceso a toda persona ajena a la obra.
- Si en algún caso hay que realizar operaciones sobre andamios, escaleras, borriquetas, etc. En zonas próximas a los patios existentes, dichos patios se protegerán mediante redes de protección horizontal de huecos normalizadas para evitar la caída de personas o materiales al vacío.

FORMAS DE SUSTENTACIÓN DE CARGAS

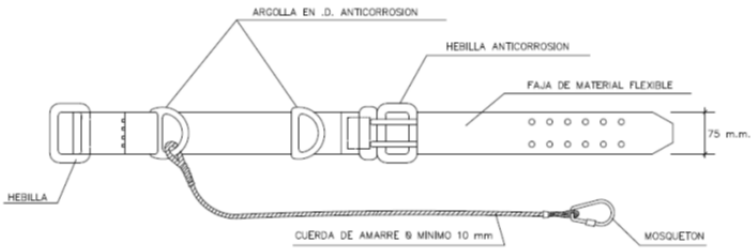


FORMACIÓN DE ESLINGAS



MANEJO DE MATERIALES

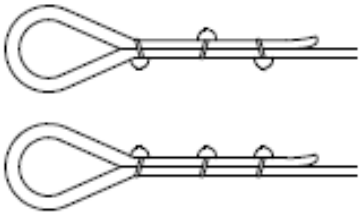
CINTURON DE SEGURIDAD



TIPOS DE ESLINGAS

GAZAS

MÉTODO CORRECTO



MÉTODOS INCORRECTOS

Diámetro del Cable	Número de Perrillos	Distancia entre Perrillos
Hasta 12 mm	3	6 Diámetros
12 mm a 20 mm	4	6 Diámetros
20 mm a 25 mm	5	6 Diámetros
25 mm a 35 mm	6	6 Diámetros

5.9.6. Daños a terceros

- **Riesgos más frecuentes:**
  - Caída de personas y/o objetos a distinta altura.
  - Caídas al mismo nivel.
  - Contactos eléctricos directos e indirectos.
  - Entrada de personal ajeno a la obra
  - Entrada y salida de vehículos de obra a los viarios públicos
- **Medidas preventivas:**

Debido a que las obras se ejecutarán sobre parcelas aún no urbanizadas no es necesario colocar señales de advertencia de salidas de camiones y de limitación de velocidad en la carretera.

Los viarios en su entronque con la obra, se mantendrán limpios de todo material que pueda provocar accidentes (piedras, tierra, etc)

Se señalizarán el contorno del límite de la parcela a construir para impedir el paso de viandantes al interior.

5.9.7. Trabajos con riesgos de tensión

- **Riesgos más frecuentes:**
  - Contactos directos e indirectos
  - Electrocución
  - Quemaduras.
  - Incendio o explosión.
- **Medidas preventivas:**
  - Todos los trabajos durante las distintas fases de ejecución en obra se realizarán sin tensión en las instalaciones donde se opera.
  - La conexión de la línea a las instalaciones propiedad de la Cía. Suministradora se realizará sin tensión. En caso de que se tuviese que realizar en tensión lo ejecutarían las brigadas en tensión de la Cía. Suministradora, no interviniendo en ningún momento personal de la empresa ejecutora de las instalaciones.
  - Aun así, se han de cumplir las siguientes medidas preventivas generales:

- **A**. Para la realización de trabajos sin tensión en las instalaciones eléctricas, se adoptarán una serie de medidas de seguridad con la finalidad de evitar daños a las personas y/o instalaciones.

Debido a su importancia se la adopción de todas ellas y en el orden establecido, antes de iniciar la realización de los trabajos:

- Apertura con corte efectivo de todas las fuentes de tensión.
- Enclavamiento o bloqueo y señalización de los aparatos de corte en posición de apertura.
- Verificación de la ausencia de tensión. Se emplearán detectores de ausencia de tensión siguiendo siempre las siguientes instrucciones:
  - ✓ Antes y después de cada verificación de Ausencia de Tensión, debe comprobarse el buen funcionamiento del Detector.
  - ✓ El Detector debe colocarse en contacto con el conductor a comprobar, perpendicularmente al mismo, y asegurarse de que la pértiga aislante está orientada hacia una masa y no hacia las otras fases.

Deben evitarse las siguientes situaciones:

- ✓ Medir en conexiones de cables.
- ✓ Medir en proximidad de otros equipos eléctricos.
- ✓ Medir en elementos de configuración irregular, aristas, ángulos rectos.
- ✓ La comprobación debe realizarse en más de un punto, a fin de confirmar resultados.
- ✓ Puesta a tierra y en cortocircuito.
- ✓ Señalizar y delimitar la Zona de Trabajo.

- **B.** Para la realización de trabajos en una instalación en régimen especial para trabajos en tensión en A.T. y en M.T. se deben adoptar las medidas siguientes:
  - Anular o bloquear los equipos de reconexión automática de tensión (reenganchadores demás automatismos).

- Disponer de comunicación operativa entre el lugar de trabajo y el Centro de Control.
- En caso de desconexión de las líneas o elementos solicitados, el Técnico de Operación del Centro de Control no los conectará de nuevo sin antes contactar y obtener la conformidad del Jefe de Trabajo.

- **C**. Para la realización de trabajos en régimen especial para trabajos en Proximidad de Instalaciones en Tensión en A.T. y en M.T. se deben adoptar las medidas siguientes:
  - Anular o bloquear los equipos de reconexión automática de tensión (reenganchadores y demás automatismos).
  - Disponer de comunicación operativa entre el lugar de trabajo y el Centro de Control.
  - En caso de desconexión de las líneas o elementos solicitados, el Técnico de Operación del Centro de Control no los conectará de nuevo sin antes contactar y obtener la conformidad del Jefe de Trabajo.
  - Las distancias mínimas de seguridad para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión en A.T. y en M.T. son las indicadas en el punto 4.16 de la norma GE-NNM001.
  - En los trabajos efectuados a distancias inferiores de las indicadas en el punto 4.16 de la norma GE-NNM001, el trabajo se deberá efectuar con la instalación próxima en descargo, excepto si se adoptan medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad.
  - Mediciones, ensayos y verificaciones (Definición GE-NNM001)
  - Mediciones: Actividad destinada a medir las magnitudes físicas en una instalación eléctrica.
  - Ensayos: Actividades concebidas para verificar el funcionamiento o el estado eléctrico, mecánico o térmico en una instalación eléctrica. Los ensayos comprenden la comprobación de la eficacia de las protecciones eléctricas y de

los circuitos de seguridad. Los ensayos pueden incluir mediciones.

- Verificaciones (Inspecciones): Asegurar que una instalación eléctrica está de acuerdo con las reglamentaciones técnicas y de seguridad especificadas en las normas que le aplican y puede incluir la verificación del estado normal de esta instalación. Las verificaciones pueden incluir el examen visual, mediciones y ensayos.

TRABAJOS Y MANIOBRAS EN INTERRUPTORES Y SECCIONADORES (Art. 63 O.G.S.H.T.)

Se emplearán a la vez dos de los siguientes elementos:

- Pértiga aislante
- Guantes aislantes
- Banqueta aislante
- Conexión equipotencial entre mando y maniobra

Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo.

En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen cuando proceda, que no pueden maniobrarse.

TRABAJOS Y MANIOBRAS EN TRANSFORMADORES (Art. 63 O.G.S.H.T.)

El transformador se dejará fuera de servicio abriendo primero los circuitos de tensión más baja y posteriormente los de tensión más alta. En el caso de que sólo exista dispositivo de corte en carga en el circuito de alta tensión, se invertirá el orden de desconexión.

Se verificará la ausencia de tensión en los bornes de alta tensión y en los bornes de baja tensión.

El circuito secundario de un transformador de intensidad deberá estar siempre cerrado a través de los aparatos de alimentación o en cortocircuito, teniendo cuidado de que nunca quede abierto.

TRABAJOS Y MANIOBRAS EN CONDENSADORES DE ALTA TENSION (Art. 63 O.G.S.H.T.)

Una vez separado el condensador o una batería de condensadores de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos deberán ponerse en cortocircuito y a tierra esperando el tiempo necesario para su descarga.

TRABAJOS EN ALTERNADORES, MOTORES ELECTRICOS, DINAMOS Y MOTORES ELECTRICOS DE ALTA TENSION (Art. 63 O.G.S.H.T.)

Antes de manipular en el interior de una máquina deberá comprobarse:

a) Que la máquina está parada.
b) Que los bornes de salida están en cortocircuito y puesto a tierra.
c) Que está bloqueada la protección contra incendios.
d) Que están retirados los fusibles de la alimentación del motor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina, y
e) Que la atmósfera no es inflamable, ni explosiva.

TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSION EN SERVICIO (NO PROTEGIDAS) (Art. 65 O.G.S.H.T.)

Caso de que sea necesario se realizan en las siguientes condiciones:

a) Atendiendo a las instrucciones que para cada caso dé el Jefe del trabajo.

b) Bajo la vigilancia del Jefe del trabajo que ha de ocuparse de que sean constantemente mantenidas las condiciones de seguridad por él fijadas: delimitación de la zona de trabajo y colocación, si se precisa, de pantallas protectoras.

SE RECOMIENDA EVITAR ESTE TIPO DE TRABAJOS

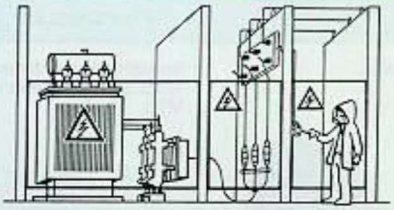
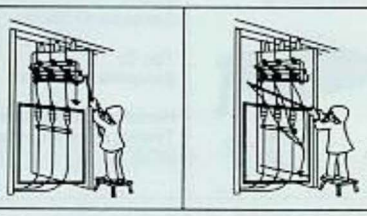
* Distancias mínimas de seguridad entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte externa del operario (herramientas incluidas).

Tensión (kV)	Distancia (m)
10	0,80
15	0,90
20	0,95
25	1,00
30	1,10
45	1,20
66	1,40
110	1,80
132	2,00
220	3,00
380	4,00

* *Referencia Bibliográfica*

TRABAJOS EN INSTALACIONES DE ALTA TENSION (SIN TENSION). LAS 5 REGLAS DE ORO

Se prohibe realizar trabajos en instalaciones de alta tensión, sin adoptar las siguientes precauciones: (Art. 62 O.G.S.H.T.)

a) **ABRIR CON CORTE VISIBLE TODAS LAS FUENTES DE TENSION, mediante interruptores y seccionadores que aseguran la imposibilidad de su cierre intempestivo.**	
b) **ENCLAVAMIENTO O BLOQUEO, si es posible, DE LOS APARATOS DE CORTE.**	
c) **RECONOCIMIENTO DE LA AUSENCIA DE TENSION.** Al realizar esta operación, la instalación se considerará en tensión. El operario utilizará pértiga y se aislará mediante guantes o banqueta.	
d) **PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO TODAS LAS POSIBLES FUENTES DE TENSION.**	
e) **COLOCAR LAS SEÑALES DE SEGURIDAD ADECUADAS, DELIMITANDO LA ZONA DE TRABAJO.**	

REPOSICION DE FUSIBLES (Art. 62 O.G.S.H.T.)

Para la reposición de fusibles se observarán como mínimo las medidas a), c) y 3).
Se recomienda que se apliquen siempre las cinco medidas (a, b, c, d y e) en los conductores de ambos lados de los fusibles.

REPOSICION DEL SERVICIO AL TERMINAR UN TRABAJO EN UNA INSTALACION DE ALTA TENSION (Art. 66 O.G.S.H.T.)

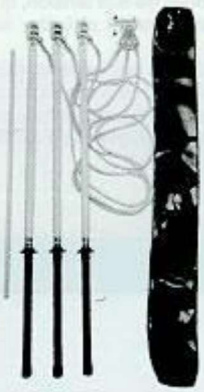
Sólo se restablecerá el servicio de una instalación de alta tensión cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando en ella.

Las operaciones que conducen a la puesta en servicio de las instalaciones se realizarán en el siguiente orden:

a) En el lugar de trabajo: Se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el Jefe del trabajo, después del último reconocimiento dará aviso de que el mismo ha concluido.

b) En el origen de la alimentación: Una vez recibida la comunicación de que se ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

DENOMINACION	CARACTERISTICAS		OBSERVACIONES
	FUNCIONALES	ELECTRICAS	
Casco	Homologados por Norma Técnica Reglamentaria MT-1	Clase N Para tensiones 1.000 V. Clase E-AT Para tensiones 1.000 V.	
Guantes	Homologados por Norma Técnica Reglamentaria MT-4	Clase / Tensión de perforación (kV) / Tensión nominal de la instalación(kV): Uso directo / Uso con pértiga I: 3,5 / U ≤ 0,430 / -- II: 6,5 / U ≤ 1 / -- II: 25 / -- / U ≤ 20 IV: 35 / -- / U ≤30	En A.T. no deben utilizarse directamente sobre las partes en tensión. Guardar al abrigo de la luz y de la humedad. Antes de ser utilizados, efectuar un ensayo neumático de estanqueidad. Los guantes que presenten huellas de roturas, erosiones, perforaciones, deben ser retirados
Banqueta aislante	Tipo A: Banqueta de interior Tipo B: Banqueta de exterior Homologados por Norma Técnica Reglamentaria MT-6	Clase / Tensión de perforación (kV) / Tensión nominal de la instalación(kV) I: 50 / U ≤ 20 II: 70 / U ≤ 30 II: 95 / U ≤ 45 IV: 140 / U ≤ 66	Para su utilización se situará lejos de las partes del entorno que estén puestas a tierra (paredes, resguardos metálicos, etc.). El operario evitará asimismo contactos con dicha parte.
Detector de ausencia de tensión Comprobador del detector	Detector óptico Detector acústico Detector óptico-acústico Pueden llevar incorporado el dispositivo de comprobación de funcionamiento del detector.	Campos de tensiones de algunos modelos comercializados. U (kV): 3 - 15; 6 - 30; 13 - 45; 30 - 66; 66 - 132; 66 - 220; 110 - 380 El detector de tensión sólo debe usarse dentro del campo de tensiones indicado en su placa de características	Para su uso, deben acoplarse a pértigas aislantes apropiadas a la tensión y el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banquetas aislantes. Siempre se comprobará el funcionamiento ANTES y DESPUES de su utilización.
Pértiga aislante	Tipos: - Pértiga de interior - Pértiga de exterior Principales usos: - Comprobación ausencia de tensión - Maniobra de seccionador. - Colocación y retirada de los equipos de puesta a tierra. - Limpieza de equipos. - Extracción y colocación de fusibles, etc.	Tensión límite de utilización de algunos modelos comercializados. U (kV): 30; 66; 110; 220; 380	Para su uso el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banqueta aislante apropiados a la tensión nominal. Durante su utilización no deberá rebasarse la indicación de posición límite de las manos. Debe verificarse que exteriormente no presente defectos, suciedad ni humedad. Limpieza de la parte aislante con silicona.

DENOMINACION	CARACTERISTICAS		OBSERVACIONES
	FUNCIONALES	ELECTRICAS	
Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito 	Exite en el mercado una gama muy variada y para diversos usos, de equipos, pinzas, bridas de sujeción y puntos fijos de sujeción.	Tensión límite de utilización de algunos modelos comercializados U (kV) 25 45 66 220 380 Corriente máxima de cortocircuito de algunos modelos comercializados U (kV) (durante un segundo) 6 10 20 30	Para colocar normalmente los equipos de puesta a tierra y en cortocircuito se seguirá la siguiente secuencia: Haber realizado previa o inmediatamente la verificación de ausencia de tensión. Conectar el conductor de tierra del equipo al punto de puesta a tierra de la instalación destinada al efecto. Fijar las pinzas de conexión a los conductores o elementos a poner a tierra y en cortocircuito, empezando por el más próximo. Para realizar esta operación deberán utilizarse pértiga aislante y otro elemento aislante de protección.
Pantalla facial		Deberá cubrir la cara completamente.	
Chaqueta ignífuga		Estará confeccionada de cuero curtido u otro material de características ignífugas similares y carecerá de elementos metálicos.	Estos equipos deberán usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos: maniobras en seccionadores o interruptores con contactos al aire, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.

- **Acción formativa**
  - La especialización del personal requiere una acción formativa específica con reciclaje periódico que debe ser realizada por profesorado experto en trabajos y maniobras en instalaciones de alta tensión.
  - El contenido de la materia impartida debe contemplar:
  - Todos los aspectos teóricos necesarios acerca de las características técnicas de las instalaciones, métodos de trabajo para trabajos sin tensión, en proximidad de elementos en tensión, en transformadores, cambio de fusibles, maniobras en interruptores y seccionadores, como actuar en caso de accidente, primeros auxilios, etc.
  - Ejercicios prácticos de los trabajos y maniobras asignadas a los trabajadores que deberán realizarse sobre las mismas instalaciones de la empresa o en instalaciones semejantes designadas por el centro de formación.
  - Ejercicios prácticos de socorrismo y primeros auxilios en accidentados por electricidad.
- **Habilitación del personal**
  - Los trabajadores que deban realizar trabajos o maniobras en instalaciones de alta tensión estarán previamente habilitados por la empresa y deberán poder acreditar en todo momento que poseen conocimientos suficientes en los siguientes aspectos:
  - Las características técnicas de la instalación eléctrica del centro de transformación de la empresa.
  - De los procedimientos y medidas de seguridad a adoptar en los trabajos o maniobras que tengan asignados.
  - Del uso y verificación de los equipos y prendas de protección.
  - De las medidas a adoptar en caso de accidentes y primeros auxilios.
  - De la normativa legal y de la normativa particular de la empresa.
  - Las deficiencias que pudieran observarse en este sentido deben implicar la inhabilitación para la realización de estos trabajos o maniobras.
- **Norma escrita**
  - Las Empresas que tengan a su cargo centros de transformación deberán disponer de una normativa escrita de seguridad para regular la realización de trabajos y maniobras en estas instalaciones de alta tensión.

En el Cuadro 1 se indican los principales aspectos a contemplar en dicha normativa:

CONTENIDO DE LA NORMATIVA ESCRITA
• Relación de los trabajos y maniobras a realizar en la instalación de alta tensión. • Asignación de trabajos y maniobras a: Otra empresa especializada. Personal de la propia empresa. • Prohibición de realizar trabajos no asignados. • Procedimiento de operaciones (como mínimo para cada trabajo o maniobra asignado al personal de la empresa), en el que se indicará: a) Secuencia de operaciones y maniobras a realizar. b) Equipos y prendas de protección a utilizar. c) El modo de empleo y las verificaciones a realizar en los equipos y prendas de protección. d) Aquellas circunstancias que pudieran implicar la suspensión del trabajo o maniobra. • Relación nominal del personal habilitado junto con los trabajos y maniobras que individualmente tengan asignados. • Composición de los equipos de trabajo. • Conducta a seguir en caso de accidente eléctrico y primeros auxilios que deben prestarse a accidentados.

Cuadro 1

La adopción de algunas medidas técnicas complementarias puede reducir considerablemente e incluso llegar a anular las situaciones de riesgo que se den en la mayoría de las instalaciones existentes y que son debidas a la propia concepción de los métodos preventivos tolerados en trabajos y maniobras en instalaciones de alta tensión, que basan su eficacia en casi exclusivamente el factor humano.

Esta posibilidad debe ser considerada por las empresas propietarias de los centros de transformación con personal mínimamente especializado en estas tareas y también por los proyectistas de estas instalaciones. Algunas de dichas medidas se recogen en el cuadro 2 y el cuadro 3.

RIESGO DE ELECTROCUCION	
MEDIDAS PREVENTIVAS	**VENTAJAS**
Sustitución de fusibles y ruptofusibles por interruptores automáticos.	Se evita la restitución de los fusibles fundidos y con ello la necesidad de entrar en las celdas y manipular en la instalación de A.T.
Instalación de dispositivos de seguridad (enclavamientos) en las puertas de las celdas de forma que impidan su apertura habiendo tensión en su interior y que desconecten la tensión en caso de que se abra una puerta.	Impide que de forma inadvertida una persona pueda acceder al interior de una celda en tensión.
Instalación de resguardos fijos en aquellos lugares que deban realizarse trabajos o maniobras y tengan en su proximidad partes de la instalación que no pueda dejarse sin tensión.	Evita la realización de trabajos o maniobras en proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión.

Cuadro 2

RIESGO DE QUEMADURAS POR ARCO ELECTRICO	
MEDIDAS PREVENTIVAS	**VENTAJAS**
Instalar dispositivos de seguridad en los seccionadores en vacío de forma que impidan su apertura en carga.	Evita la posibilidad de apertura inadvertida en carga de un seccionador y el consiguiente riesgo de arco eléctrico.
Instalar resguardos de chapa metálica de 0,5 mm. mín., en las celdas que contengan seccionadores, interruptores de maniobra o equipos de medida.	En caso de explosión de alguno de estos elementos impide la proyección del arco eléctrico y de cascotes a los pasillos.
Dotar a los interruptores automáticos de accionamiento con mando a distancia.	En las maniobras evita todo tipo de riesgo para el operador.
Instalar equipos fijos de puesta a tierra y en cortocircuito de cierre brusco, en puntos de la instalación que requieran esa operación para la realización de los trabajos previstos.	Evita la colocación y retirada manual de los equipos portátiles de puesta a tierra y en cortocircuito, y con ello los riesgos que corre el operario en el caso de que esa instalación se haya puesto en tensión.
Instalar dispositivos de seguridad en los equipos de puesta a tierra y en cortocircuito, que impidan su accionamiento si previamente no se ha desconectado la correspondiente fuente de tensión.	Impide que de forma inadvertida pueda crearse un cortocircuito sobre un circuito en tensión y el consiguiente arco eléctrico.

Cuadro 3

5.9.8. Maquinaria

En general todas las máquinas utilizadas en la obra tendrán su correspondiente certificado CE o declaración de conformidad de acuerdo con el R.D. 1215/97, su libro de instrucciones de uso y mantenimiento en español, su inspección técnica superada y estar al corriente del pago del seguro obligatorio.

5.9.8.1. Maquinaria en general para movimientos de tierras

- **Riesgos más frecuentes:**
  - Caída de personas a distinto nivel.
  - Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
  - Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
  - Golpes o cortes por objetos o herramientas.
  - Proyección de fragmentos o partículas.
  - Explosiones e incendios.
  - Atropellos o golpes con vehículos.
  - Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
  - Atrapamiento por o entre objetos.
  - Contactos térmicos.
  - Contactos eléctricos.
  - Exposición al ruido.
- **Medidas preventivas generales:**
  - Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
  - El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
  - Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
  - El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina
  - Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a

- viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
- Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
- Previo al comienzo de la jornada:
- Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
- Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión.
- Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
- Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.
- Durante el desarrollo de la jornada:

- No subir o bajar del vehículo en marcha.
- No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
- Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
- Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
- Si por cualquier circunstancia se debe abandonar la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado.
- Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras, así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.
- Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
- Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.
- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.

- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.
- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.

- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

RETROEXCAVADORA

➢ Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general"
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

PALA CARGADORA

➢ Medidas preventivas

- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.

- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Se recomienda no trabajar en pendientes longitudinales del 12% y transversales del 15% salvo especificación del fabricante.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.

CAMIÓN BASCULANTE

- **Medidas preventivas**
  - Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general"
- **Formación**
  - El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.
- **Carga de la caja**
  - Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.
  - Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
  - Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.
- **Actuaciones seguras**
  - La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
  - Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
  - La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

➢ **Vuelco de la maquinaria**

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

➢ **Contacto eléctrico**

- Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

➢ **Mantenimiento**

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

DÚMPER O AUTOVOLQUETE

➢ **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general"
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.

- En ningún caso se llenará el cubilote hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo, estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas. El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

COMPACTADORA

➢ Medidas preventivas

- En la corona de un talud no se acercará al borde del mismo y la compactación se efectuará con pasadas de poca anchura.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Está prohibido acceder a la máquina encaramándose por los rodillos.

- Se mantendrá despejada la zona de actuación impidiendo el acceso de operarios ante el posible riesgo de atropello.
- Se prohíbe expresamente aprovechar la sombra proyectada por el rodillo vibrante.
- El maquinista comprobará siempre, antes de subir a la cabina, que no hay ninguna persona dormitando en la sombra proyectada por la máquina.

El usuario deberá utilizar expresamente cinturón antivibratorio.

- **Equipos de protección individual:**
  - Ropa de trabajo.
  - Casco de seguridad.
  - Calzado de seguridad.
  - Mascarilla con filtro antipolvo.
  - Guantes de seguridad.
  - Gafas contra impactos de partículas.

CAMIÓN GRÚA

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Caída de personas a distinto nivel.
  - Caída de objetos desprendidos.
  - Golpes y cortes por objetos y herramientas.
  - Atrapamientos por o entre objetos.
  - Atropellos o golpes con vehículos.
  - Contactos eléctricos.
  - Contactos térmicos.
- **Equipos de Protección Individual**
  - Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
  - Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
  - Guantes de protección.
  - Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
  - Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- **Medidas preventivas**

- Formación y condiciones del operador
- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

➢ **Comprobaciones previas (precauciones)**

- El camión grúa que se utilice será adecuado, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Previamente al inicio de las tareas de carga se colocarán calzos en todas las ruedas para evitar deslizamientos.
- Antes de la utilización del camión grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

➢ **Emplazamiento**

- Antes de la colocación del camión grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
- Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

➢ **Estabilidad**

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros propensos a hundimientos.

➢ **Estabilizadores (apoyos telescópicos)**

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.
- Peso de la carga
- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- No se superará, en ningún caso, la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga.

➢ **Medios de protección**

- Se comprobará que todos los ganchos están provistos de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.
- Choque contra objetos
- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

- Precauciones durante el izado
- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.
- No se permitirá el transporte de personas colgadas del gancho de la grúa ni encaramados en la carga transportada por la misma.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.
- Condiciones sobre la carga izada
- Los materiales que deban ser elevados por la grúa. Obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale

➢ **Señalista**

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), el cual deberán conocer perfectamente.

- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).
- Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea
- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.
- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

GRÚA MÓVIL AUTOPROPULSADA

➢ **Riesgos generales más frecuentes:**

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).

- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

➢ **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

➢ **Medidas preventivas:**

- Formación y condiciones del operador
- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

➢ **Comprobaciones previas (precauciones)**

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

➢ **Emplazamiento**

- Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
- Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas

➢ **Estabilidad**

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medias de refuerzo y entibación que fuesen precisas.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos)
- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:

- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

➢ **Peso de la carga**

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

➢ **Medios de protección**

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

➢ **Choque contra objetos**

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento

➢ **Precauciones durante el izado**

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.

- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

➢ **Condiciones sobre la carga izada**

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

➢ **Señalista**

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

➢ **Distancias de seguridad**

- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor

que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

- Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

- **Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea**

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGACHADOR CAMBIEN DE UNA MÁQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZÓN DE UN TALLER A OTRO ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES. NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACIÓN SE INSERTAN A CONTINUACIÓN:

1 LEVANTAR LA CARGA

2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA

3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE

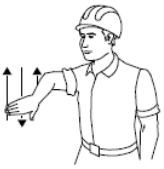
4 LEVANTAR EL AGUILÓN O LA PLUMA LENTAMENTE

5 LEVANTAR EL AGUILÓN O LA PLUMA Y BAJAR LENTAMENTE

6 BAJAR LA CARGA

7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE

8 BAJAR EL AGUILÓN O PLÚMA



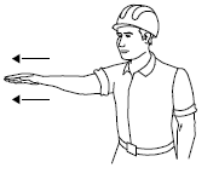
9 BAJAR EL AGUILÓN O PLÚMA LENTAMENTE

10 BAJAR EL AGUILÓN O PLÚMA Y LEVANTAR LA CARGA

11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO

12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA

13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA

15 PARAR

5.9.8.2. Maquinaria para la producción de hormigón.

CAMIÓN HORMIGONERA

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Cortes, heridas y golpes en general.
  - Atrapamientos y aplastamientos.
  - Dermatosis por contacto con cemento.
  - Caídas al mismo nivel.
  - Atropellos y colisiones.
  - Vuelcos y deslizamientos.
  - Caídas de personas y/o objetos a distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.
- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Las operaciones de vertido a lo largo de zanjas o cortes en el terreno, se realizarán sin que las ruedas sobrepasen la línea de balizamiento de seguridad situada a 2 metros del borde.
  - El conductor del camión usará el casco de seguridad cuando deba abandonar la cabina del camión.
  - Los órganos de transmisión, correas, corona y engranajes de la hormigonera estarán protegidos mediante carcasa o resguardo de protección.
  - Las hormigoneras a utilizar estarán dotadas de freno de basculamiento de bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
  - El interruptor de la hormigonera estará protegido contra posibles salpicaduras de agua y contra el polvo de obra.
  - El cable de corriente para la alimentación de la hormigonera estará dotado del correspondiente hilo de tierra. Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
  - Las operaciones de mantenimiento y limpieza de las hormigoneras se realizarán previa desconexión de las mismas de la red eléctrica.
  - No se introducirá el brazo en la cuba de la hormigonera con esta en marcha.
- **Equipos de protección individual:**
  - Casco de seguridad.

- Guantes de cuero y goma.
- Botas de goma de seguridad.
- Gafas de protección.
- Protectores auditivos.
- Chaleco reflectante.

5.9.8.3. Maquinas. Herramientas

MARTILLO NEUMÁTICO

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Cortes, heridas y golpes en general.
  - Contactos directos e indirectos.
  - Ruido y vibraciones.
  - Impacto de partículas en los ojos.
  - Aplastamientos.
- **Medidas preventivas generales:**
  - El martillo deberá tener el certificado CE o declaración de conformidad en su defecto.
  - Deberá tener todas sus conexiones eléctricas en perfecto estado, además deberá ser protegido mediante toma de tierra y diferencial de 30 mA.
  - Se acordonará la zona de trabajo. Se prohíbe el uso de martillos al personal no autorizado. Se prohíbe el uso de martillos en las excavaciones en presencia de líneas eléctricas a partir de la banda de aviso. Se prohíbe dejar martillos abandonados hincados en los paramentos que rompen.
  - Antes de accionar el martillo, asegurarse de que está perfectamente amarrado el puntero.
  - Si observa deteriorado o gastado, pida que lo cambien.
  - No abandone nunca el martillo conectado al circuito de presión.
  - Compruebe que las mangueras están en perfecto estado.
  - Evite trabajar encaramado sobre muros, pilares o salientes.
- **Equipos de protección personal:**
  - Ropa de trabajo cerrada.
  - Protectores auditivos.

- Gafas antiproyecciones.
- Recomendable el uso de faja de protección dorsolumbar.
- Recomendable el uso de muñequeras.
- Mascarilla de filtro recambiable antipolvo.

COMPRESOR

- **Equipos de protección personal:**
  - Ruido y vibraciones.
  - Incendio y explosión.
  - Atrapamientos.
  - Golpes, cortes y heridas en general.
- **Medidas preventivas:**
  - El compresor se ubicará en los lugares señalados para ello en prevención de los riesgos por imprevisión o creación de atmósferas ruidosas.
  - La contaminación acústica.
  - Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar, estarán siempre instaladas en posición de cerradas.
  - Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
  - Las mangueras a utilizar estarán siempre en perfectas condiciones de uso.
  - Cuando haya que transportar el compresor por medio de personal, los operarios situados en la lanza de arrastre tendrán la precaución de apartar los pies a la hora de posar dicha lanza para evitar que la rueda o el pivote de nivelación les alcance los pies.
  - Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión.
  - Las mangueras de presión se mantendrán elevadas o protegidas en los cruces de los caminos.
  - Cerca del compresor deberá haber un extintor.
- **Equipos de protección individual:**
  - Ropa de trabajo.
  - Calzado de seguridad.
  - Guantes de seguridad.
  - Protectores auditivos.

EQUIPO DE SOLDADURA DE OXICORTE

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Inhalaciones tóxicas.
  - Incendio y explosión.
  - Quemaduras.
  - Golpes, cortes y heridas en general.
- **Medidas preventivas:**
  - El suministro y transporte de obra de las botellas o botellones de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones: estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora, no se mezclarán botellas de gases distintos, se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atada, para evitar vuelcos durante el transporte.
  - El traslado y la ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.
  - Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
  - Se prohíbe la utilización de botellas de gases licuados en posición inclinada.
  - Se prohíbe el abandono antes o después de su utilización de las botellas de gases licuados.
  - Las botellas de gases licuados se acopiarán separados con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.
  - Los mecheros para soldadura mediante gases licuados, estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama, en prevención del riesgo de explosión.
  - Evitar golpear o hacer caer las botellas.
  - Si desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, sumérjalas en agua bajo presión, las burbujas delatarán la fuga.
  - Abra siempre el paso del gas mediante la llave de la botella.
  - No deposite el mechero en el suelo. Utilice un portamecheros.
  - No utilice acetileno para soldar cobre, se puede formar acetilo de cobre que es explosivo.
  - Si debe desprender pintura mediante el mechero, pida que le den una mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos, para los compuestos de la pintura que va a usted a quemar.

- No fume cuando este soldando o manipulando botellas.

➢ **Equipos de protección individual:**

- Manguitos de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Mascarilla con filtro químico.
- Calzado de seguridad.
- Mandil de soldador.

EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA

➢ **Riesgos más frecuentes:**

- Radiaciones no ionizantes.
- Inhalaciones tóxicas.
- Quemaduras.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Proyección de partículas incandescentes.
- Golpes, cortes y heridas en general.

➢ **Medidas preventivas:**

- Se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.
- Los porta electrodos a utilizar, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.
- Se prohíbe expresamente la utilización de los electrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad, no se realizarán con tensiones superiores a 50 V. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúa la operación de soldar.
- Soldar siempre en lugares ventilados adecuadamente.
- No dejar la pinza directamente en el suelo.
- No utilice el grupo sin un protector de flemas.
- Comprobar que el grupo está correctamente conectado a tierra.

- Compruebe antes de conectar las mangueras, que éstas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie.

➢ **Equipos de protección individual:**

- Manguitos de soldador.
- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Calzado de seguridad.

5.9.8.4. Herramientas manuales en general

➢ **Riesgos generales más frecuentes:**

- Cortes, golpes y heridas en general.
- Quemaduras.
- Protección de fragmentos.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Ruido y vibraciones.
- Amputaciones.
- Ambiente pulvígeno.

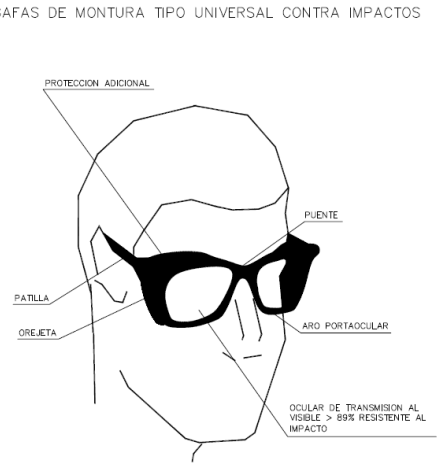
➢ **Medidas preventivas:**

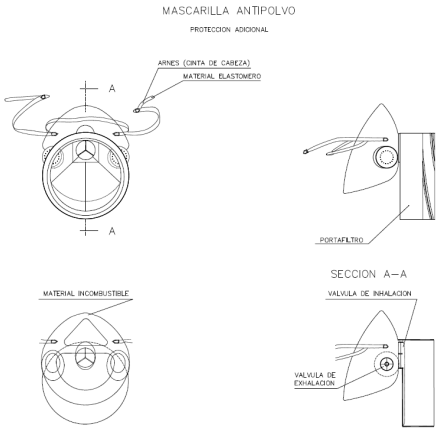
- Las máquinas manuales eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas estarán protegidos mediante resguardos o carcasas.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones se harán con el motor parado.
- Las máquinas con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

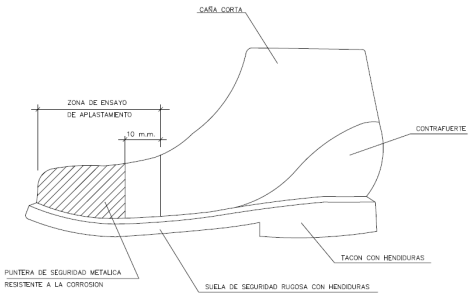
- Las máquinas no protegidas con doble aislamiento tendrán sus carcasas conectadas a la red de tierras en combinación con los interruptores diferenciales de 30 mA.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas herramientas manuales no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24V.
- Las máquinas herramientas manuales que produzcan polvo ambiental, utilizarán el sistema de vía húmeda.
- Se prohíbe el uso de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo de trabajar en atmósferas tóxicas.
- Las herramientas a utilizar serán las apropiadas para el trabajo a realizar, asociadas siempre a los medios de protección. Previo al empleo de la herramienta, debe revisarse el estado de los mangos rajados, astillados o mal acoplados, hojas con grietas o rotas, bocas gastadas o deterioradas, mordazas con desplazamientos laterales o que aprietan inadecuadamente, carcasas y mangos de las herramientas eléctricas rajadas o rotas, martillos con rebabas, brocas dobladas o con pastillas desprendidas, etc. Si se detecta algún defecto, se comunicará al superior de inmediato y se sustituirán o repararán.
- Las herramientas permanecerán almacenadas en lugares adecuados. Se limpiarán de aceites y grasas.
- Cuando se trabaje en altura se utilizarán cinturones portaherramientas.
- Las herramientas cortantes o punzantes se protegerán con fundas protectoras.
- Las herramientas para trabajos en tensión deberán ser aisladas.

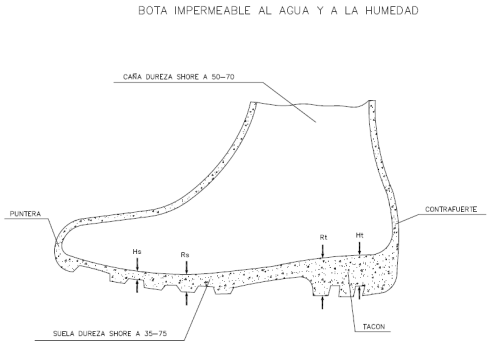
➢ **Equipos de protección individual:**

- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Gafas antiproyecciones.
- Mascarilla de filtro antipolvo.







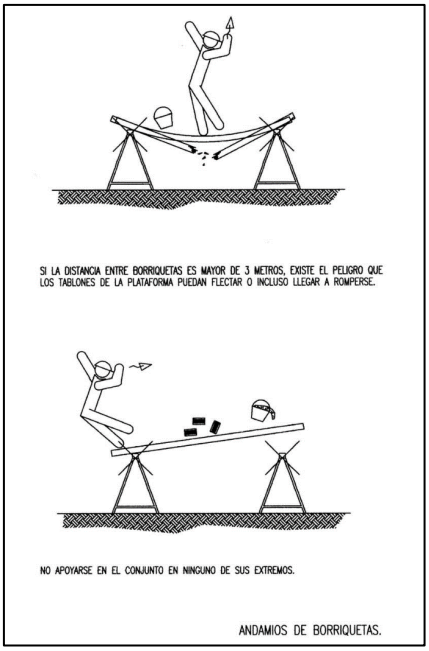


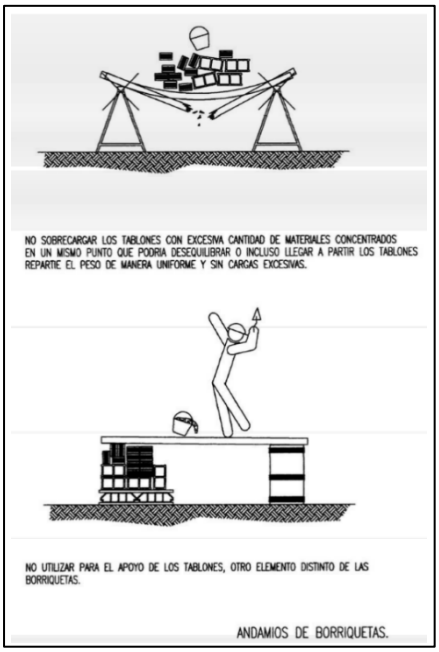
5.9.8.5. Medios auxiliares

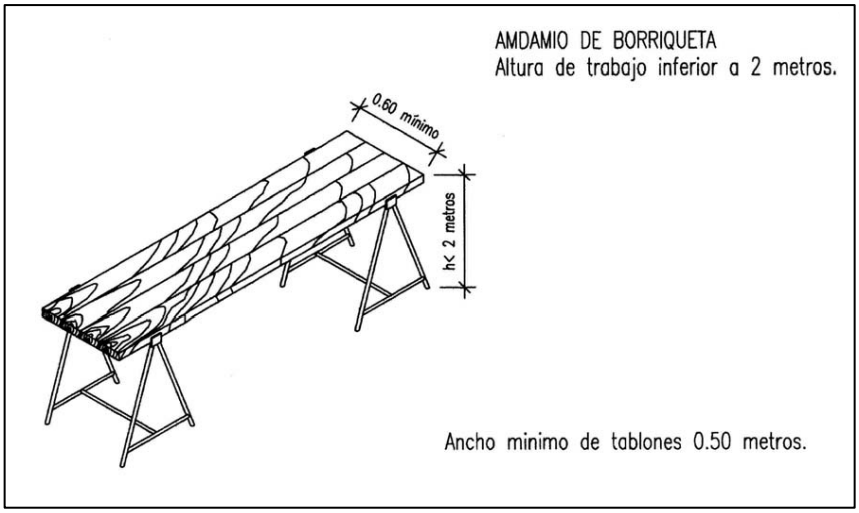
ANDAMIOS EN GENERAL

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Caídas de personas y/o objetos a distinto nivel.
  - Cortes, golpes y heridas en general.
  - Los derivados de los oficios.
- **Medidas preventivas:**
  - **Andamios de borriquetas:**
    - Se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.
    - Las borriquetas de madera, estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones o roturas.
    - Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a la borriqueta, en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.

- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm para evitar el riesgo de basculamiento.
- Las borriquetas no estarán separadas a ejes entre si más de 2,5 metros, para evitar grandes flechas.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de borriquetas. No se utilizarán bidones ni similares.
- Las borriquetas con sistema de apertura o cierre de tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadores de la apertura máxima, tales que garanticen su perfecta estabilidad.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 cm. Las que estén a más de 2 metros de altura estarán dotadas de barandilla reglamentaria.
- Andamios metálicos tubulares:
- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
- Las plataformas de trabajo sobre las torteas sobre ruedas, tendrán una anchura máxima que permita la estructura del andamio, con el fin de hacerlas más seguras y operativas.
- Las plataformas sobre andamios de delimitaran mediante barandillas reglamentarias.
- Se prohíbe realizar pastas directamente sobre la plataforma en prevención de posible s superficies resbaladizas.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre la plataforma.
- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde la plataforma.
- Se prohíbe trabajar en andamios bajo condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe transportar personas o materiales sobre los andamios.
- Se prohíbe subir a/o realizar trabajos apoyados sobre las plataformas de andamios, sobre ruedas sin haber instalado previamente los frenos antirrodadura en las ruedas.
- Se prohíbe utilizar andamios en terrenos no firmes o inclinados.


SI LA DISTANCIA ENTRE BORRIQUETAS ES MAYOR DE 3 METROS, EXISTE EL PELIGRO QUE LOS TABLONES DE LA PLATAFORMA PUEDAN FLECTAR O INCLUSO LLEGAR A ROMPERSE.
NO APOYARSE EN EL CONJUNTO EN NINGUNO DE SUS EXTREMOS.
ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.

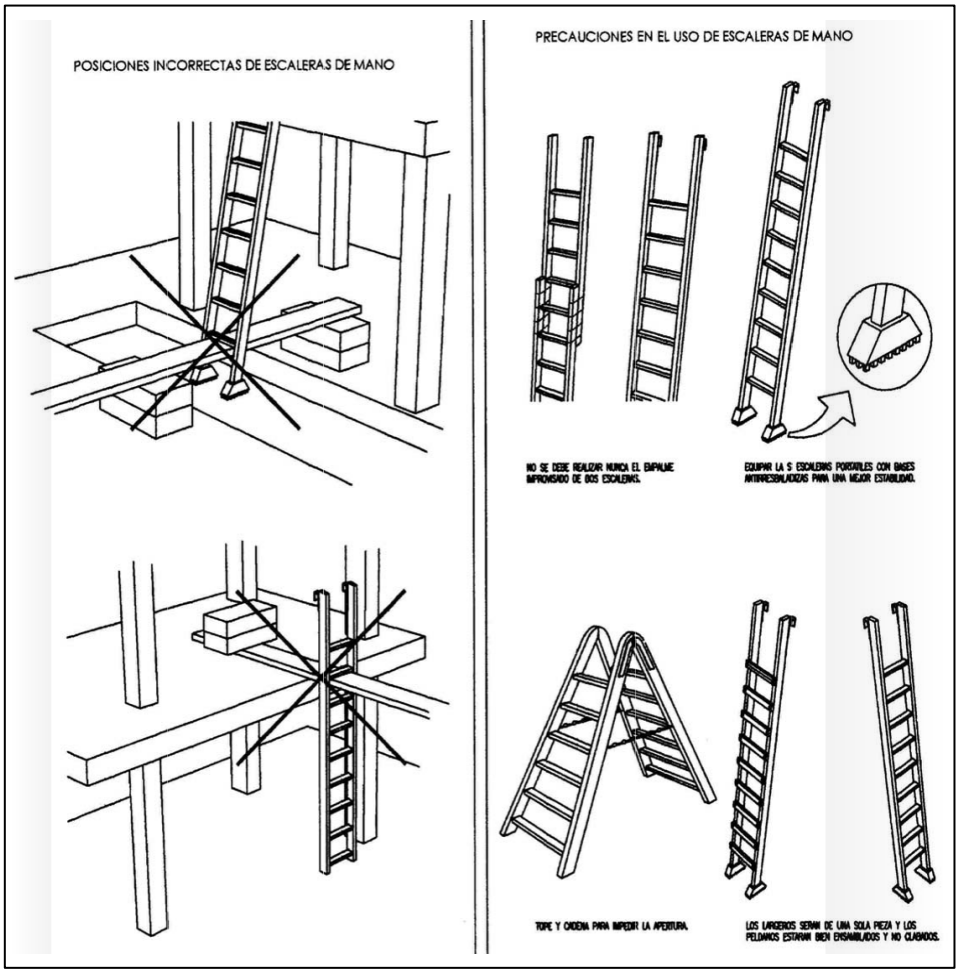

NO SOBRECARGAR LOS TABLONES CON EXCESIVA CANTIDAD DE MATERIALES CONCENTRADOS EN UN MISMO PUNTO QUE PODRIA DESEQUILIBRAR O INCLUSO LLEGAR A PARTIR LOS TABLONES REPARTIR EL PESO DE MANERA UNIFORME Y SIN CARGAS EXCESIVAS.
NO UTILIZAR PARA EL APOYO DE LOS TABLONES, OTRO ELEMENTO DISTINTO DE LAS BORRIQUETAS.
ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.

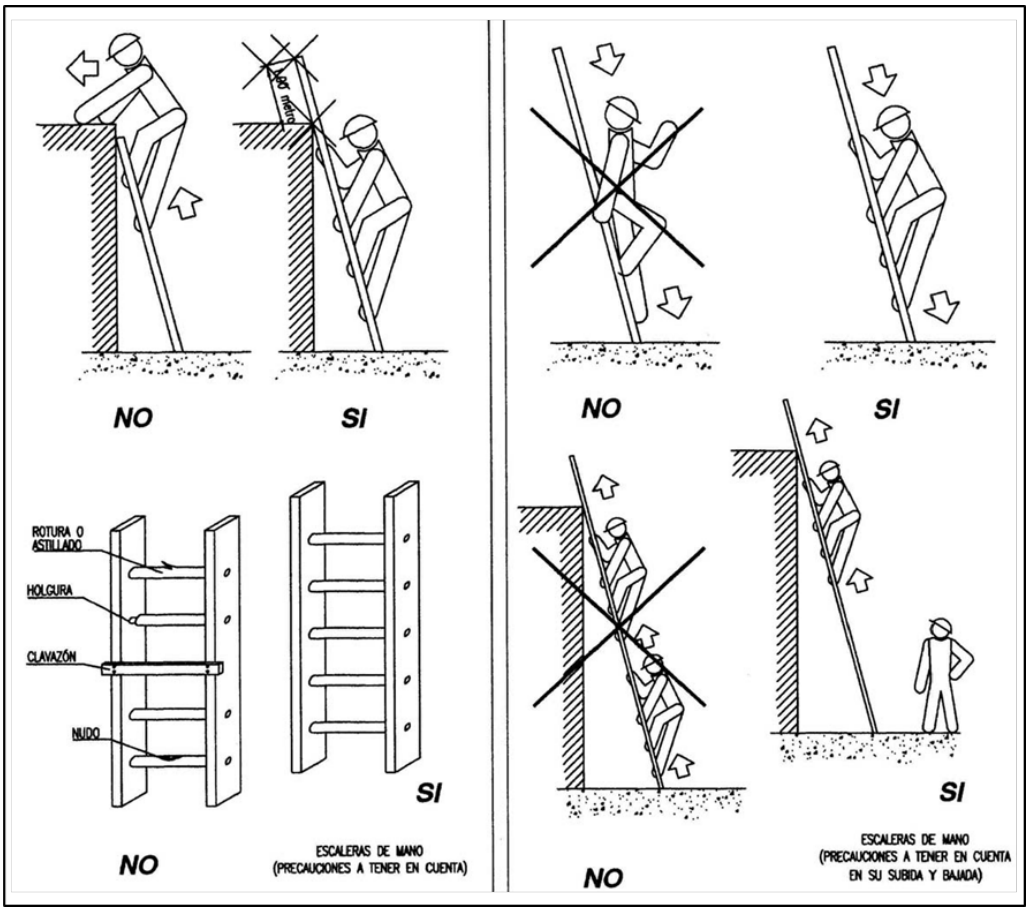

AMDAMIO DE BORRIQUETA
Altura de trabajo inferior a 2 metros.
0.60 mínimo
h< 2 metros
Ancho minimo de tablones 0.50 metros.

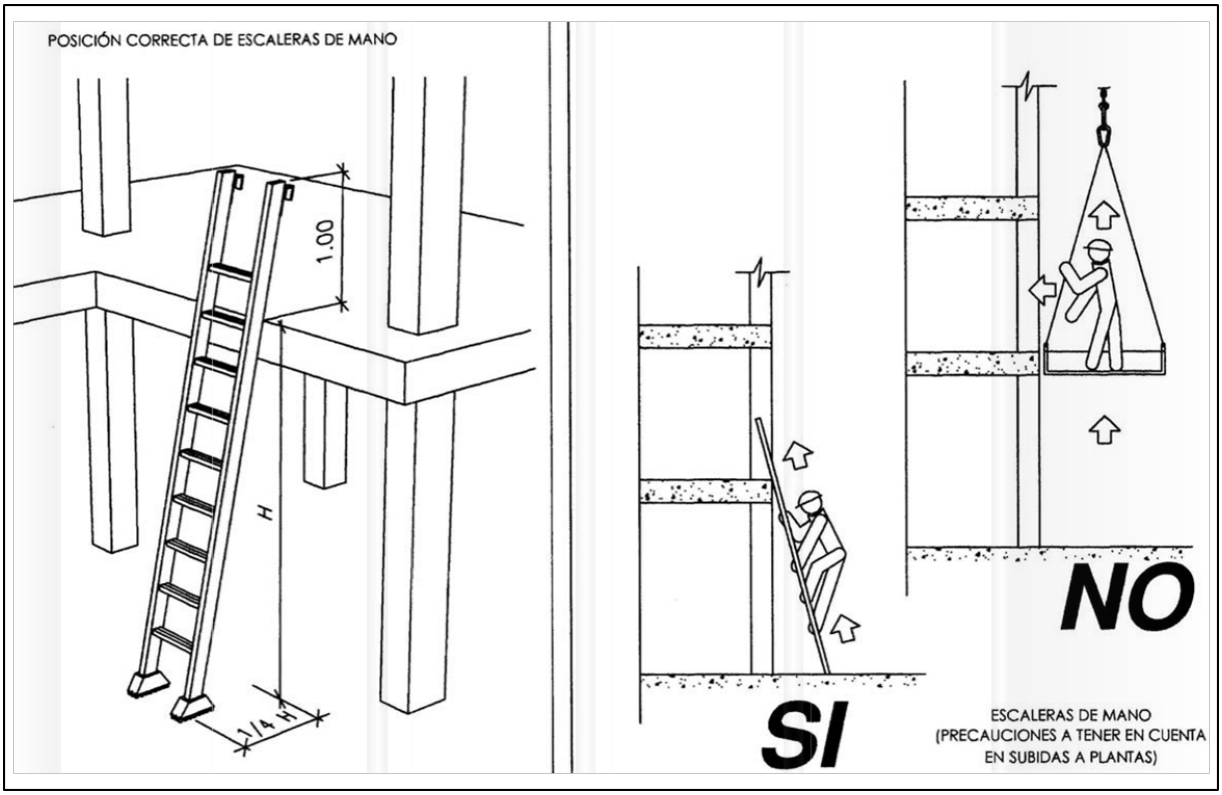
ESCALERAS EN GENERAL

- **Riesgos generales más frecuentes:**
  - Caídas de personas y/o objetos a distinto nivel.
  - Golpes, cortes y heridas en general.
  - Los derivados de los oficios.
- **Medidas preventivas:**
  - **Escaleras de madera:**
    - Las escaleras de madera tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
    - Los peldaños estarán ensamblados.
    - Las escaleras estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes
    - Las escaleras de madera se guardarán a cubierto.
  - **Escalares de tijera:**
    - Las escaleras de tijera estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
    - Las escaleras estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla de limitación de apertura máxima.
    - Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
    - Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
    - Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.
  - **Independientemente del material:**
    - Previo al comienzo de los trabajos, debe comprobarse el estado de la escalera.
    - En caso de detectar deficiencias comunicarlo inmediatamente a un superior y proceder a la retirada de la misma.
    - Se comprobará la resistencia y firmeza del terreno antes del inicio de los trabajos.

- Si la escalera se utiliza para acceder a tejados o plataformas, su parte superior debe sobresalir 1 metro verticalmente desde donde se apoya el desembarco.
- En trabajos en vía pública, no se permitirá el paso a terceras personas por debajo, delimitando la zona. En caso de ocupar la calzada, se señalizará y otro empleado se situará a pie de ella mientras se ejecuta el trabajo.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.
- Se prohíbe transportas pesos superiores a 25 Kgs sobre las escaleras de mano.
- El acceso de los operarios a la escalera será de uno en uno.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Las escaleras no se situarán frente a puertas o ventanas.
- Las herramientas que vayan a utilizarse irán en un cinturón portaherramientas.
- Cuando se transportan en vehículos deben colocarse de forma que en el trayecto no se produzcan flexiones o golpes y bien sujetas. En caso de sobresalir, se tendrá en cuenta las normas de seguridad vial de tráfico.


POSICIONES INCORRECTAS DE ESCALERAS DE MANO
PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO
NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.
EQUIPAR LA S ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.
TOPE Y CADENA PARA IMPEDIR LA APERTURA.
LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDAÑOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLAVADOS.





MEDIOS AUXILIARES PARA EL IZADO Y ARRIOSTRADO DE APOYOS

Se seguirán las siguientes normas de utilización para el correcto uso de las herramientas de izado y arriostrado que se relacionan:

- **Poleas**
  - Exclusivamente se utilizarán las poleas que giren bien, debiéndose revisar antes de su uso. Para la sujeción dispondrán de tornillos con tuerca, grillete de pasadores con grupillas o grilletes con tomillo y tuerca.
- **Ranas**
  - Se revisarán periódicamente, rechazando las que ofrezcan dudas.
  - Los grilletes estarán en buenas condiciones.
  - Deben estar bien engrasadas en sus partes móviles. Se utilizará únicamente la adecuada a cada cable.
  - Al instalar la rana en el cable, se cerrará comprobando el apriete del mismo.
- **Camisas**
  - Se rechazarán las camisas que tengan cables rotos. Se utilizarán únicamente las adecuadas a cada cable. Las puntas se asegurarán mediante retenciones.
- **Grilletes**
  - Únicamente se utilizarán los que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido. El bulón que lleve rosca, se apretará a tope.
  - Los que no sean de rosca, se asegurarán obligatoriamente mediante grupilla.
- **Giratorios**
  - Se desmontarán periódicamente para revisión de sus rodamientos, debiendo incluirse etiqueta con la fecha de dicha revisión.
  - Se utilizarán únicamente los apropiados al cable, a la tensión de arriostrado y a la garganta de la polea.
- **Trócolas y pastecas**
  - Se revisarán periódicamente, y siempre antes de su utilización, rechazando las que estén defectuosas. Serán siempre de gancho cerrado.

- **Gatos**
  - Sólo se utilizarán para levantar cargas inferiores a la máxima admisible que figure en los mismos. Se apoyarán sobre una buena base y bien centrados.
  - Una vez levantada la carga, se colocarán calzos.

- Los gatos provistos de tornillo o cremallera, deberán tener dispositivos que impidan que el tornillo o la cremallera se salgan de su asiento. Periódicamente se engrasará la cremallera.
- Los gatos hidráulicos o neumáticos deberán tener dispositivos que impidan su caída en caso de fallo del sistema.

➢ **Ejes**

- Se utilizarán para soportar pesos de bobinas inferiores a la carga máxima admisible y dispondrán de freno.

➢ **Rastras**

- Se colocarán los bloques de hormigón de forma que proporcionen la máxima estabilidad al conjunto.
- Se vigilarán periódicamente para evitar posibles descentramientos, afianzando su sujeción mediante pistolos.

➢ **Trácteles y pull-lift**

- Se revisarán periódicamente, y siempre antes de su utilización, rechazando los que estén defectuosos. Los ganchos estarán dotados de pestillo de seguridad.

➢ **Plumas de izado**

- Deben llevar una placa de características, con el esfuerzo máximo de trabajo. Obligatoriamente se verificará su correcto estado antes de su utilización.

➢ **Cuerdas**

- Las cuerdas para izar o tender tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de diez. Su manejo se realizará con guantes de cuero. Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.
- Para eliminar la suciedad deben lavarse y secarse antes de su almacenamiento. Se conservarán enrolladas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.
- Se tendrá en cuenta que, al unirlas mediante nudos con cuerdas de igual sección, su Resistencia disminuirá de un 30 a un 50%.

- Los cables tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de seis. Su manejo se realizará con guantes de cuero.
- El desarrollo de las bobinas se hará siempre girando éstas en el sentido determinado por el fabricante.
- Para cortar un cable es preciso ligar a uno y otro lado del corte, para evitar que se deshagan los extremos.
- Se revisarán periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen:
    - *Nudos
    - *Cocas
    - *Alambres rotos
    - *Corrosión
- Se desecharán aquellos que se observen con alambres rotos.

➢ **Estrobos y eslingas**

- Los estrobos y eslingas deben poseer igual o mayor carga de rotura que el cable de elevación.
- El ángulo formado por los ramales debe estar comprendido entre 60 y 90 grados. No cruzar nunca dos eslingas o estrobos en un gancho.
- No situar nunca una unión sobre el gancho, ni sobre el anillo de carga. Proteger las eslingas y estrobos de las aristas vivas de las cargas.
- Evitar su deslizamiento sobre metal.

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

6.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

6.1.1. Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

➢ **Tipos de señales:**

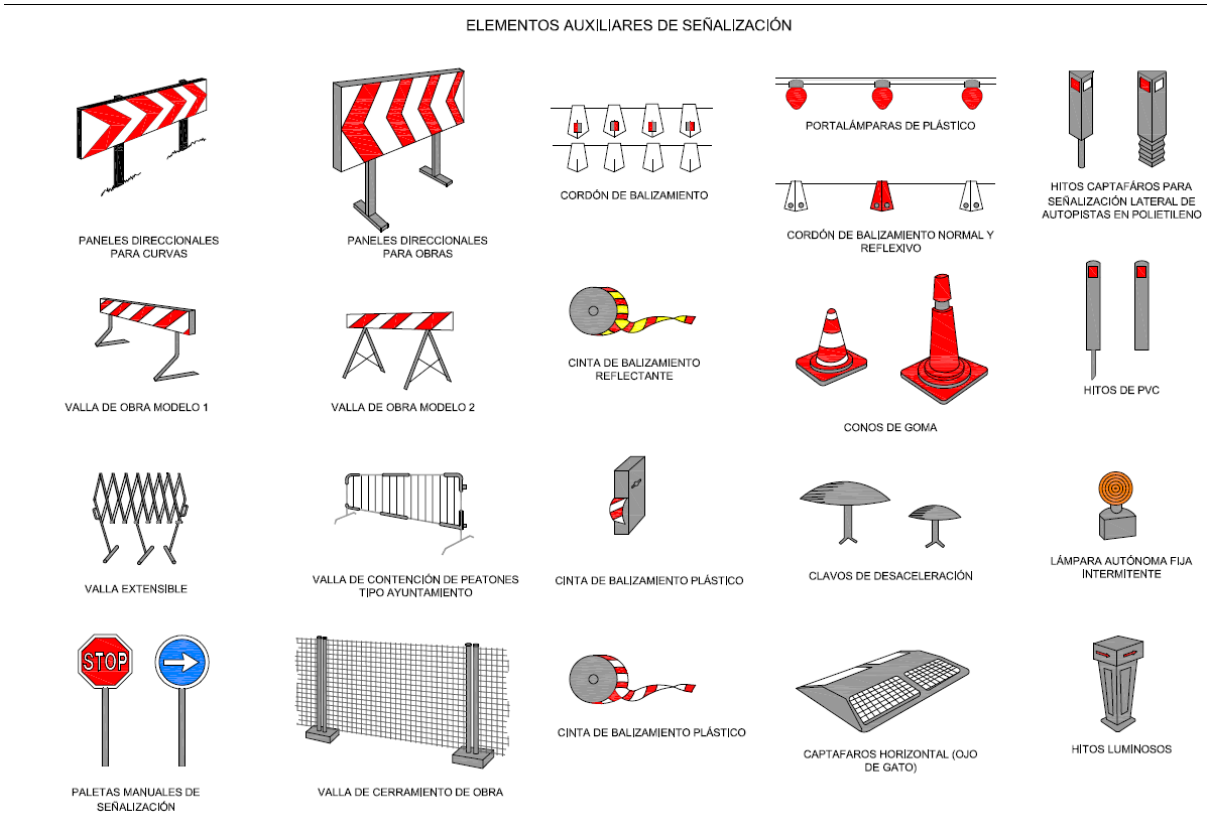
	Advertencia	Prohibición	Obligación	Incendios	Socorro
Forma:	Triangular	Redonda	Redonda	Rectangular	Rectangular
Color de fondo:	Amarillo	Blanco	Azul	Rojo	Verde
Color de contraste:	Negro	Rojo			
Color de Símbolo:	Negro	Negro	Blanco	Blanco	Blanco

➢ **Cinta de señalización:**

- En caso de señalizar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalizará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45º.

- **Cinta de delimitación de zona de trabajo:**
  - Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

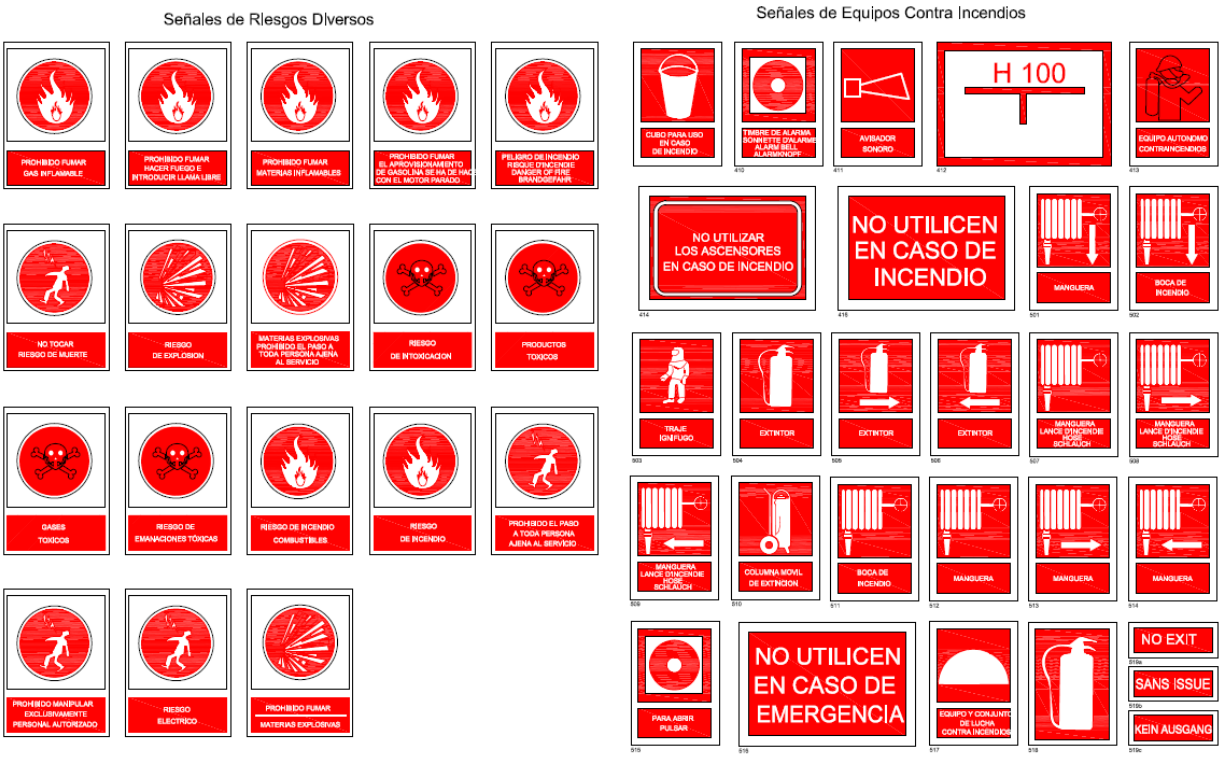
o



Señales de Advertencia de Peligro

Señales de Prohibición

Señales de Uso Obligatorio



6.1.2. Protección de personas en instalaciones eléctricas

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicación de lo indicado en el apartado 3A del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y

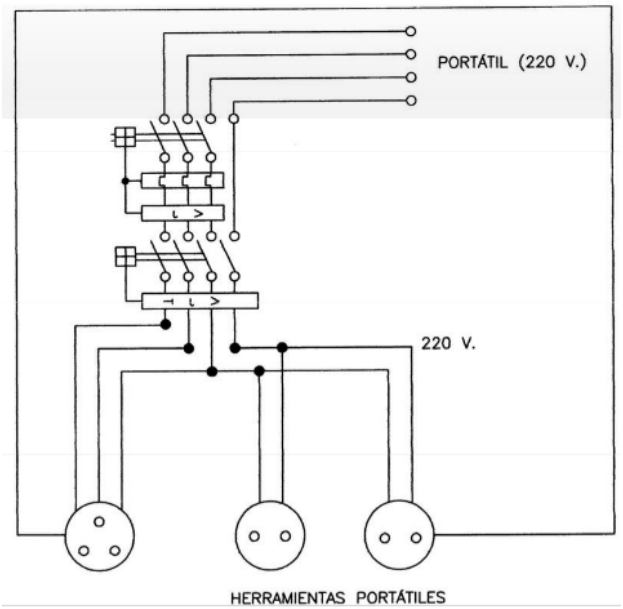
antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.

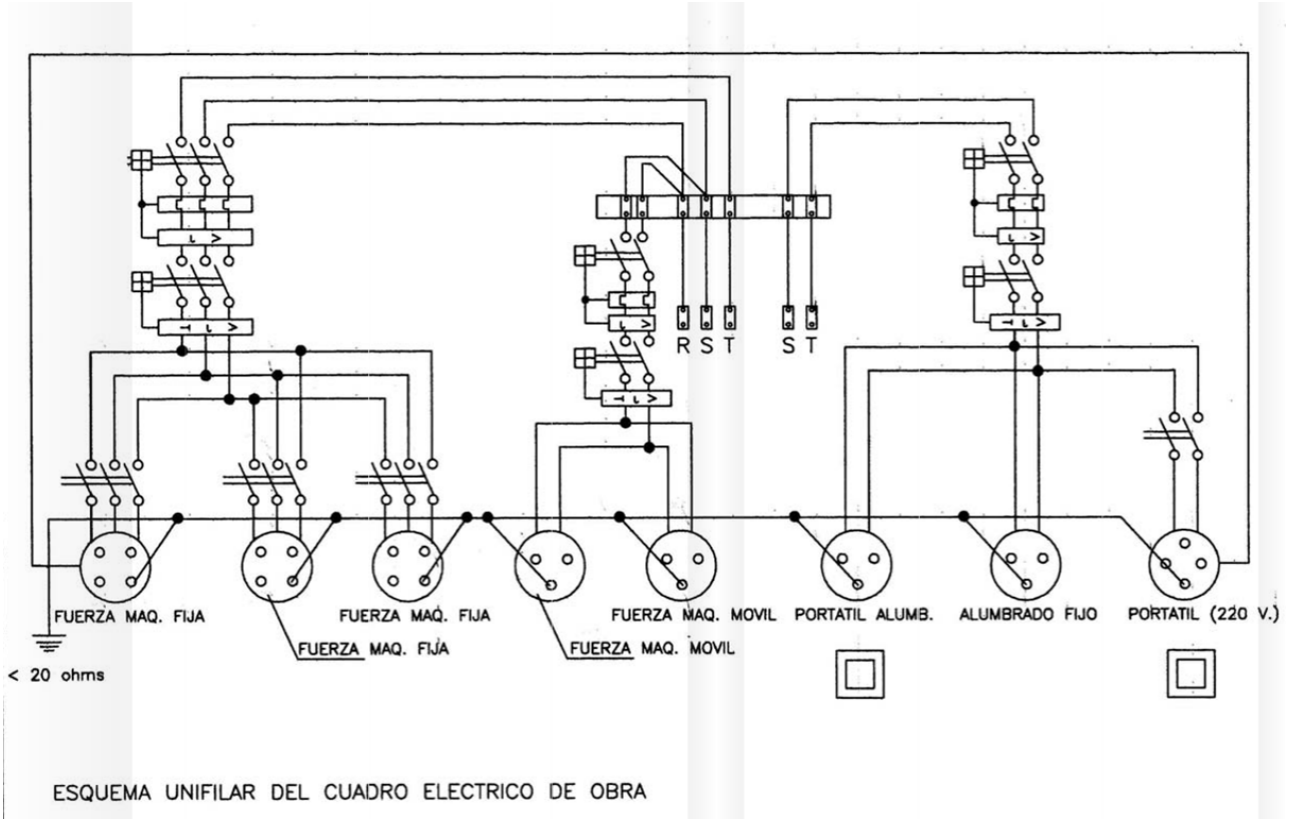
Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: 3,3 + Tensión (en KV) / 100 (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m.).



Cuadro con protección frente a cortocircuitos y corrientes de defecto.
Se instalará en las plantas o zonas en donde se precise su utilización.

ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO AUXILIAR ELÉCTRICO DE OBRA PARA MAQUINARIA PORTÁTIL.



ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO ELECTRICO DE OBRA

6.1.3. Tajos en condiciones de humedad muy elevadas

Es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

Se acogerá a lo dispuesto en la ITC-BT-30 (locales mojados).

6.1.4. Señales óptico-acústicas de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.

Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.

Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.

Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.

Dispositivo de balizamiento de posición y pre-señalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

6.1.5. Protección contra caídas de altura de personas u objetos.

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

- **Barandillas de protección:**
  - Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm de alzada, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.
- **Pasarelas:**
  - En aquellas zonas que sean necesarios, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas.
  - Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg. de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.
- **Escaleras portátiles:**
  - Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
  - Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.
  - Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas ó largas, ni empalmadas.
- **Cuerda de retenida:**
  - Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabrotada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

- **Sirgas:**
  - Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad, variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.
- **Eslingas de cadena:**
  - El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.
- **Eslinga de cable:**
  - A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

6.1.6. Protección contra contactos eléctricos

- **Protección contra contactos eléctricos indirectos:**
  - Esta protección consistirá en la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial.
  - El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo será igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs), que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial(A).
- **Protecciones contra contacto eléctricos directos:**
  - Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.
  - Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.
  - Los vibradores estarán alimentados a una tensión de 24 voltios o por medio de transformadores o grupos convertidores de separación de circuitos. En todo caso serán de doble aislamiento.

- En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- **Otros:**
  - Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:
  - Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
  - Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
  - Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

- **Protecciones personales:**
  - En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

6.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS).

- **Afecciones en la piel por dermatitis de contacto**
  - Guantes de protección frente a abrasión
  - Guantes de protección frente a agentes químicos
- **Quemaduras físicas y químicas**
  - Guantes de protección frente a abrasión
  - Guantes de protección frente a agentes químicos
  - Guantes de protección frente a calor
  - Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)
- **Proyecciones de objetos y/o fragmentos**
  - Calzado con protección contra golpes mecánicos
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
  - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
  - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco
- **Ambiente pulvígeno**
  - Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico
  - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
  - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- **Aplastamientos**
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
  - Calzado con protección contra golpes mecánicos
- **Atrapamientos**
  - Calzado con protección contra golpes mecánicos
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
  - Guantes de protección frente a abrasión
- **Caída de objetos y/o de máquinas**
  - Bolsa portaherramientas
  - Calzado con protección contra golpes mecánicos
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- **Caídas de personas a distinto nivel**
  - Cinturón de seguridad anticaídas
  - Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes
- **Caídas de personas al mismo nivel**
  - Bolsa portaherramientas
  - Calzado de protección sin suela antiperforante
- **Contactos eléctricos directos**
  - Calzado con protección contra descargas eléctricas
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
  - Gafas de seguridad contra arco eléctrico
  - Guantes dieléctricos
- **Contactos eléctricos indirectos**
  - Botas de agua
  - Cuerpos extraños en ojos
  - Gafas de seguridad contra proyección de líquidos
  - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con sólidos)
  - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco
- **Exposición a fuentes luminosas peligrosas**
  - Gafas de oxicorte
  - Gafas de seguridad contra arco eléctrico
  - Gafas de seguridad contra radiaciones
  - Mandil de cuero
  - Manguitos
  - Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactínico
  - Pantalla para soldador de oxicorte
  - Polainas de soldador cubre-calzado
  - Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)
- **Golpe por rotura de cable**
  - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
  - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Bolsa portaherramientas
- Calzado con protección contra golpes mecánicos
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores
- Guantes de protección frente a abrasión

➢ **Pisada sobre objetos punzantes**

- Bolsa portaherramientas
- Calzado de protección con suela antiperforante

➢ **Incendios**

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

➢ **Vibraciones**

- Cinturón de protección lumbar

➢ **Sobreesfuerzos**

- Cinturón de protección lumbar

➢ **Ruido**

- Protectores auditivos

➢ **Caída de personas de altura**

- Cinturón de seguridad anticaídas

7. MANEJO MANUAL DE CARGAS

- **Directrices generales para la prevención de riesgos dorsolumbares**

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- **Características de la carga**

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

- **Esfuerzo físico necesario**

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

- **Características del medio de trabajo**

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.
- Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- Cuando la iluminación no sea adecuada.
- Cuando exista exposición a vibraciones.

➢ **Exigencias de la actividad**

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

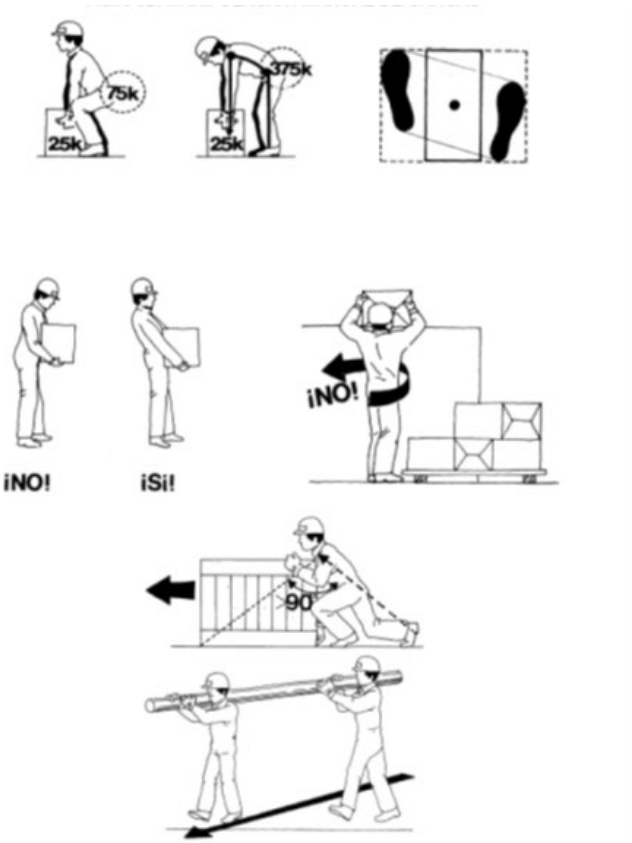
Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.

- Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

➢ **Factores individuales de riesgo**

Constituyen factores individuales de riesgo:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.


75k
25k
375k
25k
¡NO!
¡Si!
¡NO!
90

8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y ANTERIORES TRABAJOS

- **Mantenimiento preventivo general**

  - El articulado y Anexos del R.D. 1215/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar las medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.
  - Si esto no fuera posible, el empresario adoptará las medidas adecuadas para disminuir esos riesgos al mínimo.
  - Como mínimo, sólo deberán ser utilizados equipos que satisfagan las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación.
  - Cuando el equipo requiera una utilización de manera o forma determinada se adoptarán las medidas adecuadas que reserven el uso a los trabajadores especialmente designados para ello.
  - El empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones tales que satisfagan lo exigido por la normativa.
  - Son obligatorias las comprobaciones previas al uso, las previas a la reutilización tras cada montaje, tras el mantenimiento o reparación, tras exposiciones a influencias susceptibles de producir deterioros y tras acontecimientos excepcionales.
  - Todos los equipos, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), estarán acompañados de instrucciones adecuadas de funcionamiento y condiciones para las cuales tal funcionamiento es seguro para los trabajadores.
  - Los artículos 18 y 19 de la citada Ley indican la información y formación adecuadas que los trabajadores deben recibir previamente a la utilización de tales equipos.
  - El constructor, justificará que todas las maquinas, herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, tienen su correspondiente certificación -

CE- y que el mantenimiento preventivo, correctivo y la reposición de aquellos elementos que, por deterioro o desgaste normal de uso, haga desaconsejare su utilización sea efectivo en todo momento.

- Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere necesario, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulvígenos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.
- La instalación eléctrica provisional de obra se revisará periódicamente, por parte de un electricista, se comprobarán las protecciones diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y los defectos de aislamiento.
- En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.
- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las de mano, deberán:
- Estar bien proyectados y construidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- Ser manejados por trabajadores que hayan sido formados adecuadamente.
- Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario.

➢ **Riesgos que no han podido ser evitados**

Conforme a lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24/10/97, se identifican los riesgos que no han podido ser evitados, total o parcialmente, con las medidas correctoras anteriormente expuestas.

- Animales y/o parásitos.
- Atropellos y/o colisiones
- Desprendimientos.

9. DEFINICIONES DEL RD 614/2001 DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO

A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto se entenderá como:

1. **Riesgo eléctrico**: riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

2. **Lugar de trabajo**: cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.

3. **Instalación eléctrica**: el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

4. **Procedimiento de trabajo**: secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.

5. **Alta tensión. Baja tensión**. Tensiones de seguridad: las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.

6. **Trabajos sin tensión**: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

7. **Zona de peligro o zona de trabajos en tensión**: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento

en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Cuando no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en las prescripciones de AMYS más restrictivas que las citadas en el presente RD-614.

8. **Trabajo en tensión**: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.

9. **Maniobra:** intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.

10. **Mediciones, ensayos y verificaciones**: actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

11. **Zona de proximidad**: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona serán las indicadas en las prescripciones de AMYS.

12. **Trabajo en proximidad**: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

13. **Trabajador autorizado**: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.

14. **Trabajador cualificado:** trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

15. **Jefe de trabajo:** persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

- **Identificación de riesgos**

La propia naturaleza de las operaciones realizadas, impone la necesidad de ejecutar trabajos en las proximidades de conducciones eléctricas aéreas y subterráneas, originándose el riesgo de contactos con elementos en tensión, que debido a las condiciones atmosféricas y a los procesos constructivos, se potencia, favoreciendo los accidentes en los diferentes tajos.

Los riesgos identificados en dichas operaciones se detallan a continuación.

Riesgos de Seguridad.		
1	Caídas de personas al mismo nivel	**Aplica**
2	Caídas de personas a distinto nivel·····	**Aplica**
3	Caída de objetos·····	***Aplica***
4	Desprendimientos, desplomes y derrumbes··	***Aplica***
5	Choques y golpes·····	***Aplica***
6	Maquinaria automotriz y vehículos por el interior del recinto de la obra	***Aplica***
7	Atrapamiento···	***Aplica***
8	Cortes·····	***Aplica***
9	Proyecciones··	***Aplica***
10	Contactos térmicos····	***Aplica***
11	Contactos químicos···	**No *Aplica***
12	Contactos eléctricos···	***Aplica***
13	Arco eléctrico ·····	**Aplica**

10. COORDINACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LAS OBRAS

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras será nombrado por el promotor, de acuerdo al Real Decreto 1627/1997, al objeto de llevar a cabo las tareas que se mencionan en el artículo 9 y 13.

El artículo 9 establece que el coordinador deberá desarrollar, entre otras, las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tanto al planificar los distintos trabajos como al estimar la duración requerida.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva, y en particular a actividades referidas en el artículo 10 del Real Decreto.
- Aprobar el plan de seguridad y salud.
- Coordinar el control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adaptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

El artículo 13 establece que el coordinador deberá realizar la custodia del Libro de Incidencias, así como el envío de anotaciones que se produzcan a la Inspección de Trabajo.

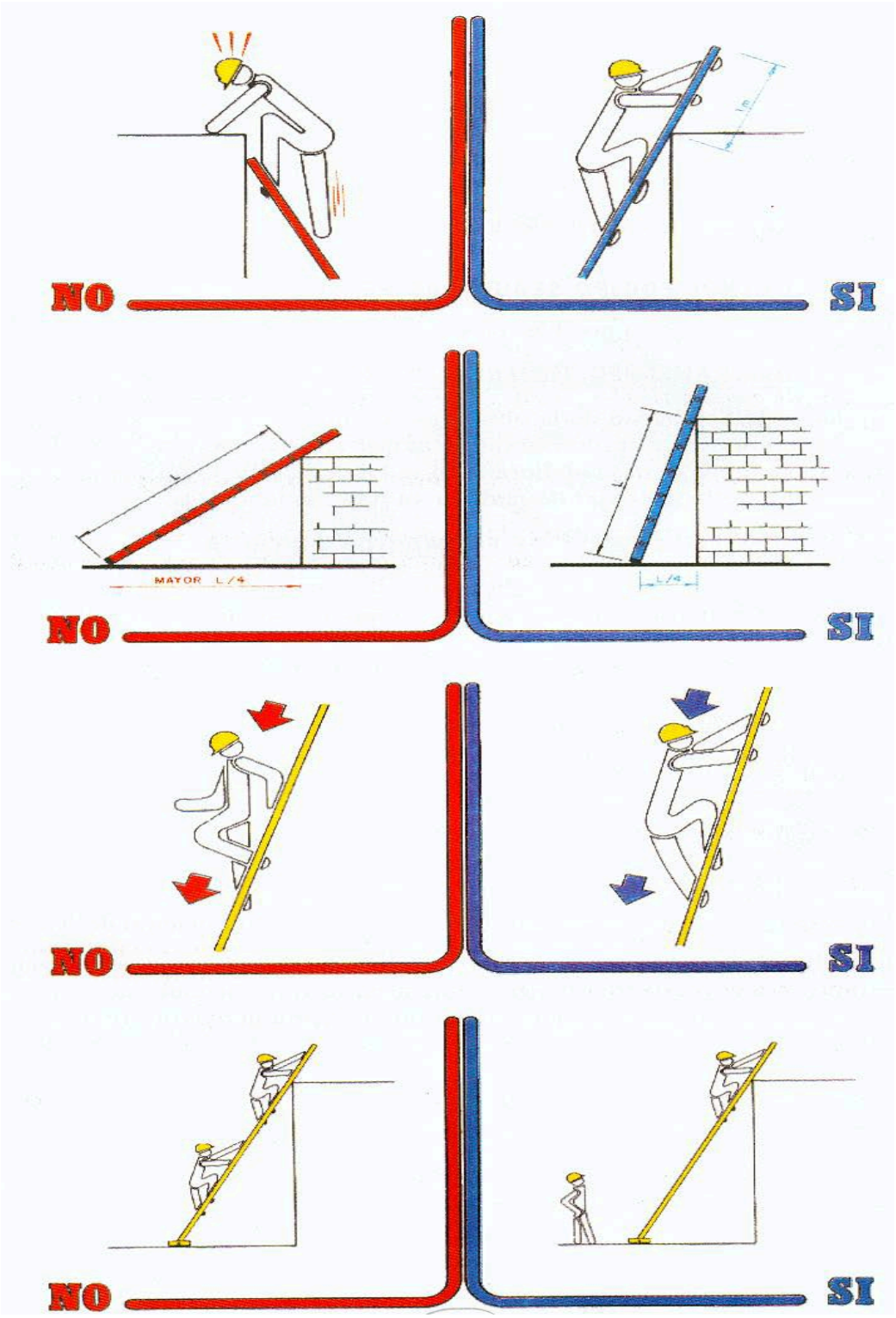
11. PLANOS DE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Además de las figuras y esquemas presentados a lo largo de este documento, se recogen a continuación una serie de planos esquemáticos compilados, relativos a las normas de uso y buen comportamiento, para la correcta promoción de la seguridad y la salud, en las tareas de construcción de las instalaciones en estudio.

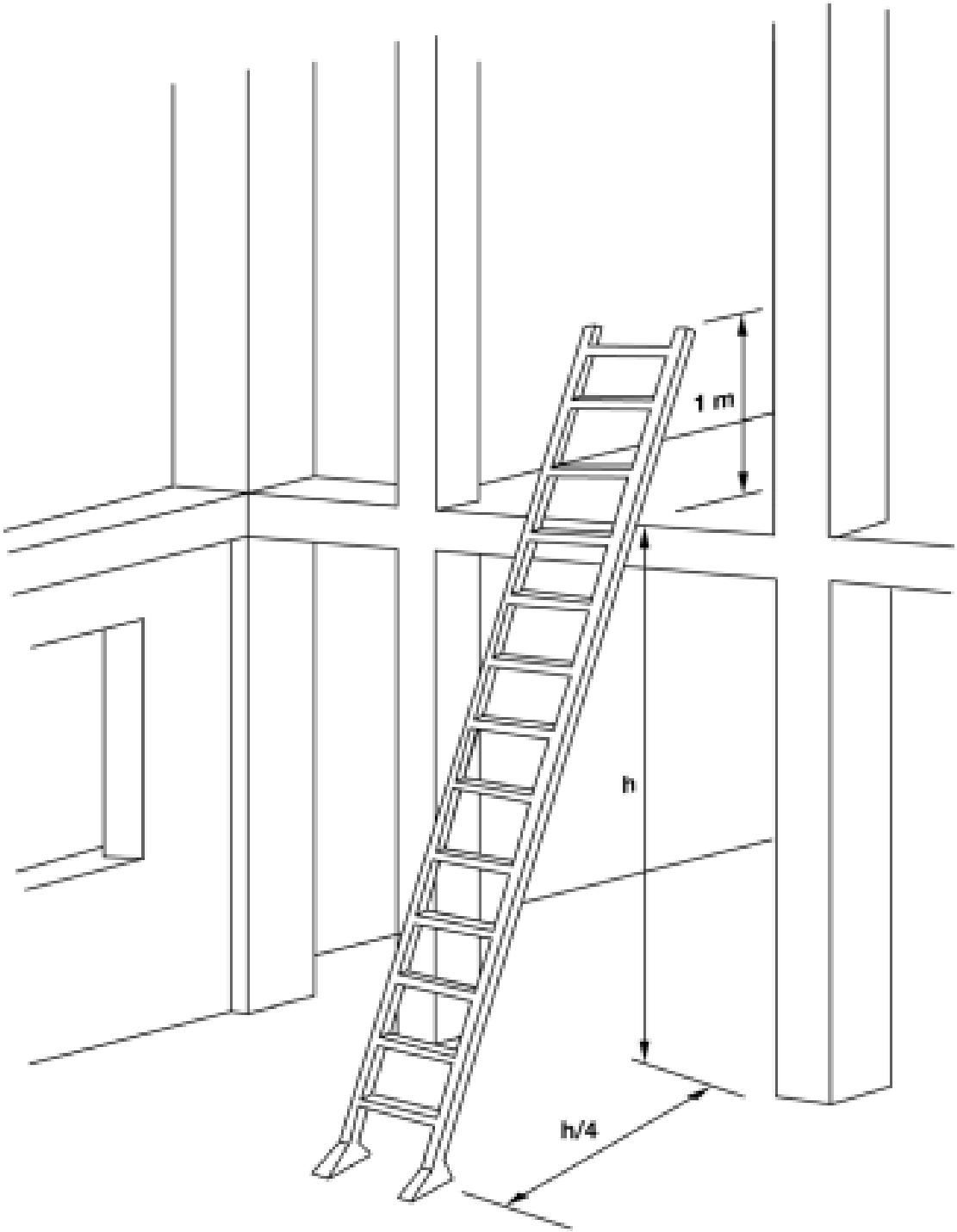
ÍNDICE

- ESCALERAS DE MANO (I, II y III)
- SEÑALIZACIÓN (I y II)
- TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS
- BARANDILLA DE PROTECCIÓN
- PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
- TERRAPLENES Y RELLENOS
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS (I y II)
- EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA (I)
- RIESGOS ELÉCTRICOS (I, II, III, IV y V)
- TRABAJOS DE SOLDADURA
- MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I y II)
- CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA
- CABLES PUESTA A TIERRA PORTATILES
- CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR
- CREACION DE LA ZONA DE TRABAJO (I, II y III)

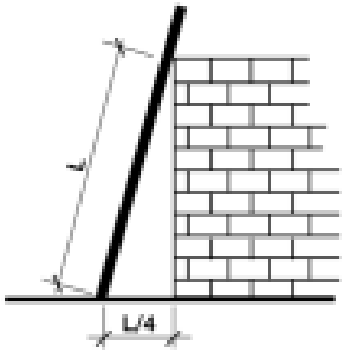
ESCALERAS DE MANO I



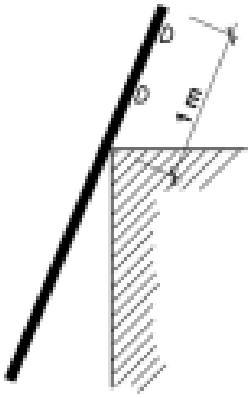
ESCALERAS DE MANO II



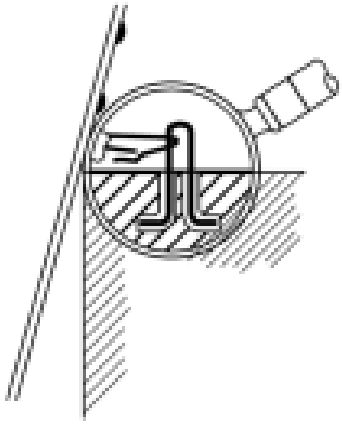
ESCALERAS DE MANO III



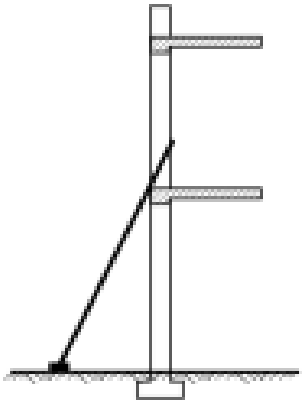
INCLINACIÓN RECOMENDADA



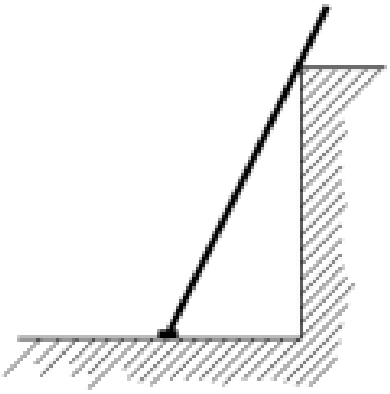
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



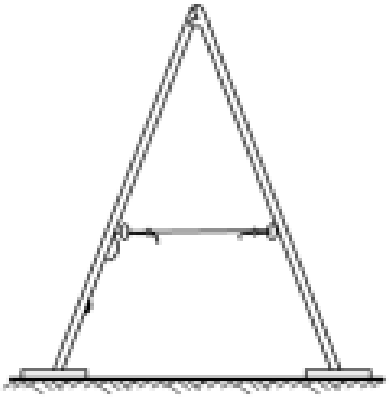
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



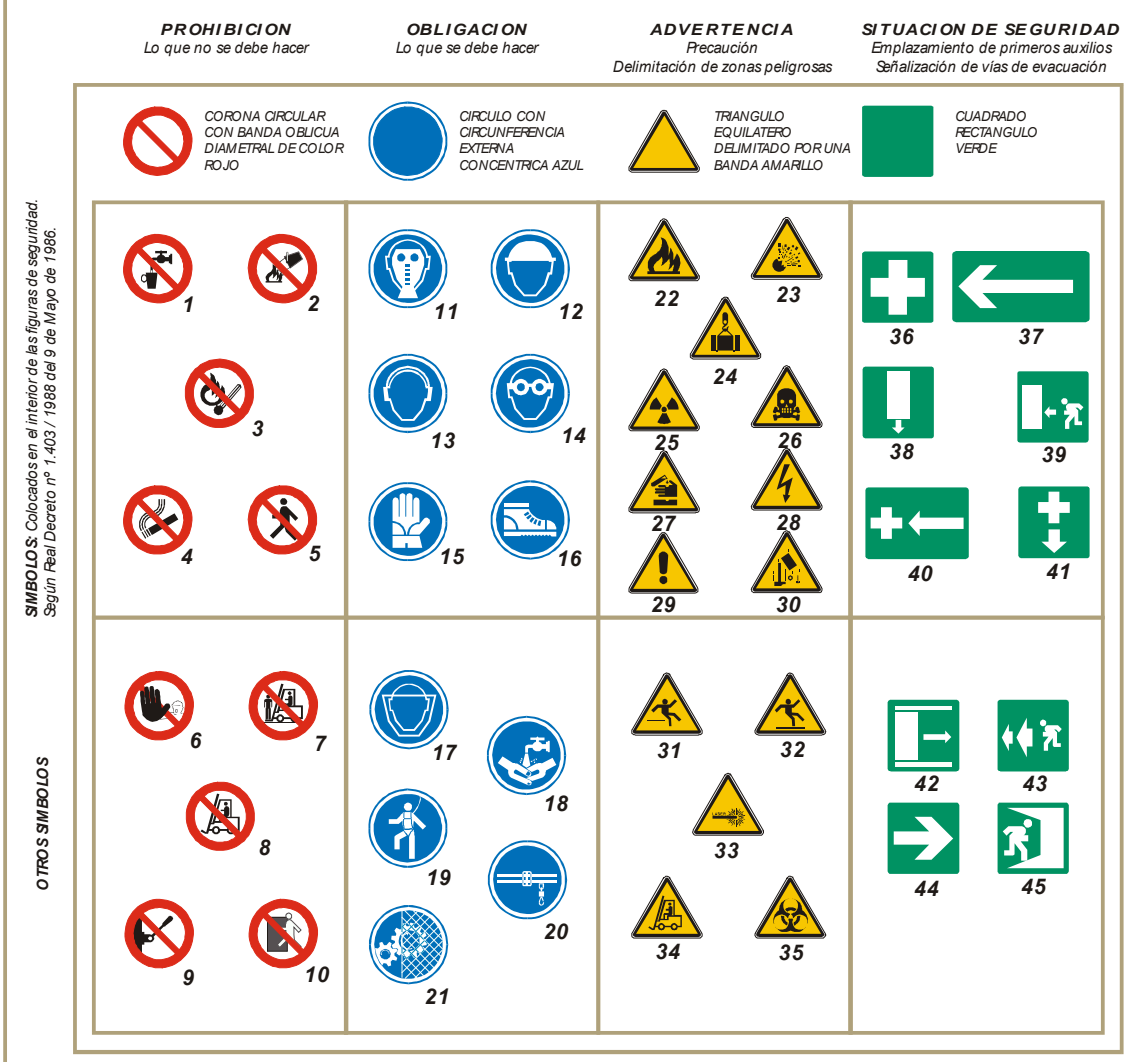
UN SOLO USUARIO A LA VEZ



LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

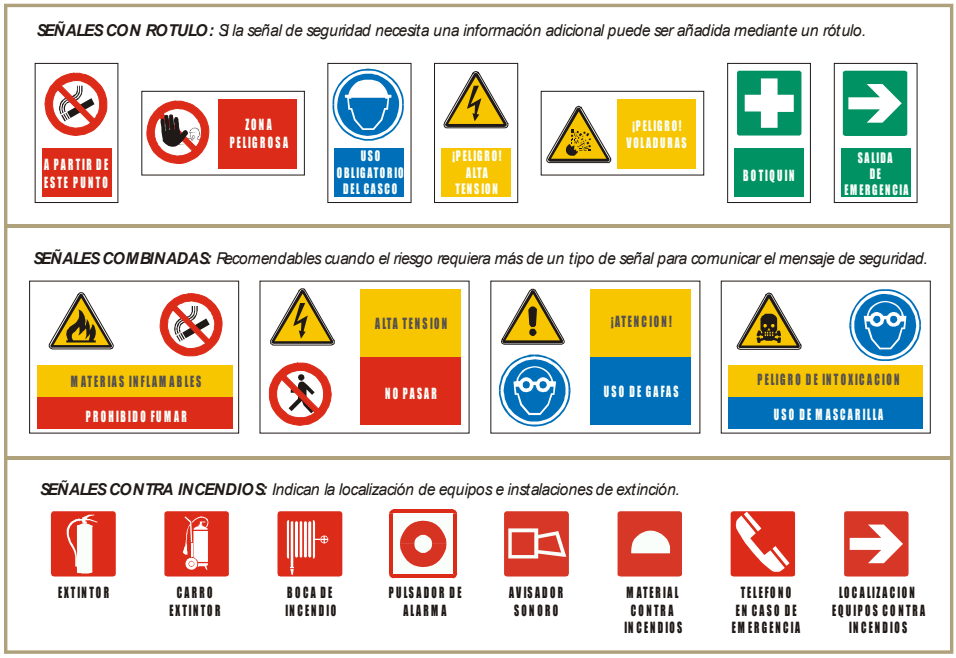
SEÑALIZACIÓN I

La señalización de seguridad en los lugares de trabajo tiene como misión llamar la atención rápidamente sobre objetos y situaciones que pueden provocar peligros. Así como indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad. Las señales de seguridad se dividen en cuatro categorías, teniendo cada una de ellas una forma y color diferentes.



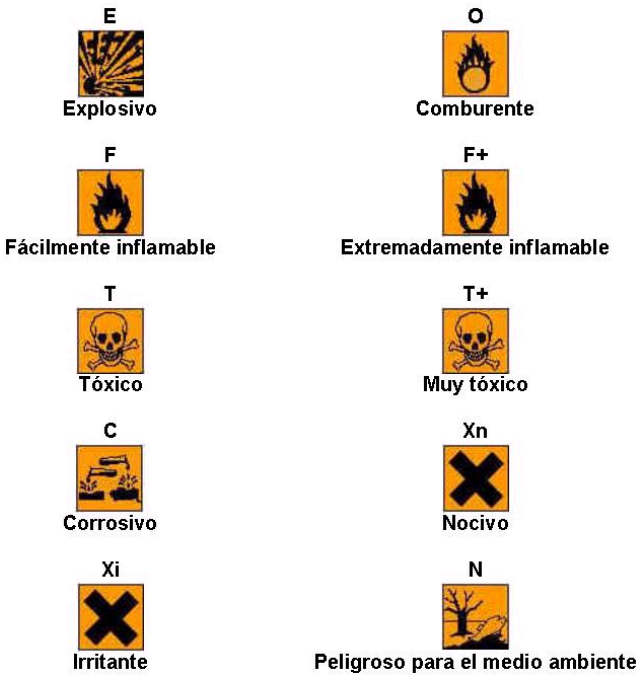
1. Agua no potable
2. Prohibido apagar con agua
3. Prohibido encender fuego
4. Prohibido fumar
5. Prohibido el paso a peatones
6. Alto! No pasar
7. Prohibido transportar personas
8. Prohibido el paso a carretillas
9. Prohibido accionar
10. No utilizar en caso de emergencia
11. Uso obligatorio de mascarilla
12. Uso obligatorio de casco
13. Uso obligatorio de protectores auditivos
14. Uso obligatorio de gafas
15. Uso obligatorio de guantes
16. Uso obligatorio de botas
17. Uso obligatorio de pantalla protectora
18. Es obligatorio lavarse las manos
19. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
20. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
21. Uso obligatorio de protector fijo
22. Riesgo de incendio
23. Riesgo de explosión
24. Riesgo de cargas suspendidas
25. Riesgo de radiación
26. Riesgo de intoxicación
27. Riesgo de corrosión
28. Riesgo eléctrico
29. Peligro indeterminado
30. Caída de objetos
31. Caídas a distinto nivel
32. Caídas al mismo nivel
33. Radiaciones láser
34. Paso de carretillas
35. Riesgo biológico
36. Equipo primeros auxilios
37. Dirección de socorro
38. Localización salida de socorro
39. Dirección hacia salida de socorro
40. Dirección hacia primeros auxilios
41. Localización primeros auxilios
42. Salida de socorro. Deslizar
43. Dirección hacia salida de socorro
44. Vía de evacuación
45. Salida en caso de emergencia

SEÑALIZACIÓN II

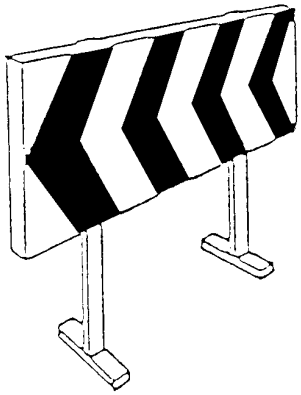


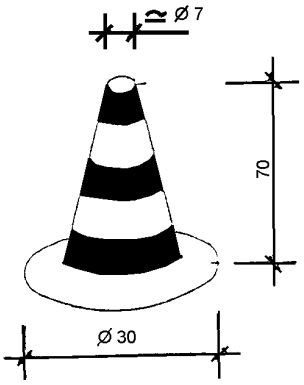
SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

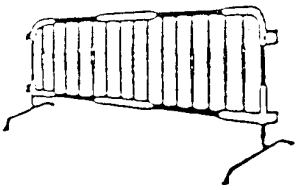


SEÑALIZACIÓN III

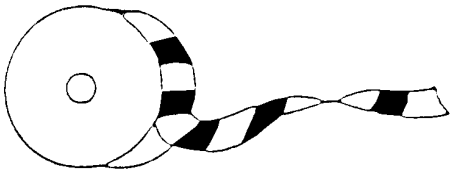




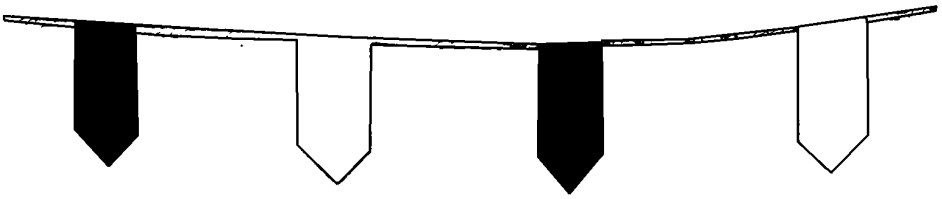
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

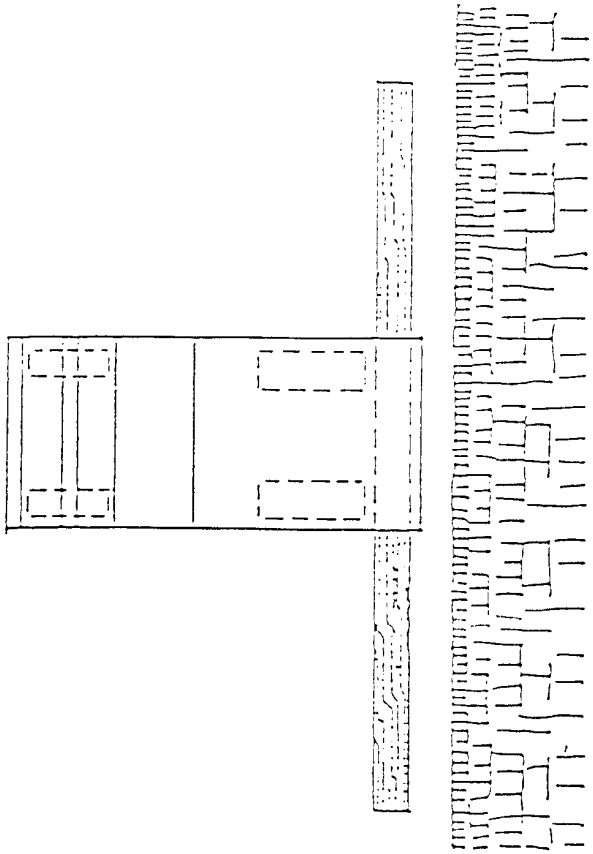


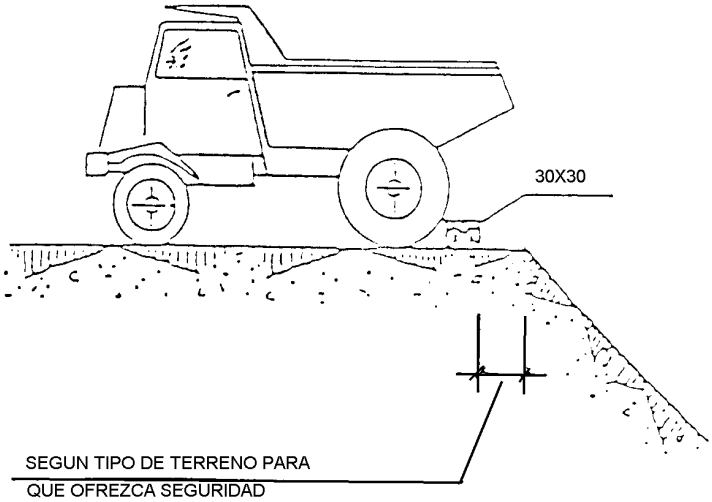
CINTA BALIZAMIENTO



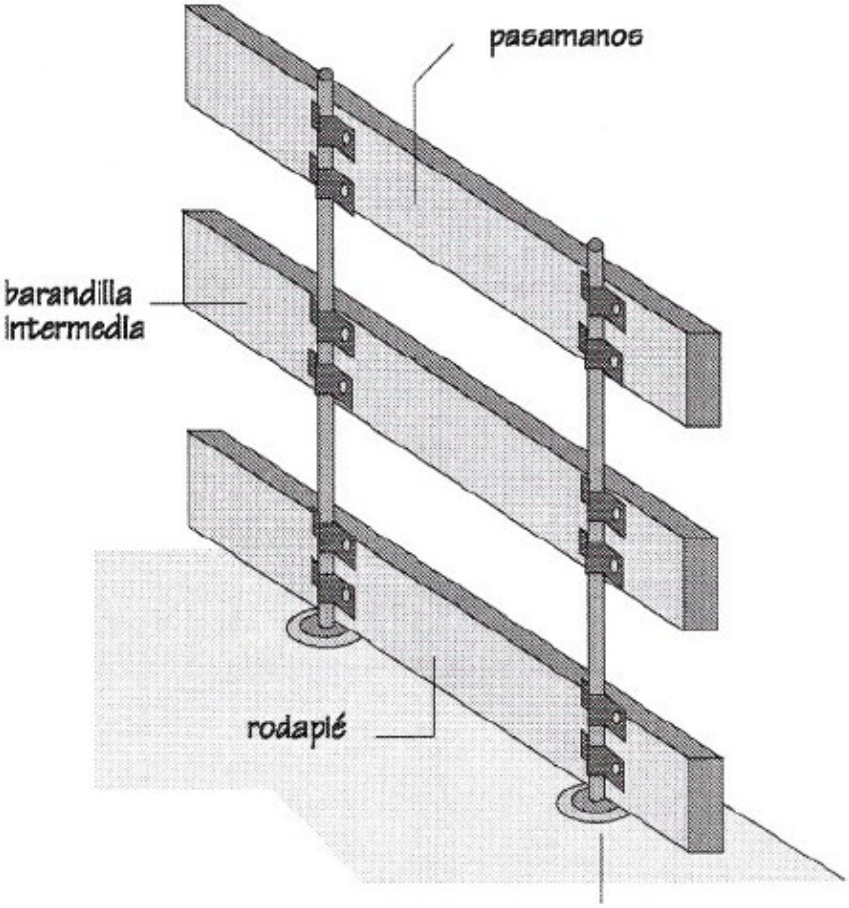
CORDON BALIZAMIENTO

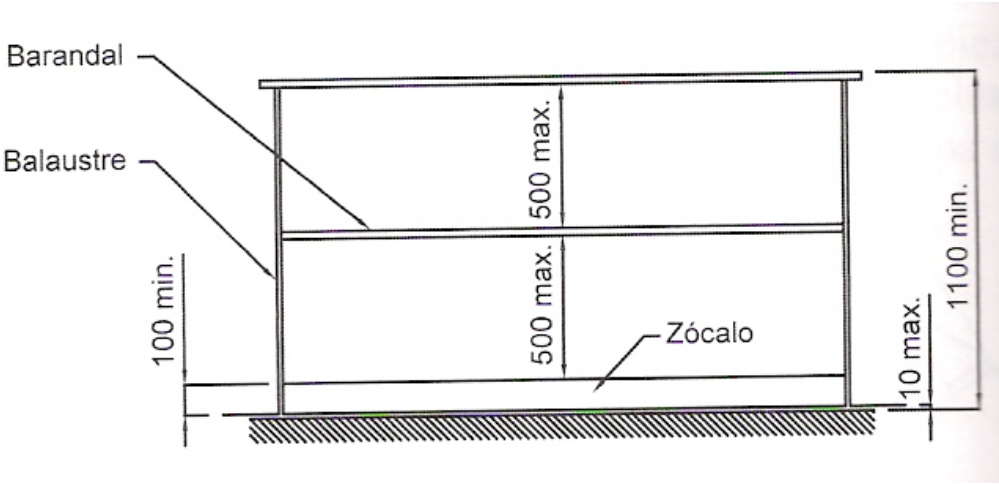
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



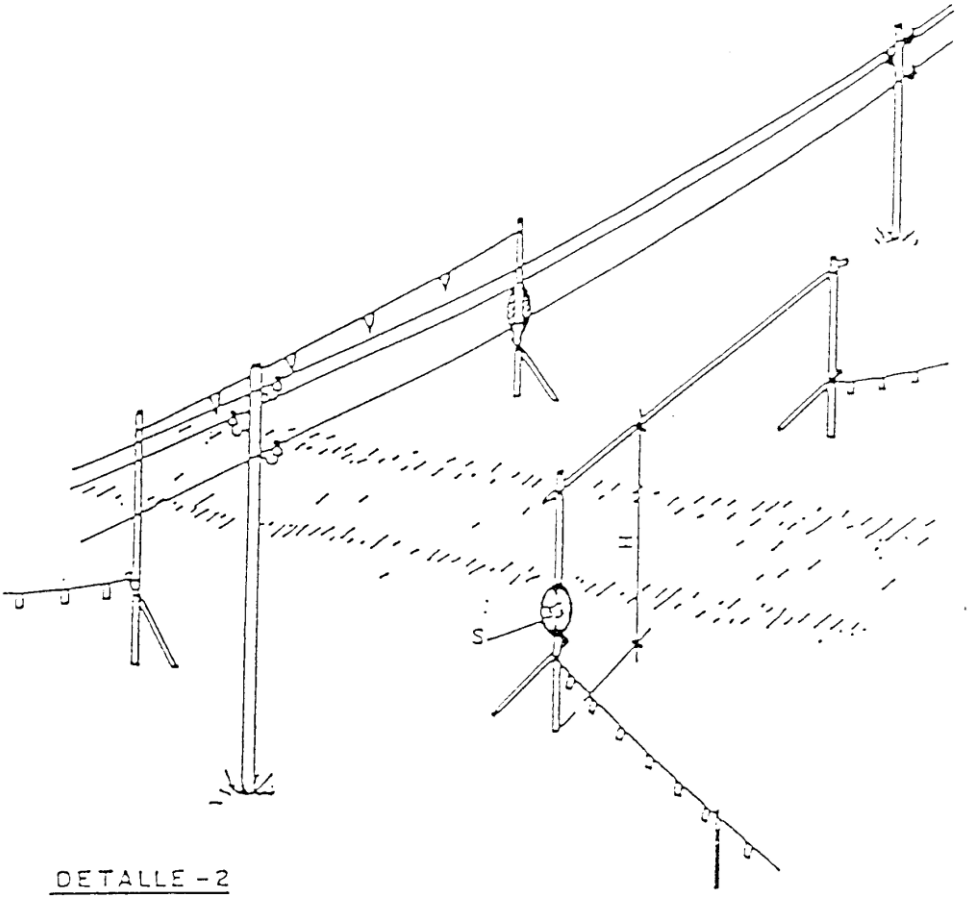


BARANDILLA DE PROTECCIÓN



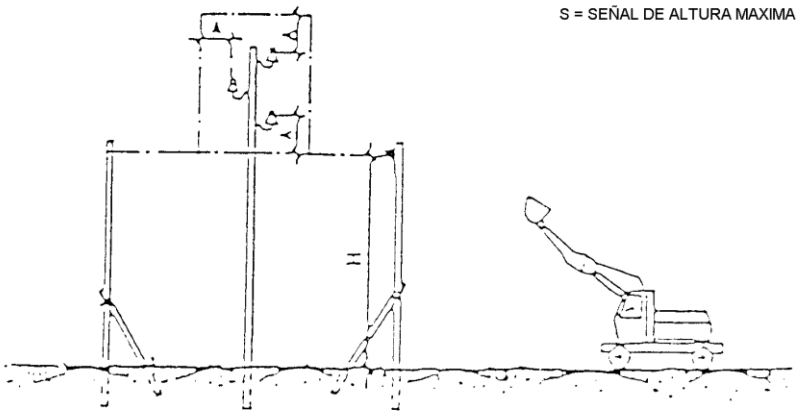


PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

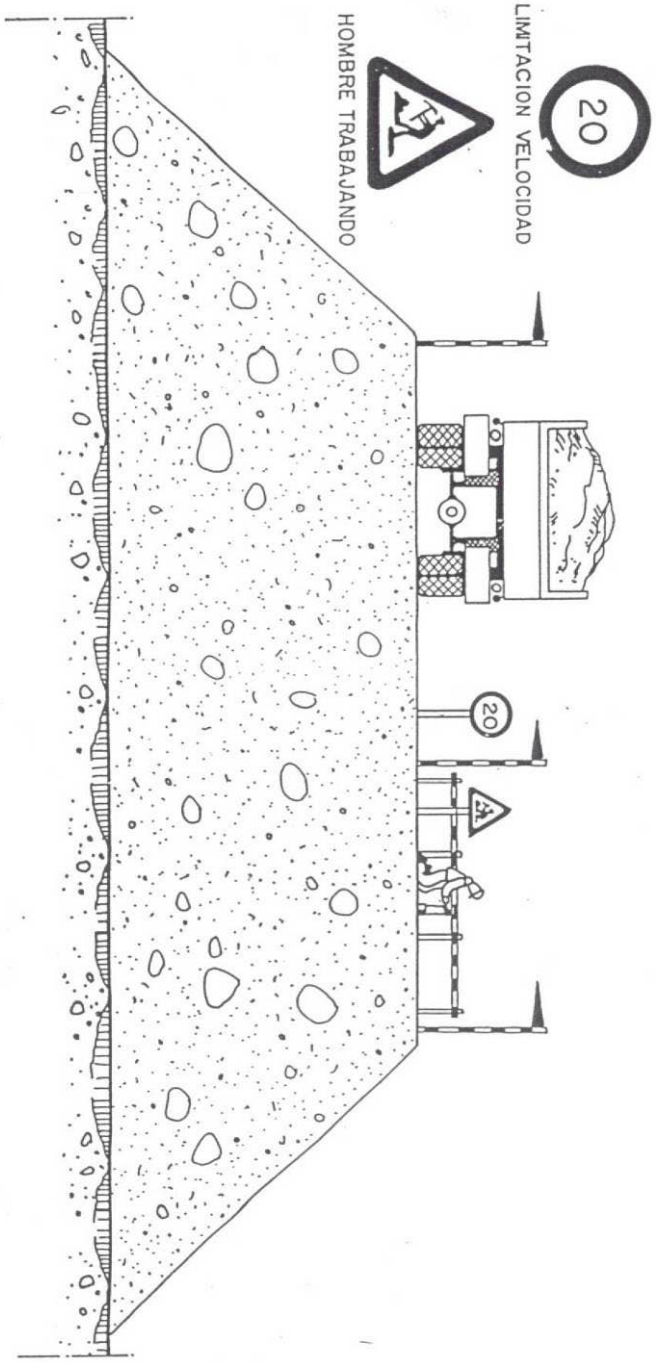


DETALLE - 2

H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



TERRAPLENES Y RELLENOS



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga

2 Levantar el aguilón o pluma

3 Levantar la carga lentamente

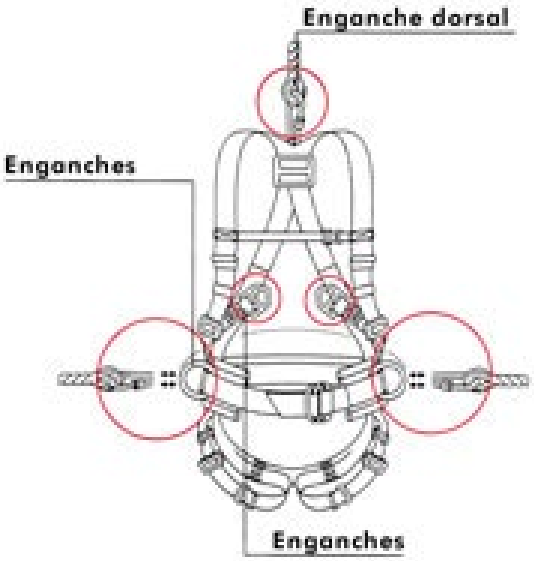
4 Levantar el aguilón o pluma lentamente

5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga

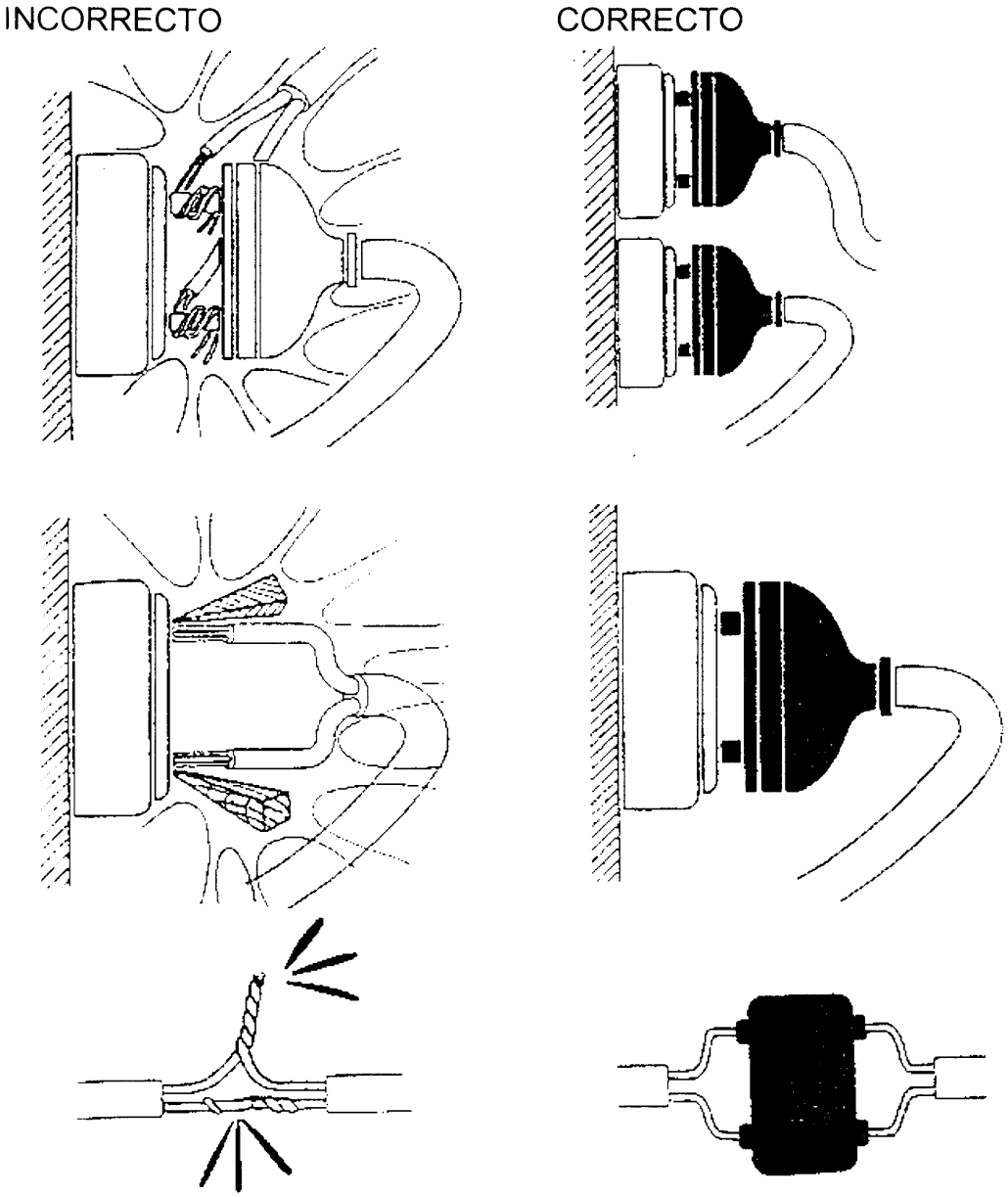
6 Bajar la carga

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

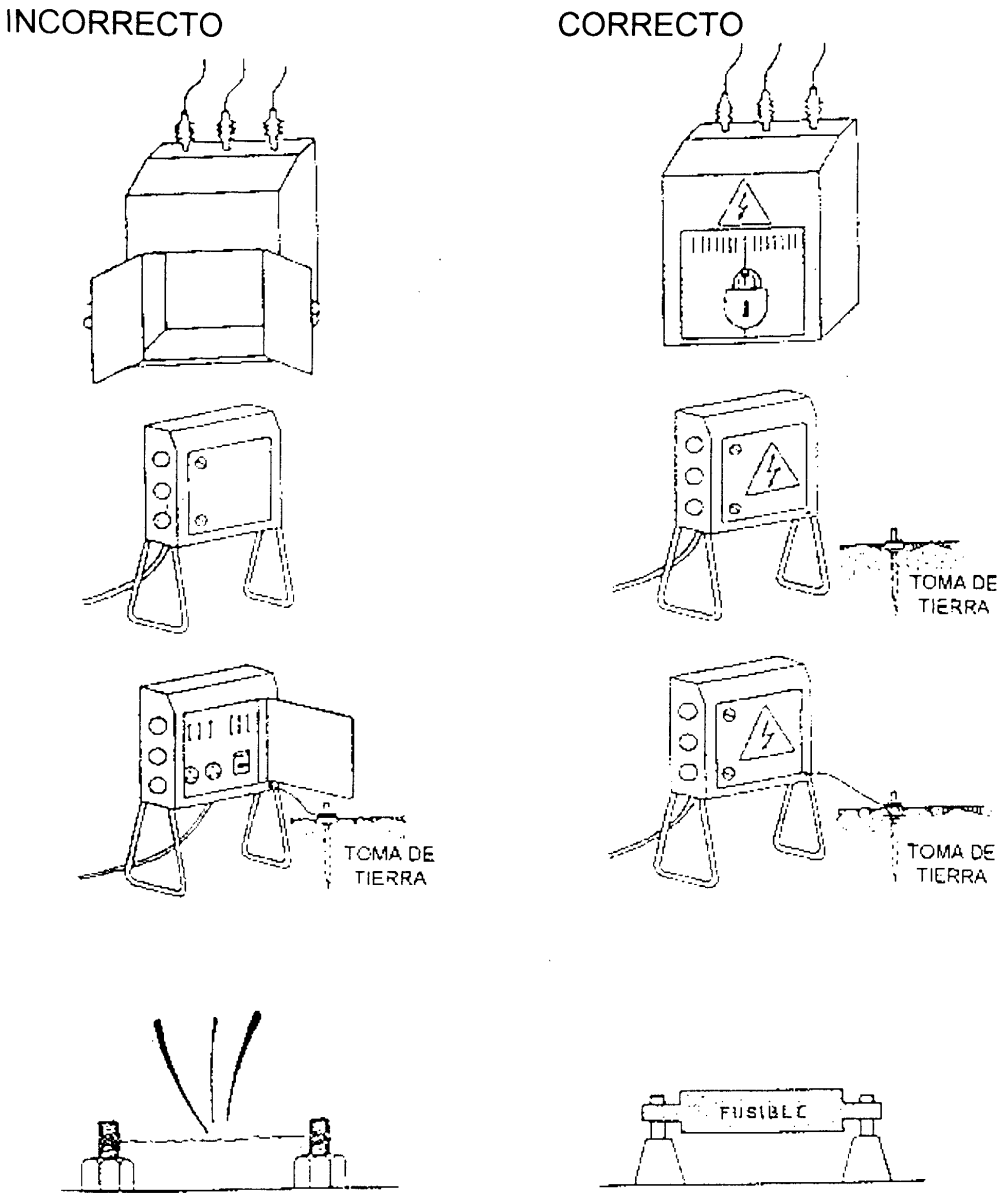
EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA I



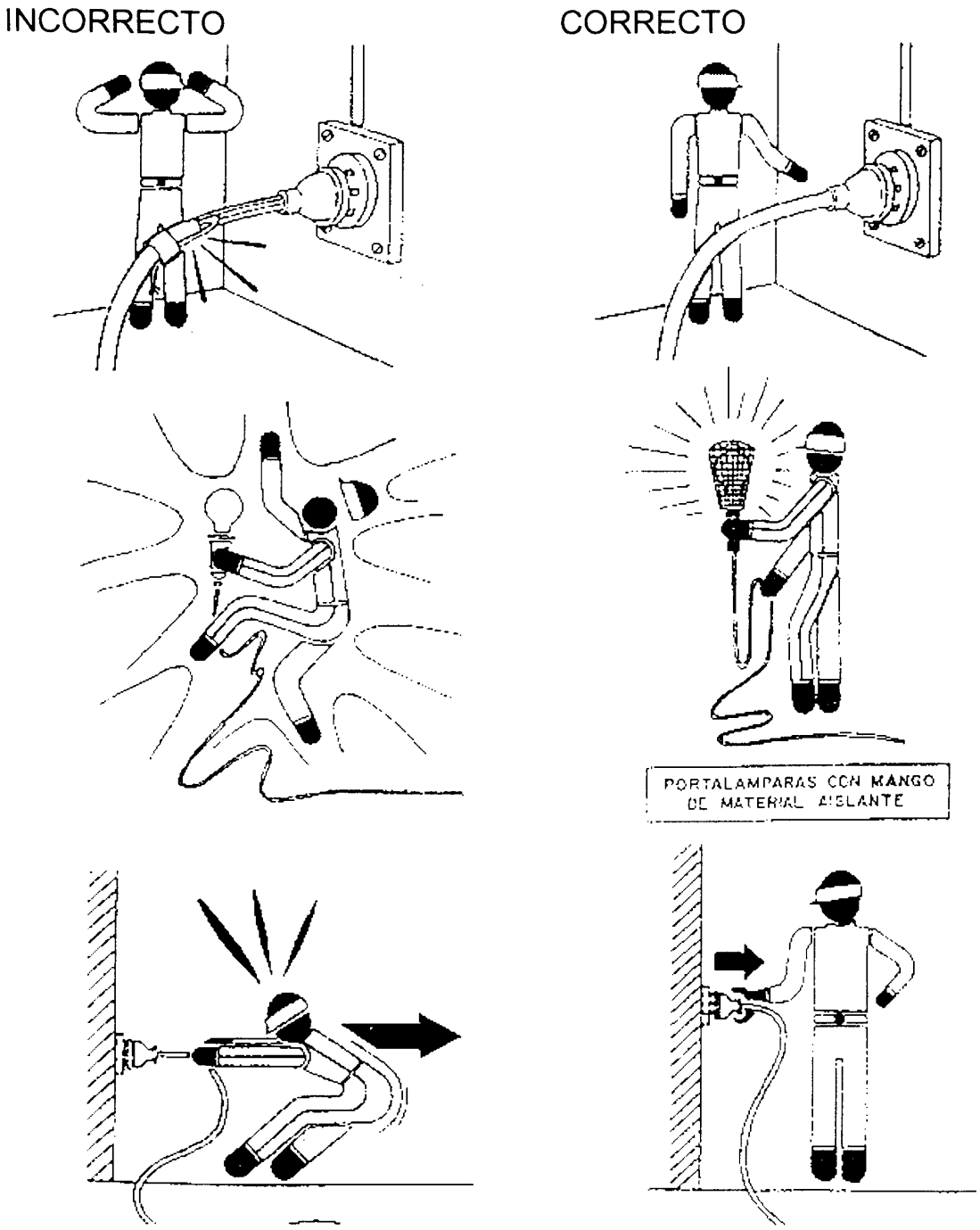
RIESGOS ELÉCTRICOS I



RIESGOS ELÉCTRICOS II

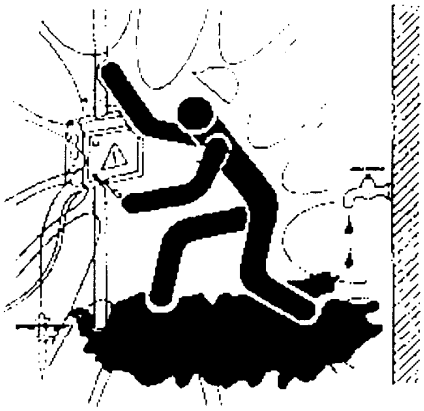


RIESGOS ELÉCTRICOS III

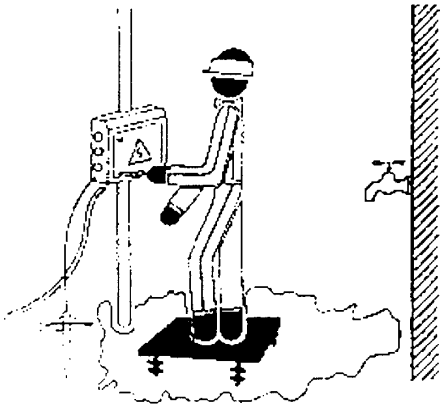


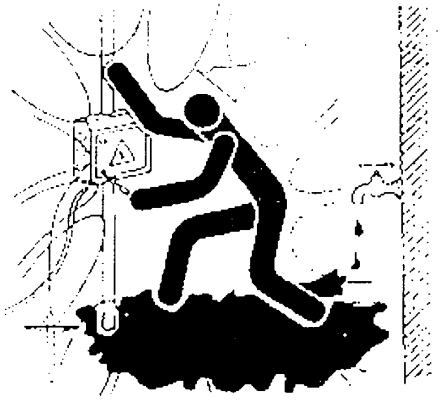
RIESGOS ELÉCTRICOS IV

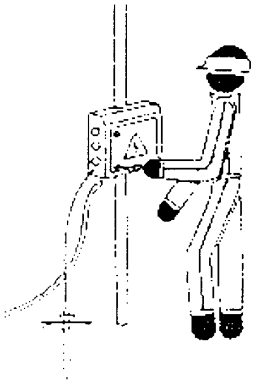
INCORRECTO



CORRECTO



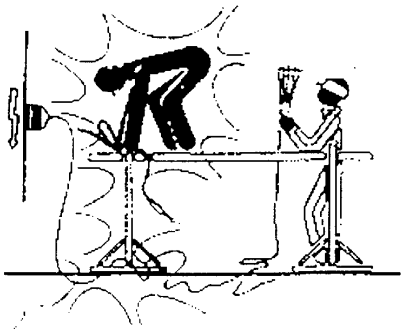


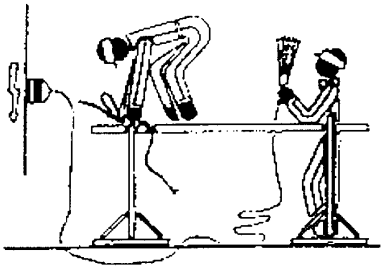


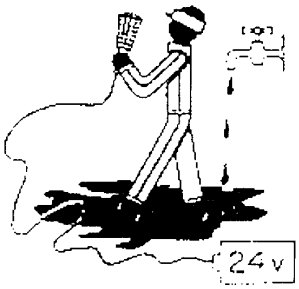
RIESGOS ELÉCTRICOS V

INCORRECTO

CORRECTO

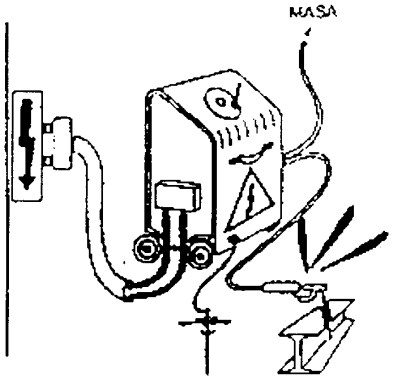




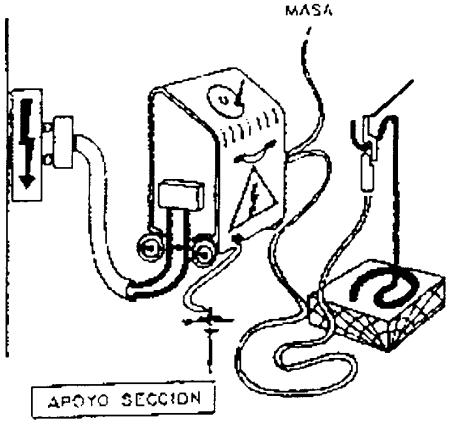


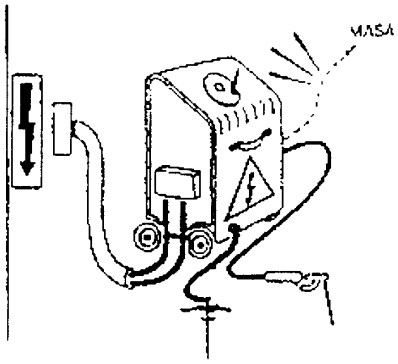
TRABAJOS DE SOLDADURA

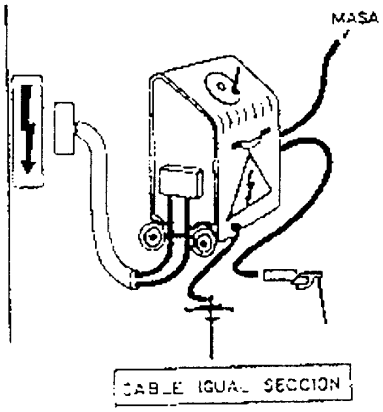
INCORRECTO

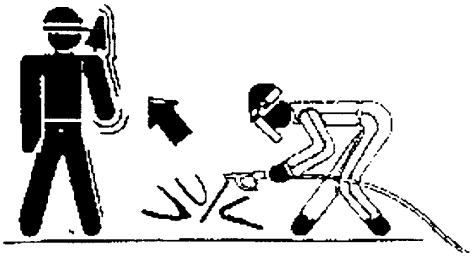


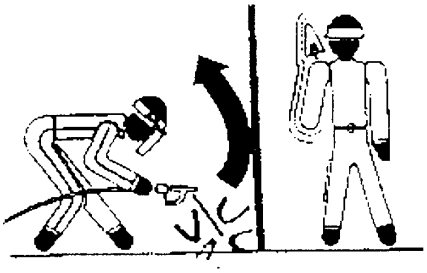
CORRECTO



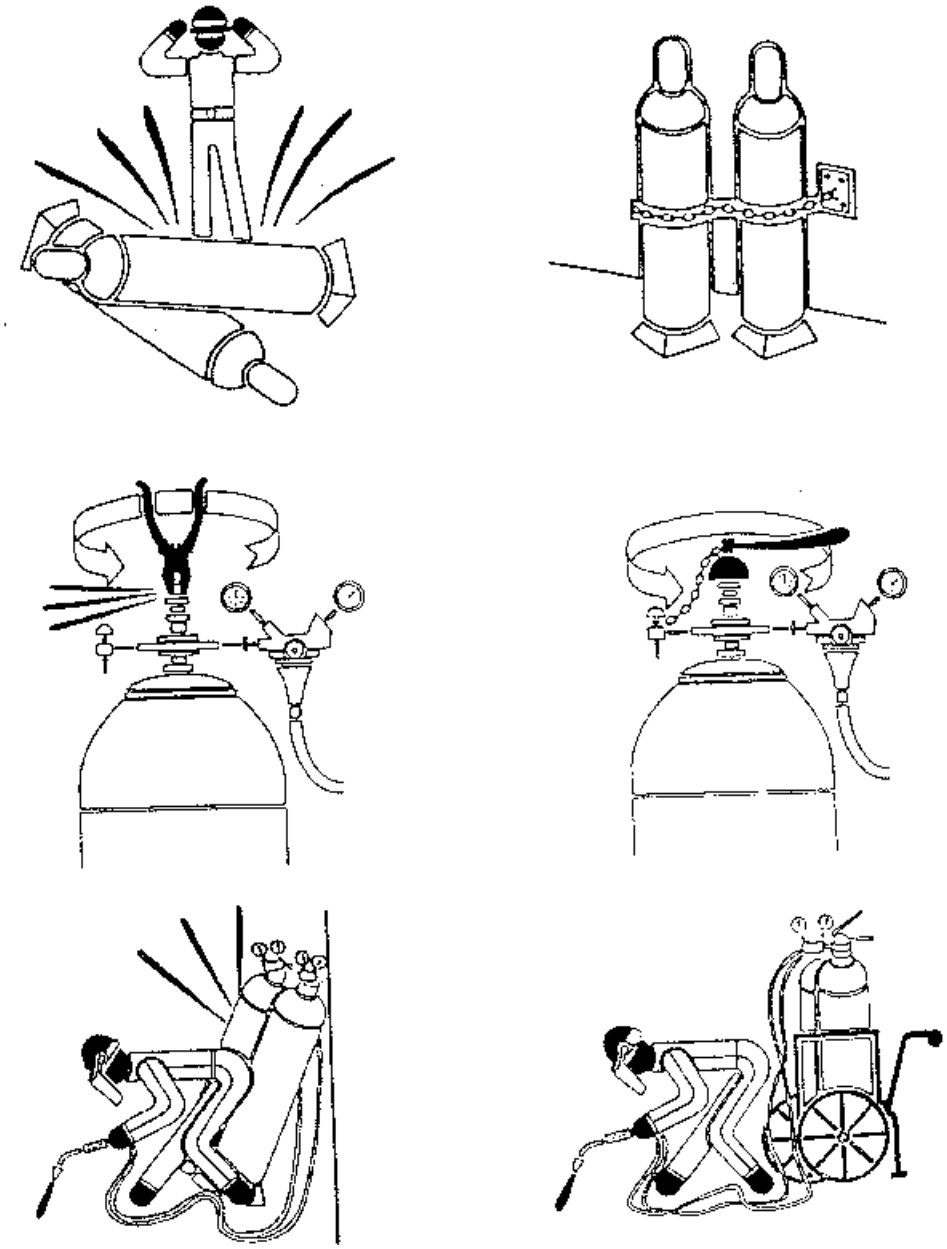




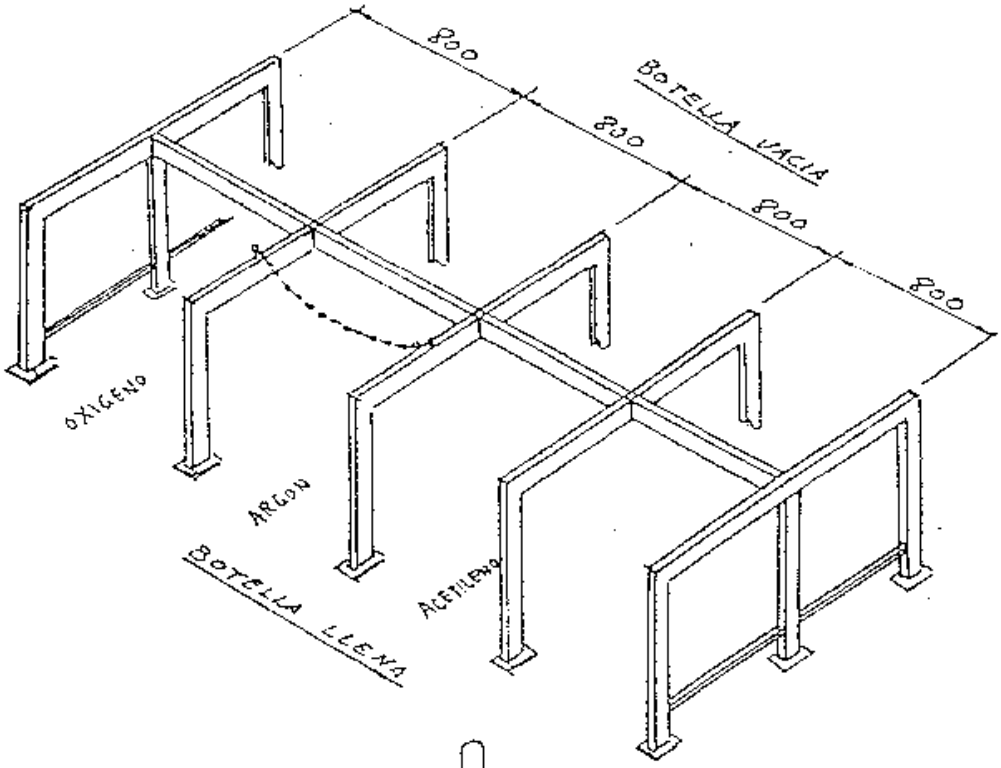


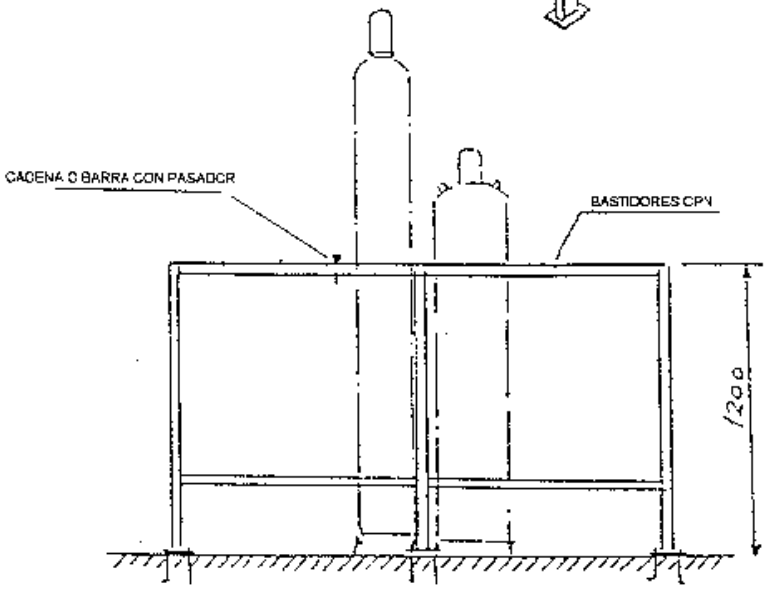


MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I)



MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (II)





CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA

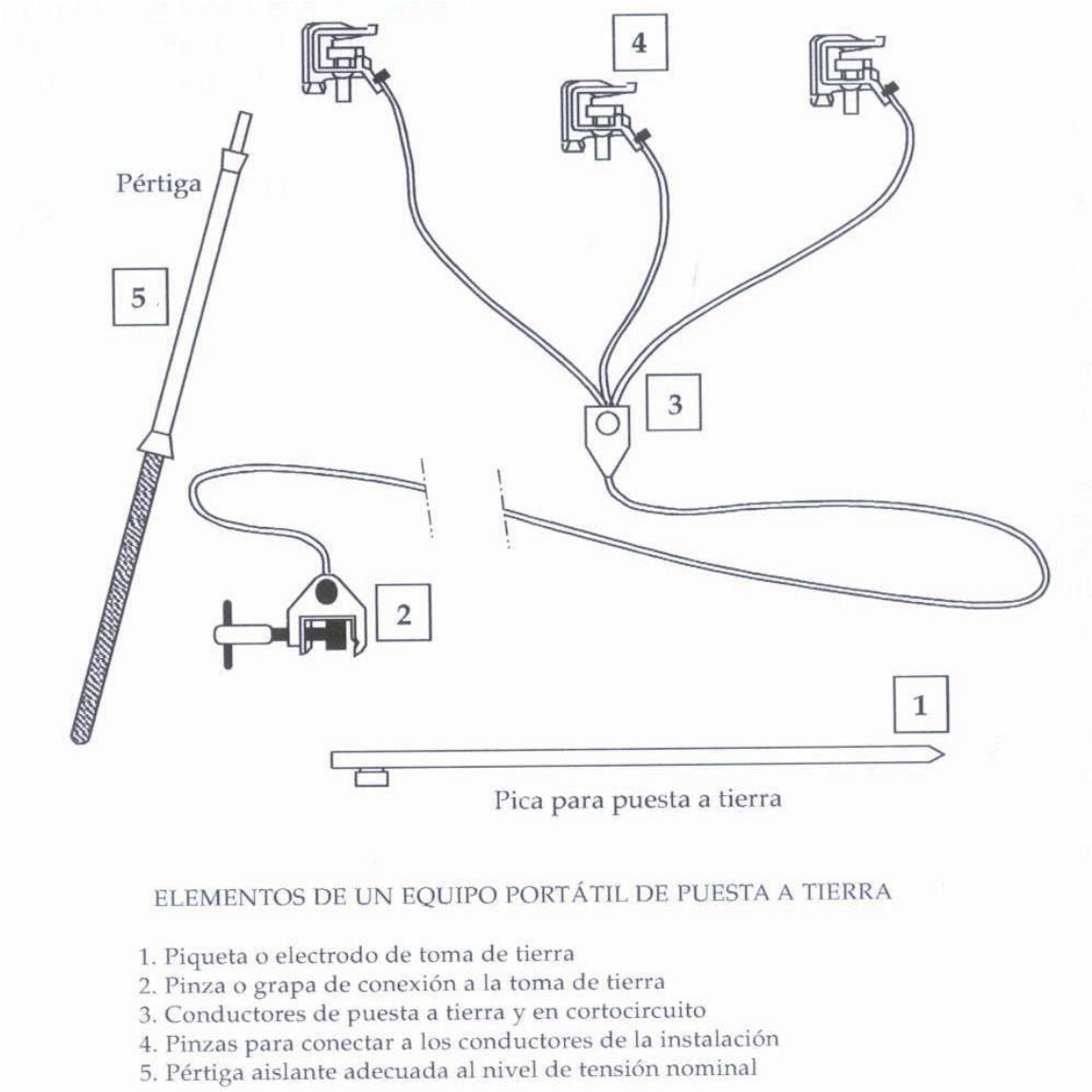
NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTES

LEVES	GRAVES

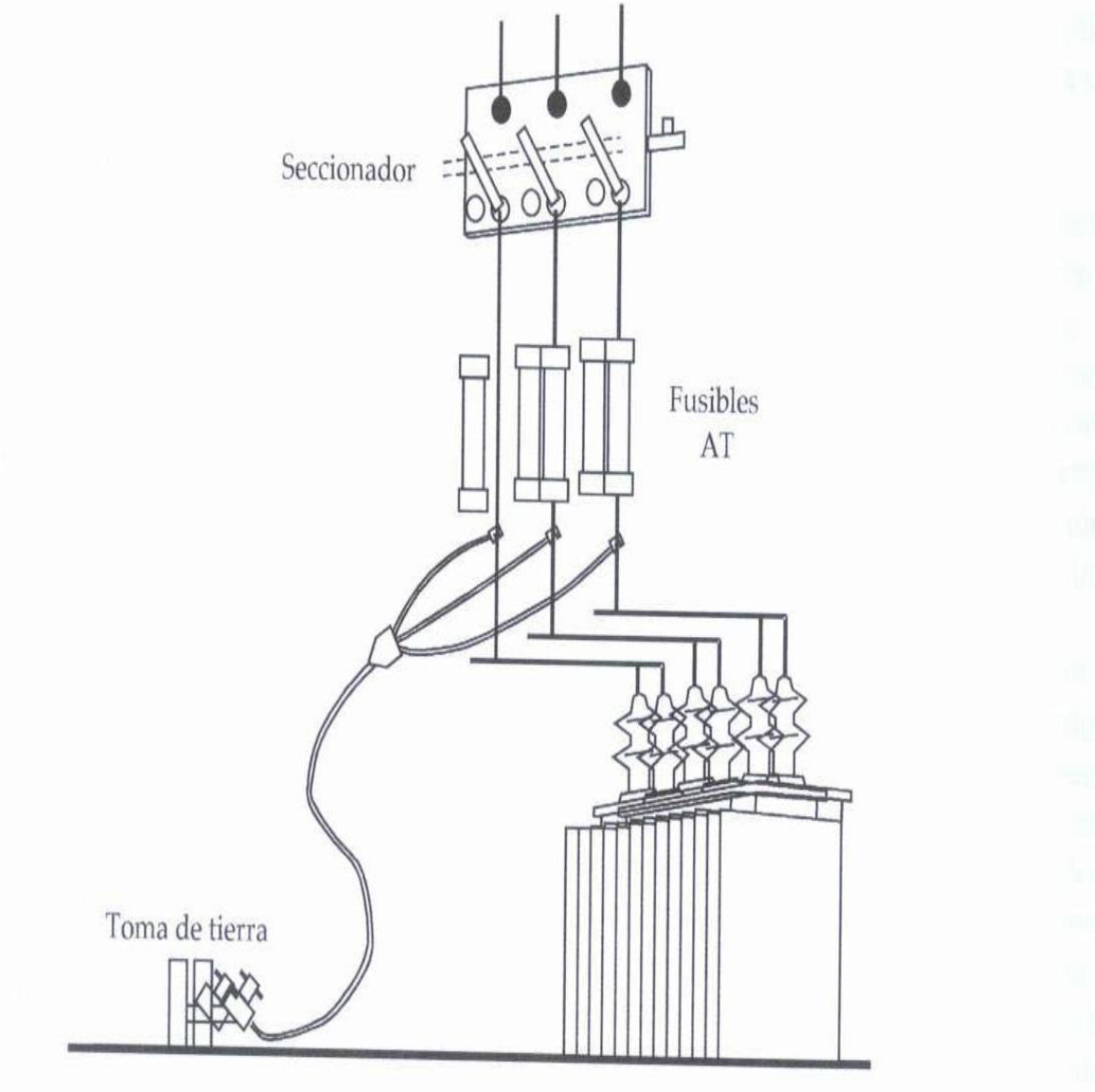
TELEFONOS DE URGENCIA

HOSPITAL	DELEGACION	POLICIA
SERVICIO MEDICO	JEFE DE OBRA	BOMBEROS
AMBULANCIA	JEFE ADMTVO	

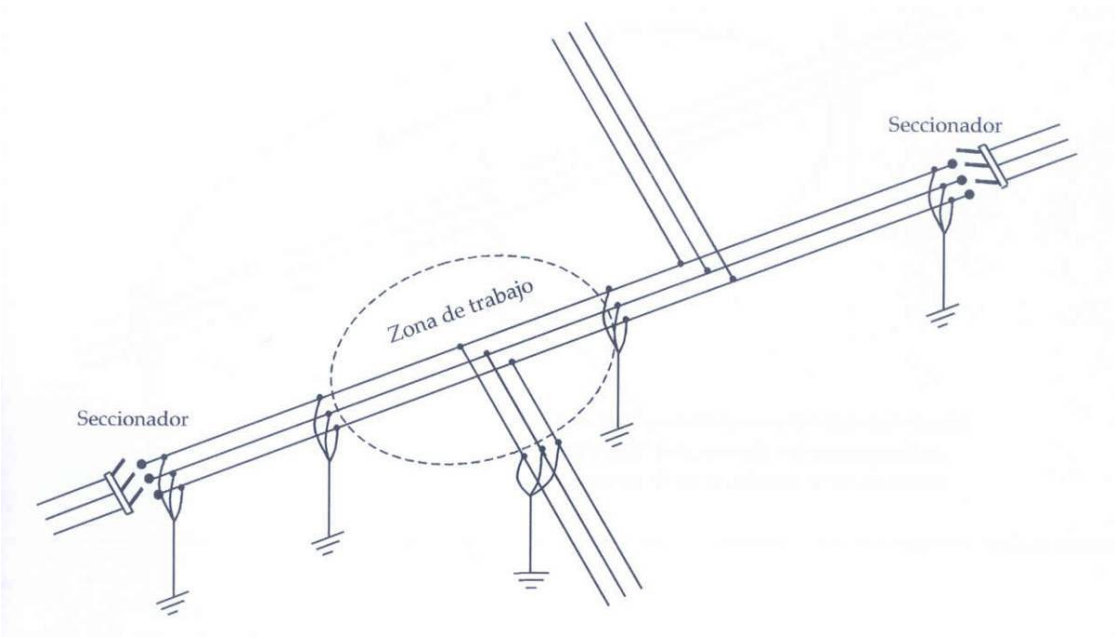
CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTATILES



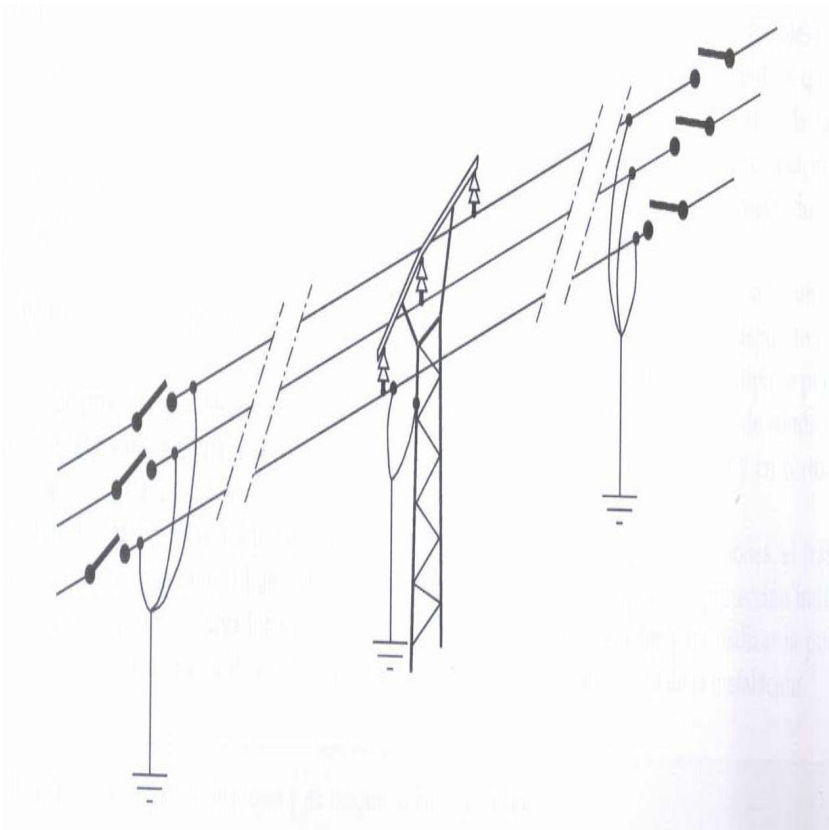
CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



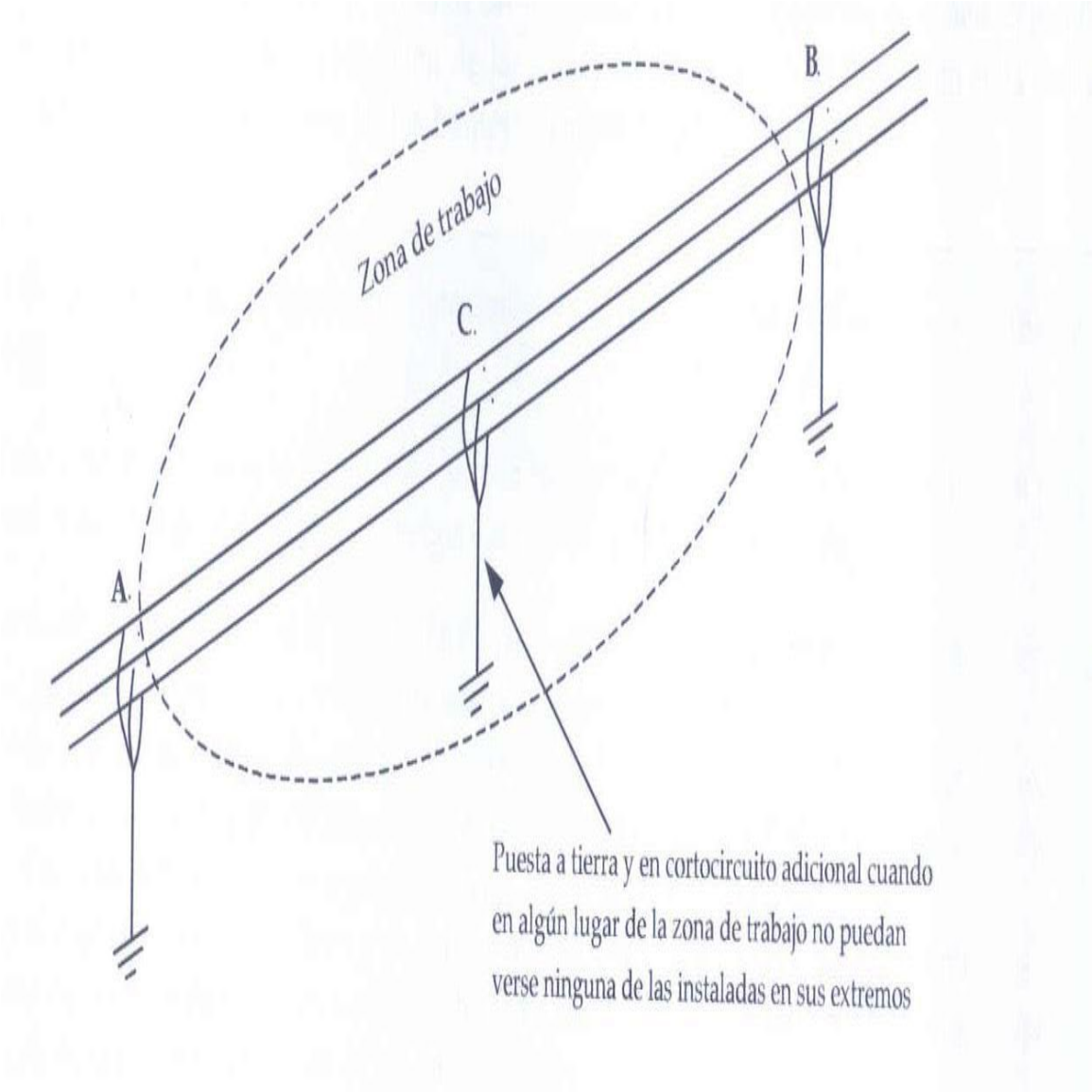
CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III



12. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD

Partidas relativas a las protecciones de los trabajadores relativas a la seguridad y salud en obras. Incluye protecciones de carácter colectivo e individual.

SUBCAPÍTULO 05.01 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Elementos de seguridad de protección individual de los trabajadores de la planta solar y sus infraestructuras de evacuación.

05.01.01	u	Casco de seguridad homologado			
			20,00	5,76	115,20
05.01.02	u	Casco de seguridad clase E-AT para AT			
			5,00	7,78	38,90
05.01.03	u	Casco de seguirdad clase E-AT aislante con pantalla			
			5,00	13,72	68,60
05.01.04	u	Ropa de trabajo bicolor alta visibilidad			
			20,00	41,23	824,60
05.01.05	u	Traje impermeable de alta visibilidad			
			10,00	43,99	439,90
05.01.06	u	Par de botas de seguridad			
			20,00	15,83	316,60
05.01.07	u	Par de botas aislantes BT			
			20,00	22,87	457,40
05.01.08	u	Par de botas impermeables			
			20,00	16,50	330,00
05.01.09	u	Gafas contra impactos mecánicos			
			20,00	2,88	57,60
05.01.10	u	Gafas poralizadas			
			20,00	9,15	183,00
05.01.11	u	Anorak amarillo de alta visibilidad			
			10,00	55,19	551,90
05.01.12	u	Pares de guantes de seguridad anticorte			
			20,00	2,52	50,40
05.01.13	u	Arnés de seguridad anticaidas			
			5,00	62,20	311,00
05.01.14	u	Guantes aislante clase 00			
			20,00	10,97	219,40
05.01.15	u	Guantes aislante clase III			
			5,00	54,88	274,40
05.01.16	u	Ropa innífuga y contra arco eléctrico			
			10,00	91,48	914,80
05.01.17	u	Pantalla de soldador			

			5,00	22,87	114,35
05.01.18	u	**Mascarilla antipolvo 50 ud**			
			20,00	2,74	54,80
05.01.19	u	**Guantes anticorte**			
			20,00	5,49	109,80
05.01.20	u	**Chaleco reflectante**			
			20,00	2,74	54,80
05.01.21	u	**Faja lumbar**			
			20,00	7,32	146,40
05.01.22	u	**Cinturon portaherramientas**			
			20,00	4,58	91,60
05.01.23	u	**Cinturón de seguridad de sujeción**			
			3,00	178,76	536,28
05.01.24	u	**Cuerda dispositivos anticaidas**			
			3,00	8,70	26,10
05.01.25	u	**Pertiga de fibra acoplable**			
			2,00	350,00	700,00
05.01.26	u	**Dispositivos anticaidas**			
			3,00	188,69	566,07
05.01.27	u	**Ganchos con cierres de seguridad**			
			2,00	320,27	640,54
05.01.28	u	**Protectores auditivos**			
			20,00	3,20	64,00
05.01.29	u	**Mascarillas higiénicas 50 ud**			
			10,00	11,43	114,30
		TOTAL SUBCAPÍTULO 05.01 PROTECCIONES INDIVIDUALES..			**8.372,74**

SUBCAPÍTULO 05.02 PROTECCIONES COLECTIVAS

Elementos de seguridad colectivos principalmente de tipo balizamiento y señales, incluidos soportes y anclajes. Incluos protecciones eléctricas de cuadros temporales.

05.02.01	u	Señal de seguridad de advert. de caidas al mismo nivel	20,00	11,03	220,60
05.02.02	u	S.S de advertencia de caidas a distinto nivel	20,00	11,03	220,60
05.02.03	u	S.S. de obligatoriedad de protección de pies	20,00	11,03	220,60
05.02.04	u	S.S. de obligatoriedad de proteccion de manos	20,00	11,03	220,60
05.02.05	u	S.S. de obligatoriedad de proteccion de vista	20,00	11,03	220,60
05.02.06	u	S.S. de obligatoriedad de proteccion de cabeza	20,00	11,03	220,60
05.02.07	u	S.S. de advertencia de riesgo eléctrico	20,00	11,03	220,60
05.02.08	u	S.S. de advertencia de cargas suspendidas	20,00	11,03	220,60
05.02.09	u	S.S. de advertencia de golpes por máquinas	20,00	11,03	220,60
05.02.10	u	S.S. de advertencia de circulación de máquinas	20,00	11,03	220,60
05.02.11	u	S.S. de advertencia de no transporte de personas en carretillas	20,00	11,03	220,60
05.02.12	u	S.S. de advertencia de peligro de arrollamiento	20,00	11,03	220,60
05.02.13	u	S.S. de advertencia de caida de objetos	20,00	11,03	220,60
05.02.14	u	Cinta delimitadora zona de trabajo	500,00	0,47	235,00
05.02.15	u	Banda de balizamiento de gálibo reflectante	200,00	2,19	438,00
05.02.16	u	Extintor polvo polivalente, incl. soporte	10,00	59,55	595,50
05.02.17	u	Tomas de tierra y sobretensiones de inst. eléctricas temporales	1,00	525,01	525,01

05.02.18	u	**Línea de luces amarillas fijas**			
			10,00	10,97	109,70
05.02.19	u	**Cono de balizamiento**			
			10,00	6,14	61,40
05.02.20	u	**Baliza luminosa intermitente**			
			10,00	10,97	109,70
05.02.21	u	**Balizamiento metálico zonas de trabajo**			
			15,00	30,36	455,40
05.02.22	u	**Barandilla seguridad 0,90 m de altura**			
			10,00	29,80	298,00
05.02.23	u	**Protecciones diferenciales y cortocircuitos, de alta sensibilida**			
			1,00	490,85	490,85
		TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 PROTECCIONES COLECTIVAS.....			**6.186,36**

SUBCAPÍTULO 05.03 MEDICINA PREVENTIVA

Equipos de curas básicos y de primeros auxilios a instalar en obras. Incluye partida para gestión y promoción de la salud.

05.03.01	u	**Botiquín**			
		Botiquín de primeros auxilios para obra, suministrado e instalado conforme a la normativa vigente de seguridad y salud laboral. Equipado con material sanitario básico para la atención inmediata de accidentes leves, incluyendo apósitos, vendas, gasas estériles, desinfectantes, guantes desechables, tijeras y demás elementos de cura. Ubicado en zona accesible y debidamente señalizada, garantizando su disponibilidad durante toda la ejecución de los trabajos. Incluye reposición inicial del material y mantenimiento de las condiciones de uso exigidas por la normativa de prevención de riesgos laborales			
			2,00	157,50	315,00
05.03.02	u	**Equipos de primeros auxilios**			
		Equipos de primeros auxilios para obra, consistentes en el suministro y disponibilidad de los medios necesarios para la atención inmediata de accidentes durante la ejecución de los trabajos. Incluyen material sanitario básico, elementos de inmovilización, mantas de emergencia, equipos de protección para intervinientes y demás recursos exigidos por el Plan de Seguridad y Salud. Los equipos estarán ubicados en lugares accesibles, correctamente señalizados y en condiciones adecuadas de conservación y uso. Incluye revisión periódica y reposición de consumibles durante el periodo de ejecución de la obra.			
			2,00	1.312,53	2.625,06
05.03.03	u	**Promoción y Gestión de la Prevención**			
		Promoción y gestión de la prevención de riesgos laborales en la obra, comprendiendo la planificación, coordinación y seguimiento de las medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores durante la ejecución de los trabajos. Incluye la implantación y control de los procedimientos de trabajo seguro, información y sensibilización del personal, coordinación de actividades empresariales, supervisión del cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud y gestión de la documentación preventiva exigida por la normativa vigente. Asimismo, contempla la realización de inspecciones periódicas y la adopción de medidas correctoras para minimizar los riesgos laborales asociados a la obra.			
			3,00	892,52	2.677,56
		TOTAL SUBCAPÍTULO 05.03 MEDICINA PREVENTIVA.....			**5.617,62**
		TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD.....			**20.176,72**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

"HIB LAS CRUCES"

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

PROYECTO TÉCNICO | DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6 | [B-02.855.062] Ronda del Pilar 5, Piso 3, 06002 Badajoz

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
5	SEGURIDAD Y SALUD		20.176,72	100,00
-05.01	-PROTECCIONES INDIVIDUALES	8.372,74		
-05.02	-PROTECCIONES COLECTIVAS	6.186,36		
-05.03	-MEDICINA PREVENTIVA	5.617,62		
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		20.176,72	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		20.176,72	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		20.176,72	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de VEINTE MIL CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

El presupuesto del presente estudio de seguridad y salud se encuentra detallado en el **CAPÍTULO 05**, del documento de **PRESUPUESTOS Y MEDICIONES,** siendo la cantidad total presupuestada para este capítulo de **VEINTE MIL CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS, CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS (20.176,72 €)**

13. CONCLUSIÓN

Con este documento, y con el capítulo correspondiente del presupuesto relativo, se consideran justificadas las medidas, protecciones y actuaciones necesarias, en materia de **SEGURIDAD Y SALUD,** para los trabajos de construcción necesarios de las instalaciones para la **HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HIB LAS CRUCES I", MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MÓDULO DE BATERÍAS DE ION-LITIO, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA (CÁCERES).**

En Fuente del Maestre (Badajoz), a julio de 2026

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Pedro Antonio López Rodríguez

Colegiado nº 724 del C.O.I.I.EX. de Extremadura

DOCUMENTO V:

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

CAPÍTULO 01 INSTALACIONES DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

Tareas necesarias para llevar a cabo la ejecución del Módulo de Almacenamiento de Energía mediante Baterías de Ion-Litio en los terrenos seleccionados, según el diseño realizado en proyecto técnico.
Incluye suministro de materiales y equipos para la implantación de las instalaciones eléctricas y auxiliares que componen la planta de almacenamiento en estudio.
Incluye alquiler de edificios e instalaciones temporales de obras, así como la mano de obra necesaria para la ejecución de las actuaciones proyectadas.

SUBCAPÍTULO 01.01 ACTUACIONES PREVIAS

Actividades previas de preparación del suelo afectado, para la implantación de la Planta Eléctrica de Almacenamiento y el resto de infraestructuras, de las instalaciones de obra civil, eléctricas y auxiliares. Incluye instalaciones de uso temporal para las obras de construcción.

APARTADO 01.01.01 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Limpieza y desbroce del terreno hasta una profundidad máxima de 10 cm, incluso talado, destoconado de arbolado, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero, terminado.

01.01.01.01	m²	**Limpieza, Desbroce, Transporte y Tratamiento de Herbicidas**					
		Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica y el resto de infraestructuras que componen la instalación pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión					
		5138,686		5.138,69			
					5.138,69	1,31	6.731,68

TOTAL APARTADO 01.01.01 PREPARACIÓN DEL TERRENO..... 6.731,68

APARTADO 01.01.02 TOPOGRAFÍA

Topografía del terreno actuado mediante replanteo en campo de superficie actuada y marcado de ubicación de todos los elementos de la instalación.

01.01.02.01	m²	**Trabajos de Topográficos sobre el Terreno**					
		Trabajos profesionales de topógrafo para preparación del terreno, incluyendo geoposicionamiento de elementos principales y mediciones para la correcta ubicación de los componentes de la instalación antes del comienzo de la fase de implantación de equipos y redes eléctricas.					
		5138,686		5.138,69			
					5.138,69	1,81	9.301,03

TOTAL APARTADO 01.01.02 TOPOGRAFÍA..... 9.301,03

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

APARTADO 01.01.03 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Trabajos de adecuación del terreno mediante medios mecánicos y manuales, para instalación de edificios y equipos que conforman las instalaciones proyectadas, así como de viales, aparcamientos y accesos de las mismas.

01.01.03.01 **m² Camino perimetral de Planta de Almacenamiento**

Trabajos de adecuación y regularización del terreno mediante medios mecánicos para posterior ejecución de caminos internos de la instalación de almacenamiento de energía. Incluye las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

					1.003,38	2,60	2.608,79

01.01.03.02 **m² Zanjas de Circuitos Eléctricos Interiores BT**

Trabajos de adecuación y regularización del terreno mediante medios mecánicos, para apertura de zanjas de circuitos eléctricos de interconexión de equipos en BT de la instalación de almacenamiento de energía, y también para suministro de servicios auxiliares y redes de telecomunicaciones, incluido las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

Nivel 1		250		250,00		
Nivel 2		358		358,00		
SSAA y FO		187,2		187,20		
					795,20	2,60	2.067,52

01.01.03.03 **m² Zanjas de Circuitos Eléctricos Interiores MT**

Trabajos de adecuación y regularización del terreno mediante medios mecánicos, para apertura de zanjas de circuitos eléctricos de interconexión de equipos en MT de la instalación de almacenamiento de energía, incluido las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

					105,00	2,60	273,00

01.01.03.04 **m² Zanjas de Líneas de Conexión MT**

Trabajos de adecuación y regularización del terreno mediante medios mecánicos, para apertura de zanjas de línea eléctrica de conexión con la hibridación, del módulo de almacenamiento de energía proyectado, incluido las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

					187,33	2,60	487,06

01.01.03.05 **m² Zona de Trabajo Pavimentada**

Trabajos de adecuación y regularización del terreno mediante medios mecánicos para posterior ejecución de zona de trambajo pavimentada de paso para tareas de operación y mantenimiento de los equipos del sistema de almacenamiento de energía. Incluye las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

					4.155,30	2,60	10.803,78

01.01.03.06 **m² Zona de Instalación de Equipos de Sistema de Almacenamiento**

Trabajos de adecuación y regularización del terreno mediante medios mecánicos para posterior instalación de containers de baterías, centros de transformación y otros equipos adicionales, que conforman los equipos del sistema de almacenamiento de energía. Incluye las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

					847,57	2,60	2.203,68

01.01.03.07 **m² Campamento de Obras y Almacenamiento Temporal**

Trabajos de adecuación del terreno mediante medios mecánicos, para habilitación de zona de campamento y almacenamiento de maquinaria, materiales y vehículos necesarios para la ejecución de las actividades de construcción de las instalaciones. Incluido las tareas de almacenamiento y transporte hasta punto de acopio y clasificación de los materiales sobrantes generados.

					1.802,67	2,60	4.686,94

TOTAL APARTADO 01.01.03 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO **23.130,77**

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

APARTADO 01.01.04 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Trabajos de desmonte y relleno de cualquier tipo de terreno con medios mecánicos y manuales, incluida su transformación en zahorra adecuada para la utilización del material como relleno y/o transporte de material sobrante a vertedero autorizado.

SUBAPARTADO 01.01.04.01 EXCAVACIÓN

01.01.04.01.01	**Nivelación del Terreno**	m³							
	Trabajos de desmonte de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación para ejecución de las instalaciones. Incluye la transformación en zahorra del terreno extraído, para su posterior reutilización como material de relleno.								
							363,87	8,03	2.921,88
01.01.04.01.02	**Regularización Superficial para Cimentaciones**	m³							
	Trabajos de desmonte de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, para regularización superficial del terreno, para posterior cimentación de los equipos necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones de la planta de almacenamiento. Incluye la transformación en zahorra del terreno extraído, para su posterior reutilización como material de relleno.								
							224,79	8,03	1.805,06
01.01.04.01.03	**Ejecución de Zanjas Eléctricas Internas BT/MT**	m³							
	Trabajos de desmonte de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación, para ejecución de las zanjas de los circuitos eléctricos de BT/MT internas de interconexión de equipos eléctricos de la planta de almacenamiento. Incluye la transformación en zahorra del terreno extraído, para su posterior reutilización como material de relleno.								
							745,72	3,40	2.535,45
01.01.04.01.04	**Ejecución de Zanja de Línea Subterránea MT de Conexión**	m³							
	Trabajos de desmonte de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación, para ejecución de la zanja de la Línea Subterránea de Conexión de MT entre el centro de transformación de la planta de almacenamiento con el centro de seccionamiento. Incluye la transformación en zahorra del terreno extraído, para su posterior reutilización como material de relleno.								
							94,32	3,40	320,69
01.01.04.01.05	**Ejecución de Caminos Internos y Otras Zonas de Trabajo**	m³							
	Trabajos de desmonte de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación, para ejecución de los caminos internos y la zona de trabajo pavimentada de la planta de almacenamiento. Incluye la transformación en zahorra del terreno extraído, para su posterior reutilización como material de relleno.								
							50,16	8,03	402,78

TOTAL SUBAPARTADO 01.01.04.01 EXCAVACIÓN..... 7.985,86

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBAPARTADO 01.01.04.02 RELLENO								
01.01.04.02.01	**Nivelación del Terreno**	m³							
	Trabajos de relleno y compactación de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación para ejecución de las instalaciones.								
							270,58	12,98	3.512,13
01.01.04.02.02	**Regularización Superficial para Cimentaciones**	m³							
	Trabajos de relleno y compactación de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, para regularización superficial del terreno, para posterior cimentación de los equipos necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones de la planta de almacenamiento.								
							78,51	12,98	1.019,06
01.01.04.02.03	**Ejecución de Zanjas Eléctricas Internas BT/MT**	m³							
	Trabajos de relleno y compactación de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación, para ejecución de las zanjas de los circuitos eléctricos de BT/MT de interconexión de equipos y edificios de la planta de almacenamiento.								
							708,44	5,85	4.144,37
01.01.04.02.04	**Ejecución de Zanja de Línea Subterránea MT de Conexión**	m³							
	Trabajos de relleno y compactación de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación, para ejecución de la zanja de la Línea Subterránea de Conexión de MT entre el centro de transformación de la planta de almacenamiento con el centro de seccionamiento existente de la planta solar fotovoltaica.								
							84,89	5,85	496,61
01.01.04.02.05	**Caminos Internos y Otras Zonas de Trabajo**	m³							
	Trabajos de relleno y compactación de cualquier tipo de terreno, mediante el uso de maquinaria, hasta alcanzar el nivel de cota del terreno deseado de la superficie de actuación para ejecución de viales internos para tareas de construcción y mantenimiento de las instalaciones.								
							225,71	12,98	2.929,72
	TOTAL SUBAPARTADO 01.01.04.02 RELLENO.....								**12.101,89**
	TOTAL APARTADO 01.01.04 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....								**20.087,75**

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

APARTADO 01.01.05 CIMENTACIONES

Trabajos de cimentación para bases de edificios y equipos que conforman las instalaciones proyectadas. Incluye suministro del material de cualidades definidas por los fabricantes. Incluye vertido de hormigón de limpieza, encofrado y vibrado de hormigón armado.

01.01.05.01 **m³ Zanjas reforzadas de líneas eléctricas**

Dados de hormigón para zanjas de líneas eléctricas de tipología reforzada, para pasos bajo caminos y demás situaciones requeridas por seguridad.

							1,50	95,09	142,64

01.01.05.02 **m³ Zona de Trabajo Pavimentada**

Pavimento con acabado fino superior, de mortero cementoso o material técnico equivalente, con acabado superficial impermeable de la zona de trabajo no ocupada por cimentaciones de equipos.

							20,78	95,09	1.975,97

01.01.05.03 **m³ Equipos de Sistema de Almacenamiento**

Cimentación mediante zapatas aisladas indivuduales de hormigón armado de contaniers y skid del sistema de almacenamiento. Cimentación mediante losa contina para racks de inversores y casetas de telecomunicaciones y UPS. Cimentación mediante losa armada para caseta de transformadores de SSAA Dimensiones y materiales establecidos en fichas técnicas de instalación del fabricante.

Containers baterías		82,366				82,37			
Estaciones de potencia		13,048				13,05			
Racks de inversores		28,652				28,65			
Casetas trafos SSAA		4,525				4,53			
Casetas teleco y UPS		2,641				2,64			
							131,24	95,09	12.479,61

TOTAL APARTADO 01.01.05 CIMENTACIONES..... 14.598,22

APARTADO 01.01.06 INSTALACIONES TEMPORALES PARA OBRAS

Alquiler de edificios prefabricados de obra para instalación temporal durante fase de construcción de la planta de almacenamiento. Incluye alquiler de instalaciones eléctricas y de saneamiento temporales.

01.01.06.01 **mes Alquiler de Edificios Temporales**

Alquiler de casetas de obras, incluyendo oficinas, vestuarios, aseos y almacenes. Edificios prefabricados tipo containers marítimos en diferentes tamaños según necesidades. A alquilar durante la realización de la obra.

							6,00	2.622,36	15.734,16

01.01.06.02 **mes Alquiler Instalaciones Temporales**

Alquiler de instalaciones temporales para obras, incluyendo montaje y desmontaje en el lugar de campamento. Incluye instalaciones de electricidad, climatización, proteccion contra incendios, fontanería y sanemiento. Incluido gestión de resiudos generados en la zona de campamento. A alquilar durante la realización de la obra.

							6,00	1.835,66	11.013,96

TOTAL APARTADO 01.01.06 INSTALACIONES TEMPORALES PARA OBRAS 26.748,12

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 ACTUACIONES PREVIAS..... 100.597,57

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 01.02 EQUIPOS ELÉCTRICOS Y AUXILIARES

Equipos eléctricos y auxiliares que forman parte del propio sistema de almacenamiento de energía, de la Planta de Almacenamiento en baterías de ion-litio proyectada.

APARTADO 01.02.01 CONTAINERS DE BATERÍAS (ESS)

Suministro, montaje y puesta en funcionamiento de contenedor smart de racks de baterías de almacenamiento de energía con refrigeración líquida LUNA2000-5015-2S del fabricante HUAWEI o utro de similares características técnicas, con capacidad de almacenamiento bruta de 5.015 kWh distribuidos en packs de baterías de litio ferrofosfato.

01.02.01.01 u **Contenedor smart baterías LUNA2000-5015-2S**

Suministro, transporte y descarga hasta la obra de contenedor Smart ESS de 20' para ubicación de racks de baterías de litio LFP de energía con refrigeración líquida LUNA2000-5015-2S del fabricante HUAWEI o utro de similares características técnicas, con capacidad de almacenamiento bruta de 5.015 kWh, rango de tensión de funcionamiento DC de 1131-1500 V, potencia nominal de hasta 2.507,5 kV y capacidad Grid Forming. ESS altamente integrado para fácil transporte y O&M, incluye 12 racks de almacenamiento, con 4 packs de baterías de LFP de 104 celdas y 314 Ah/104,49 kW por cada rack. Equipos para limitación de corrientes de falta, gestión de seguridad del circuito eléctrico de DC, incluye protección contra rotura rápida y antiarco, refrigeración líquida inteligente que garantiza una mayor eficiencia y vida útil de las baterías, rápido monitoreo de estado de las baterías y registro de localización de fallas y prealarmas, incluye sistema contra incendios formado por FACP, FK5112, detector de gases inflamables, detector de humos, detector térmico, Sirena luminosa, Señal de alarma, Señal de advertencia, Botón de interrupción de extintor, sistema de ventilación, puerto de alivio de presión, dispositivo de inicio de emergencia y conmutación automática manual (predeterminado), rociadores, respiradero antiexplosión, aerosol (opcional) y sistema de inundación mediante agua para extinción (opcional). Certificación según normas RoHS, IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, IEC62933-5-2, UL9540A, IEC62619, UN38.3 o equivalentes.

	35			35,00		
					35,00	215.000,00	7.525.000,00

01.02.01.02 u **Instalación de contenedor de baterías**

Montaje en zona de actuación según diseño constructivo, incluyendo conexión y puesta en funcionamiento de los equipos de baterías ESS. Instalación según REBT, Intrucciones técnicas complementarias y normas UNE de aplicación.

	35			35,00		
					35,00	5.500,00	192.500,00

TOTAL APARTADO 01.02.01 CONTAINERS DE BATERÍAS 7.717.500,00

APARTADO 01.02.02 ESTACIONES DE POTENCIA (PWS)

Suministro, transporte, colocación, conexionado y puesta en marcha de Estación Transformadora Inteligente Huawei modelo JUPITER-9000K-H0 u otro equipo de similares características técnicas.

01.02.02.01 u **Estación transformadora JUPITER-9000K-H0**

Suministro, transporte y descarga hasta la obra de skid smart de transformación de potencia (Power Station PWS) smart modelo JUPITER-9000K-H0 del fabricante HUAWEI o otro de similares características técnicas, integrado en contenedor ISO 20' HC prefabricado. Con una potencia de transformación máxima de 9.000 kVA a una temperatura de 40ºC, relación de tensión de transformación 35-0,8 kV y hasta 44 entradas de circuitos de baja tensión. Incluye transformador Dy11-y11 ONAN, cabina de baja tensión con cuadros de protección, cabina de media tensión con celdas de protección de línea y celda de protección de transformador aisladas en gas SF6 modelo 8DJH36 o similares, transformador de SSAA de 5 kVA y circuitos de salida para alimentación de casetas de servicios auxiliares DTS. Incluye equipos de protección interior contra incendios y sistema de comunicaciones Modbus TCP integrado con SmartACU2000D. Certificación según normas IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1 u otras similares de aplicación.

	5			5,00		
					5,00	225.000,00	1.125.000,00

01.02.02.02 u **Montaje de estación de potencia**

Montaje en zona de actuación según diseño constructivo, incluyendo conexión y puesta en funcionamiento de las estaciones de potencia PWS. Instalación según normas REBT, RAT, Intrucciones técnicas complementarias y normas UNE de aplicación.

	5			5,00		

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							5,00	9.500,00	47.500,00
	TOTAL APARTADO 01.02.02 ESTACIONES DE POTENCIA								**1.172.500,00**

APARTADO 01.02.03 INVERSORES DE ALMACENAMIENTO (PCS)

Suministro, transporte, instalación, conexionado, configuración y puesta en marcha de Convertidor de Potencia Inteligente (PCS) Huawei modelo LUNA2000-200KTL-H1 u otro similar, destinado a sistemas de almacenamiento energético en plantas fotovoltaicas y aplicaciones de red.

01.02.03.01 **Inversor LUNA2000-200KTL-H1**

Suministro, transporte y descarga hasta la obra de inversor smart bideccional modelo LUNA2000-KTL-H1 del fabricante HUAWEI, u otro de similares características técnicas. Equipo bidireccional de conversión CC/CA, de potencia nominal 200 kW a una temperatura de 40ºC, tecnología sin transformador, tensión continua nominal de 1.180 V y tensión máxima de 1.500 V, con rendimiento máximo del 99 % . Preparado para operación conectada a red y funcionamiento en modo isla (Grid Forming), incluyendo capacidad de arranque autónomo (Black Start), regulación de potencia activa y reactiva, funcionamiento con cargas desequilibradas mediante transformador asociado y control avanzado de calidad de red.
Incluye protecciones integradas contra sobreintensidades en corriente alterna, inversión de polaridad en corriente continua, detección de aislamiento, protección diferencial residual y descargadores de sobretensión tipo II tanto en corriente continua como alterna. Equipado con comunicaciones Ethernet, interfaz WLAN mediante aplicación móvil, indicadores LED de estado y puertos de mantenimiento USB. Dispone de sistema de refrigeración inteligente por aire forzado, grado de protección IP66 para instalación exterior, protección anticorrosiva C5-Medium y aptitud para funcionamiento en condiciones ambientales exigentes con temperaturas entre -25 °C y +60 °C y altitudes de hasta 4.000 m sin pérdida de prestaciones.
Certificación según normas RoHS, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61683, VDE 4120, EN 50549 y otras de aplicación.

		210				210,00			
							210,00	5.575,00	1.170.750,00

01.02.03.02 **Sistema de montaje PCS 2000HA**

Suministro y transporte hasta la obra de sistema modular de soporte Huawei PCS2000HA Mounting System, diseñado para la implantación de convertidores de potencia (PCS) Huawei en instalaciones de almacenamiento energético a gran escala. Estructura metálica autoportante fabricada en acero galvanizado de alta resistencia, preparada para instalación exterior y diseñada para soportar condiciones ambientales severas, garantizando la correcta disposición mecánica, ventilación, accesibilidad y mantenimiento de los equipos asociados.
El sistema estará configurado para albergar hasta seis (6) convertidores Huawei LUNA2000-200KTL-H1 por rack, incluyendo todos los elementos estructurales necesarios para su fijación, soportación y alineación, así como tornillería, anclajes, herrajes y accesorios de montaje. El diseño modular permitirá la ampliación de la capacidad instalada mediante la incorporación de nuevos racks sin afección a las unidades existentes, facilitando la ejecución escalable de sistemas BESS (Battery Energy Storage System).

		35				35,00			
							35,00	3.300,00	115.500,00

01.02.03.03 **Montaje de inversores en racks**

Montaje en zona de actuación según diseño constructivo, incluyendo conexión y puesta en funcionamiento de inversores bideccionales en racks de montaje. Instalación según REBT, Intrucciones técnicas complementarias y normas UNE de aplicación.
La partida comprende el replanteo, ensamblaje mecánico, nivelación, anclaje a cimentación o bancada, montaje de equipos, verificación dimensional, comprobación de aprietes según especificaciones del fabricante y entrega totalmente instalada y preparada para el conexionado eléctrico de los PCS asociados a los racks.
El montaje en la estructura deberá garantizar la adecuada separación entre equipos PCS para optimizar la disipación térmica, permitir las operaciones de inspección y mantenimiento, y asegurar el cumplimiento de las exigencias mecánicas y de seguridad establecidas por el fabricante Huawei para sistemas de almacenamiento energético de gran escala.
Incluye también el conexionado eléctrico en corriente continua y alterna, parametrización, pruebas funcionales, verificación de comunicaciones, documentación técnica, ensayos de puesta en servicio y entrega totalmente instalada, configurada y en correcto funcionamiento de los inversores.

		35				35,00			

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							35,00	500,00	17.500,00
	TOTAL APARTADO 01.02.03 INVERSORES DE								**1.303.750,00**

APARTADO 01.02.04 DISTRIBUCIÓN SSAA, TELEC. Y CONTROL (DTS, MTS y PMS)

Suministro, transporte, instalación y puesta en servicio de Casetas de Servicios Auxiliares (DTS) y de Sistemas de Telecomunicaciones y UPS (MTS). Incluye equipos de control operativo e integración con BMS, PCS, SCADA y comunicaciones.

01.02.04.01 u Caseta suministro SSAA DTS-200K-D0

Suministro, transporte y descarga de Caseta Transformación de Servicios Auxiliares Huawei modelo DTS-200K-D0, u otro equipo similar, destinado a la alimentación de servicios auxiliares del sistema de almacenamiento energético. Equipo compacto prefabricado equipado con transformador seco de distribución de 210 kVA, tensión de entrada 800 Vac y salidas de 400 Vac trifásica y 230 Vac monofásica para alimentación de consumos auxiliares, sistemas de control, comunicaciones, climatización, iluminación y servicios generales de planta. El transformador dispone de grupo vectorial Dyn11yn11, devanados de aluminio, clase de aislamiento H, regulación ±2 × 2,5 % y refrigeración forzada por aire (AF), garantizando elevada fiabilidad y eficiencia operativa.
La unidad incorpora cuadro de distribución de baja tensión con cinco interruptores automáticos de caja moldeada (MCCB), cada uno destinado a la alimentación de dos circuitos de salida, protecciones contra sobretensiones transitorias tipo II, protección térmica del transformador y sistema de supervisión mediante contactos secos para integración en sistemas de control y monitorización de planta. El cableado de entrada y salida se realiza por la parte inferior del equipo, facilitando la ejecución de canalizaciones y conexiones en campo.
El conjunto se suministra en envolvente metálica de exterior con grado de protección IP55, sistema de refrigeración inteligente de alta disponibilidad sin circulación cruzada de aire, apto para funcionamiento en condiciones ambientales severas, con temperaturas de operación entre -30 °C y +55 °C, humedad relativa de hasta el 95 % sin condensación y altitudes de servicio de hasta 4.000 m.
Certificación según las normas IEC 60076 e IEC 61439, u otras de aplicación.

		8				8,00			
							8,00	22.500,00	180.000,00

01.02.04.02 u Caseta Telec. y UPS MTS9000A

Suministro, transporte y descarga en zona de actuación de caseta técnica de telecomunicaciones y sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) para planta BESS, basada en solución Huawei MTS9000A o equivalente, destinada al alojamiento y protección de los equipos de comunicaciones, control, supervisión, automatización, ciberseguridad, redes industriales y sistemas auxiliares de alimentación de la instalación. La partida comprende el suministro completo de la caseta, sistema UPS dee 2 kVA y 2,4 kWh de capacidad para la alimentación de las cargas críticas, cuadros auxiliares, distribución eléctrica interior, sistema de climatización, iluminación, cableado interno y elementos de monitorización.
La caseta estará constituida por envolvente metálica modular de exterior fabricada con paneles tipo sándwich de alto aislamiento térmico, preparada para servicio permanente en condiciones ambientales severas. Dispondrá de cerradura de seguridad normalizada, acceso frontal para operación y mantenimiento, iluminación interior, sensores de supervisión y espacio destinado a la instalación de equipos de telecomunicaciones, electrónica de control, sistemas SCADA, switches industriales, equipos de comunicaciones, routers, sistemas de protección y alimentación ininterrumpida (UPS). La envolvente contará con grado de protección IP55 para garantizar la protección frente a la entrada de polvo y agua en instalaciones exteriores.
El sistema incorporará climatización y control térmico mediante equipos de aire acondicionado de corriente continua y/o sistemas termoeléctricos de alta eficiencia, alimentados a -48 Vdc, garantizando las condiciones ambientales adecuadas para el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos. La solución incluirá control de temperatura y humedad, así como capacidad para integrar sensores de intrusión, apertura de puerta, inundación, humo y condiciones ambientales para su supervisión remota.

		5				5,00			
							5,00	12.400,00	62.000,00

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.04.03	**Instalación de casetas auxilares**	u							
	Instalación mediante conexionado eléctrico y de comunicaciones, configuración, pruebas funcionales, integración con el sistema de control de planta, documentación técnica, puesta en marcha y entrega completamente instalada y operativa de las casetas de servicios auxilares según normativa de aplicación, entre otras REBT e Instrucciones Técnicas Complementarias. Incluye todos los medios auxiliares, accesorios y trabajos necesarios para su correcta implantación dentro de la infraestructura de alimentación se servicios auxilares, telecomunicaciones y control de la planta de almacenamiento energético (BESS), quedando la instalación totalmente terminada y en funcionamiento.								
		13				13,00			
							13,00	2.500,00	32.500,00
01.02.04.04	**Sistema Control Smart SPMS200**	u							
	Suministro, instalación, configuración y puesta en marcha de sistema centralizado de supervisión y control para planta de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS), basado en plataforma Huawei SPMS2000 Smart Plant Management System o equivalente. El sistema permitirá la monitorización en tiempo real, control operativo, adquisición y almacenamiento histórico de datos, gestión de alarmas, diagnóstico inteligente y análisis avanzado del rendimiento de la instalación. Incorporará arquitectura redundante de alta disponibilidad, servidores industriales, bases de datos especializadas, electrónica de comunicaciones y equipamiento de red integrado para la gestión segura de todos los equipos de la planta. Dispondrá de herramientas de supervisión gráfica, curvas históricas de operación, control secuencial de equipos, gestión energética y optimización de los ciclos de carga y descarga de las baterías según estrategias de operación programadas. Asimismo, permitirá la integración con sistemas SCADA, EMS, inversores, sistemas BMS y demás equipos auxiliares mediante protocolos estándar de comunicación industrial. El sistema contará con funciones avanzadas de diagnóstico, análisis del estado de salud de los activos, gestión de alarmas y ciberseguridad conforme a estándares internacionales, garantizando una explotación segura, eficiente y fiable de la planta de almacenamiento energético. Incluye licencias de software, configuración, pruebas funcionales, documentación técnica y formación básica de operación.								
		1				1,00			
							1,00	60.000,00	60.000,00
	TOTAL APARTADO 01.02.04 DISTRIBUCIÓN SSAA, TELEC. Y								**334.500,00**
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 EQUIPOS ELÉCTRICOS Y								**10.528.250,00**

SUBCAPÍTULO 01.03 REDES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN

Instalación eléctrica de baja tensión en corriente alterna del sistema de almacenamiento de energía en baterías de litio. Incluye también la instalación eléctrica para el suministro de los consumos de los SSAA de la instalación.
Abarca los tramos comprendidos entre los cuadros de conexión de los containers de baterías hasta su conexión con los cuadros de conexión de los centros de transformación correspondientes.

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

APARTADO 01.03.01 Instalación Eléctrica de BT Nivel 1 (ESS a PCS)

Instalación eléctrica interior de la planta de almacenamiento, en baja tensión en corriente continua, entre el cuadro de baja tensión de los containers de baterías hasta las conexiones de los inversores de almaceneamiento PCS correspondientes, mediante conductores de aluminio de 150 mm2 de sección, del tipo AS VOLTANENE FLAMEX CPRO (S) y denominación AL XZ1 (S) de tensió máxima 1,8 KV DC, del fabricante PRYSMIAN o similar, en configuración duplex 2x(2x1) o triplex 3x(2x1). En instalación directamente enterrada en zanjas bajo zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 12 ternas de conductores positivo y negativo. Incluye suministro y tendido de conductores de fase, cables de cables de telecomunicaciones, cinta de señalización y placa de protección de cables enterrados, de polietileno, de 250 mm de anchura y 1 m de longitud, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS!" y triángulo de riesgo eléctrico. Relleno de zanja con tierras procedentes de la excavación de la propia zanja, apisonada con medios manuales y mecánicos en zanja.

01.03.01.01 m Conductores BT Al XZ1 CC 150 mm2

Cable unipolar de energía Prysmian AL VOLTALENE® FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S) 0,6/1 kV o similar, sección 1x150 mm² de aluminio, libre de halógenos y con clasificación CPR Eca, destinado a redes de distribución eléctrica e instalaciones industriales. Apto para instalación enterrada directamente, en canalizaciones o al aire libre, con aislamiento XLPE y cubierta exterior LSOH de alta resistencia mecánica, a la abrasión, impactos, humedad y radiación UV. Diseñado para una temperatura de servicio de hasta 90 °C y conforme a la norma UNE-HD 603-5X. Incluye suministro, tendido, accesorios y elementos necesarios para su correcta instalación y puesta en servicio.

6.372,00	15,97	101.760,84

01.03.01.02 ml Instalación en zanja 80x130 cm de 12 ternas

Tendido de conductores de BT en zanja de hasta 12 ternas y 6 circuitos duplex o triplex, según diseño proyectado. Instalación según Según reglamento electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Técnicas complementarias.

265,00	75,50	20.007,50

TOTAL APARTADO 01.03.01 Instalación Eléctrica de BT Nivel 1 121.768,34

APARTADO 01.03.02 Instalación Eléctrica de BT Nivel 2 (PCS a PWS)

Instalación eléctrica interior de la planta de almacenamiento, en baja tensión desde los inversores de almaceneamiento PCS hasta los cuadros de baja tensión de las estaciones de potencia PWS correspondientes, mediante conductores de aluminio de 240 mm2 de sección, del tipo AS VOLTANENE FLAMEX CPRO (S) y denominación AL XZ1 (S) de tensión máxima 1,5 KV AC, del fabricante PRYSMIAN o similar, en configuración simplex 1x(3x1). En instalación directamente enterrada en zanjas bajo zona de trabajo de 80 cm de anchura y hasta 6 ternas de conductores de 3 fases en tresbolillo. Incluye suministro y tendido de conductores de fase, cables de cables de telecomunicaciones, cinta de señalización y placa de protección de cables enterrados, de polietileno, de 250 mm de anchura y 1 m de longitud, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS!" y triángulo de riesgo eléctrico. Relleno de zanja con tierras procedentes de la excavación de la propia zanja, apisonada con medios manuales y mecánicos en zanja.

01.03.02.01 m Conductores BT Al XZ1 AC 240 mm2

Cable unipolar de energía Prysmian AL VOLTALENE® FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S) 0,6/1 kV o similar, sección 1x240 mm² de aluminio, libre de halógenos y con clasificación CPR Eca, destinado a redes de distribución eléctrica e instalaciones industriales. Apto para instalación enterrada directamente, en canalizaciones o al aire libre, con aislamiento XLPE y cubierta exterior LSOH de alta resistencia mecánica, a la abrasión, impactos, humedad y radiación UV. Diseñado para una temperatura de servicio de hasta 90 °C y conforme a la norma UNE-HD 603-5X. Incluye suministro, tendido, accesorios y elementos necesarios para su correcta instalación y puesta en servicio.

5.551,00	20,25	112.407,75

01.03.02.02 ml Instalación en zanja 80x120 cm de 6 ternas

Tendido de conductores de BT en zanja de hasta 6 ternas y 6 circuitos simplex, según diseño proyectado. Instalación según Según reglamento electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Técnicas complementarias.

308,00	45,50	14.014,00

TOTAL APARTADO 01.03.02 Instalación Eléctrica de BT Nivel 2 126.421,75

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

APARTADO 01.03.03 Instalación Eléctrica BT SSAA

Suministro, transporte e instalación de equipos y materiales que conforman la red de suministro eléctrico para las instalaciones complementarias de SSAA de la planta de almacenamiento, en Baja Tensión y Corriente Alterna, mediante mangueras de conductores de 1 kV RZ1-K de diferentes secciones, en instalación enterrada en zanja bajo tubo. Instalación según REBT e ITC complementarias.

01.03.03.01		m	**Mangueras 3G RZ1-K 1kV**						
	Manguera multipolar 2P+TT RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de hasta 16 mm² de sección según potencia y caídas de tensión, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4								
							3.744,00	4,50	16.848,00
01.03.03.02		m	**Mangueras 5G RZ1-K 1kV**						
	Manguera multipolar 4P+TT RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de hasta 16 mm² de sección según potencia y caídas de tensión, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4								
							2.808,00	9,50	26.676,00
01.03.03.03		m	**Instalación en zanja bajo tubo 60x100 cm**						
	Tendido de mangueras de conductores multipolares de BT para suministro de SSAA, en zanja compartida con redes de telecomunicaciones, dentro de bitubos de polietileno.								
							468,00	25,50	11.934,00

TOTAL APARTADO 01.03.03 Instalación Eléctrica BT SSAA..... 55.458,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 REDES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN 303.648,09

SUBCAPÍTULO 01.04 RED ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN CA

Instalación eléctrica de media tensión, en corriente alterna, 30 kV, de interconexión entre las celdas de MT de las estaciones de potencia de la instalación de almacenamiento. Instlación en zanjas con los conductores directamente enterrados bajo la zona de trabajo pavimentada.

01.04.01		m	**Circuito MT Interconexion PWS 630 mm2 Aluminio XLPE**						
	Zanja de instalación eléctrica de media tensión, en corriente alterna, 30 kV, con conductor de aluminio aislado de 630 mm2 sección según proyecto, del tipo RH5Z1 AL del fabricante TOP CABLE o similar, de tensión asignada 18/30 kV. en configuración simplex 1x(3x1). Incluye, excavación de zanjas en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde, nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. Incluye tendido y conexionado de conductores de fase de media tensión, cables de puesta a tierra y cables de telecomunicaciones. Zanja con cinta de señalización y placa de protección de cables enterrados, de polietileno, de 250 mm de anchura y 1 m de longitud, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS!" y triángulo de riesgo eléctrico. Relleno de zanja con tierras procedentes de la excavación de la propia zanja, apisonada con medios manuales. Las protecciones propias de la línea se encuentran contempladas en las partidas de los centros de transformación. Instalación según ITC-LAT-06.								
							362,00	48,92	17.709,04

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.02	**Circuito MT Interconexión PWS 240 mm2 Aluminio XLPE**	m							
	Zanja de instalación eléctrica de media tensión, en corriente alterna, 30 kV, con conductor de aluminio aislado de 240 mm2 sección según proyecto, del tipo RH5Z1 AL del fabricante TOP CABLE o similar, de tensión asignada 18/30 kV. en configuración simplex 1x(3x1). Incluye, excavación de zanjas en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde, nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. Incluye tendido y conexionado de conductores de fase de media tensión, cables de puesta a tierra y cables de telecomunicaciones. Zanja con cinta de señalización y placa de protección de cables enterrados, de polietileno, de 250 mm de anchura y 1 m de longitud, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS!" y triángulo de riesgo eléctrico. Relleno de zanja con tierras procedentes de la excavación de la propia zanja, apisonada con medios manuales. Las protecciones propias de la línea se encuentran contempladas en las partidas de los centros de transformación. Instalación según ITC-LAT-06.								
							141,00	25,50	3.595,50
01.04.03	**Instalación en zanja de 1 circuito 40x120 cm**	ml							
	Tendido de conductores de MT en zanja de 1 circuito según diseño proyectado. Instalación según Según reglamento de Alta Tensión (RAT) e Instrucciones Técnicas complementarias.								
							20,00	55,56	1.111,20
01.04.04	**Instalación en zanja de 2 circuitos 60x120 cm**	ml							
	Tendido de conductores de MT en zanja de dos circuitos según diseño proyectado. Según Reglamento de Alta Tensión (RAT) e Instrucciones Técnicas complementarias.								
							65,00	70,25	4.566,25
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 RED ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN								**26.981,99**

SUBCAPÍTULO 01.05 PUESTA A TIERRA

Suministro de materiales y equipos para realización de la instalación de la puesta a tierra de equipos de la planta de almacenamiento y de la línea de conexión de media tensión subterránea.

APARTADO 01.05.01 PAT GENERAL

Instalación de puesta a tierra de protección de equipos de planta de almacenamiento. Incluye instalación y conexión de los conductores de puesta a tierra con los containers de baterías, picas, cerramientos y estructuras metálicas que se encuentren en el interior de la planta de almacenamiento. Incluye pequeño material.

01.05.01.01	**Conductor Cu toma de tierra + pp conexionado**	m							
	Conductor de cobre desnudo para tomas de tierra de sección mínima 1x50 mm². Incluido pp de conexionado entre malla y pequeño material.								
							1.268,04	9,79	12.414,11
01.05.01.02	**Picas Acero Cobrizado**	u							
	Suministro de pica para puesta a tierra de AC.Cu de 2 m y 14 mm de diámetro. Se incluye el latiguillo de conexionado a la malla de pat general con cable de Cu.								
							223,00	23,08	5.146,84
01.05.01.03	**Soldadura Aluminotérmica Cadwell en Cruz**	u							
	Saldadura Aluminotérmica (CADWELL) en cruz, para conexión de 2 o 4 condcutores en cruz. Incluye realización de este tipo de soldadura.								
							75,00	5,75	431,25
01.05.01.04	**Soldadura Aluminotérmica Cadwel en T**	u							
	Saldadura Aluminotérmica (CADWELL) en T, para conexión de 2 o 3 condcutores en T. Incluye realización de este tipo de soldadura.								
							140,00	4,72	660,80

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.01.05	**Soldadura Aluminotérmica para conexión de pica**	u							
	Terminal de conexión de presión, para conexión de puesta a tierra de protección con elementos metálicos como pueden ser puertas y rejillas metálicas.								
							223,00	3,55	791,65
01.05.01.06	**Tubo Corrugado 40 mm**	m							
	Tubo curvable, suministrado en rollo, de PVC de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. Incluye material auxiliar para instalaciones eléctricas, mano de obra.								
							317,01	11,06	3.506,13
	TOTAL APARTADO 01.05.01 PAT GENERAL								**22.950,78**
	APARTADO 01.05.02 PAT DE SERVICIO PWS								
	Instalación de puesta a tierra de protección y de servicio del Centro de Seccionamiento de la instalacion hibridada. Incluye instalación y conexión de los conductores de puesta a tierra de los centros de transformación con las picas, cerramientos y estructuras metálicas que se encuentren en el interior de los mismos. Incluye pequeño material.								
01.05.02.01	**Conductor Aislado Puesta a Tierra de Servicio**	m							
	Conductor aislado de tierra de alumbrado público formado por cable unipolar H07Z1-K (AS), reacción al fuego clase B2ca-s1a,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 50 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)								
							126,00	9,79	1.233,54
01.05.02.02	**Picas Acero Cobrizado**	u							
	Suministro de pica para puesta a tierra de AC.Cu de 2 m y 14 mm de diámetro. Se incluye el latiguillo de conexionado a la malla de pat general con cable de Cu.								
							10,00	23,08	230,80
01.05.02.03	**Soldadura Aluminotérmica para conexión de pica**	u							
	Saldadura Aluminotérmica (CADWELL) en T, para conexión de 2 o 3 condcutores en T. Incluye realización de este tipo de soldadura.								
							10,00	3,55	35,50
01.05.02.04	**Soldadura Aluminotérmica Cadwel en T**	u							
							6,00	4,72	28,32
	TOTAL APARTADO 01.05.02 PAT DE SERVICIO PWS								**1.528,16**
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 PUESTA A TIERRA								**24.478,94**

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 01.06 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Instalación de sistemas de protección contra incendios del sistema de almacenamiento de energía en baterías de litio. Incluye suministro de depósito de almacenamiento de agua de 50 m3, grupo de presión, red de canalización de sistema de abastecimiento de PCI, resto de equipos y materiales a instalar para el correcto funcionamiento del sistema contra incendios. Incluye suministro, transporte, instalación, puesta en marcha y verificación de funcionamiento de la instalación.

APARTADO 01.06.01 Equipos de protección individual

Suministro e instalación de equipos de extinción de incendios.

01.06.01.01		**u**	**Extintor Portátil de CO2 4 kg**						
	Extintor portátil de nieve carbónica CO2, con 5 kg de agente extintor, de eficacia 89B, con casco de acero con acabado exterior con pintura epoxi color rojo, válvula de palanca, anilla de seguridad, manguera y trompa difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.								
							3,00	112,08	336,24
01.06.01.02		**u**	**Extintor Movil Aqualithium 50 l**						
	Extintor ION-LITIO 50 L, extintor contra incendios especial para vehículos eléctricos y baterías de litio con agente extintor llamado AQUALITHIUM, el aqualithium es un agente libre de elementos fluorados con una excelente capacidad de refrigerante y humectante, actúa como un encapsulador del fuego, reduciendo su temperatura hasta su extinción, por ello esta especialmente diseñado para fuegos en baterías de ion-litio. Asimismo, además de estar especialmente indicado para el Litio también tiene excelentes propiedades para la extinción de fuegos clase A (sólidos) , como maderas, basura solida, plástico,gomas ,neumáticos así como de emulsionante y refrigerante para fuegos de clase B (líquidos inflamables).								
							6,00	485,50	2.913,00
01.06.01.03		**u**	**Extintor Portatil ABC 5 kg**						
	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente, con presión incorporada con nitrógeno, con 6 kg de agente extintor, de eficacia 27A-183B, con casco de acero con revestimiento interior resistente a la corrosión y acabado exterior con pintura epoxi color rojo, tubo sonda, válvula de palanca, anilla de seguridad, manómetro, base de plástico y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje								
							3,00	55,75	167,25
01.06.01.04		**u**	**Extintor Móvil de CO2 20 kg**						
	Extintor móvil de nieve carbónica CO2, con una botella de 10 kg de agente extintor, de eficacia 89B, con carro, casco de acero con acabado exterior con pintura epoxi color rojo, válvula de palanca, anilla de seguridad, manguera y trompa difusora.								
							6,00	212,12	1.272,72

TOTAL APARTADO 01.06.01 Equipos de protección individual.. 4.689,21

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

APARTADO 01.06.02 Central, Señalización y Alarmas

Suministro e instalación de equipos y materiales de señalización y comunicación de alarmas de incendios.

01.06.02.01		u	**Señales y Cartelería**						
	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.								
							22,00	8,75	192,50
01.06.02.02		u	**Monolitos y postes señalización**						
	Hornacina de 70x100x30 cm, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, con juntas de 10 mm de espesor, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, para alojamiento de instalaciones (marcos y puertas no incluidos en este precio)								
							6,00	5,00	30,00
01.06.02.03		u	**Cables telecomunicaciones**						
	Cable eléctrico de fibra óptica para transmisión de datos, señales analógicas y digitales en plantas industriales e instrumentos de medida y control en zonas con ruidos eléctricos.								
							350,00	2,45	857,50
01.06.02.04		u	**Ampliación de Central de Alarma**						
	Ampliación de Central de Alarma de Edificio de Control para el control de los elementos de la instalación de PCI								
							1,00	450,00	450,00

TOTAL APARTADO 01.06.02 Central, Señalización y Alarmas..... 1.530,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 SISTEMA DE PROTECCIÓN 6.219,21

SUBCAPÍTULO 01.07 RED DE TELECOMUNICACIONES Y CONTROL

Red enterrada fibra óptica para tareas de telecomunicaciones y control de la instalación de almacenamiento mediante baterías BESS.

01.07.01		m	**Cable Fibra Óptica 48F LSZH armado**						
	Cable dieléctrico de 48 fibras ópticas monomodo G657A2 en micromódulos de material termoplástico ignífugo, libre de halógenos, de 1,1 mm de diámetro, rellenos con gel bloqueante del agua, refuerzo de fibras de aramida y cubierta exterior de material termoplástico ignífugo resistente a los rayos UV, libre de halógenos de 7,6 mm de diámetro, de baja atenuación, reacción al fuego clase Dca-s2,d2,a2 según UNE-EN 50575. Incluso accesorios y elementos de sujeción..								
			2808			2.808,00			
							2.808,00	4,92	13.815,36
01.07.02		u	**Instalación en zanja bajo tubo 60x100 cm**						
	Tendido de cables de Fibra Óptica armados para telecomunicaciones, en zanja compartida con redes BT de SSAA, dentro de bitubos de polietileno.								
							468,00	12,25	5.733,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.07 RED DE TELECOMUNICACIONES 19.548,36

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 01.08 OTROS SSAA

Partida a mano alzada para el resto de SSAA necesarios a instalar durante la construcción del módulo de almacenamiento de baterías proyectado, incluyendo entre otros los equipos eléctricos de iluminación exterior, sistemas de seguridad adicionales a los instalados en la planta solar fotovoltaica hibridada, etc..

01.08.01		**u**	**Otros instalaciones SSAA**						
	Otros SSAA no contemplados en partidas anteriores.								
							1,00	15.000,00	15.000,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.08 OTROS SSAA.....								**15.000,00**
	TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO.....								**11.024.724,16**

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

CAPÍTULO 02 LÍNEA DE CONEXIÓN MEDIA TENSIÓN

Instalación eléctrica de media tensión, en corriente alterna a 30 kV, para conexión con el Centro de Seccionamiento necesario para la futura instalación hibridada. La línea eléctrica se ejecutará en montaje directamente enterrado preferentemente. Incluye el conexionado de la línea en las correspondientes posiciones de entrada/salida del Centro de Transformación y el Centro de Seccionamiento. Las protecciones propias de las líneas se encuentran contempladas en las partidas correspondientes del Centro de Transformación y del Centro de Seccionamiento.

SUBCAPÍTULO 02.01 CONDUCTORES

Instalación subterránea mediante zanja de conductores de transmisión de energía, protección y comunicación definidos en proyecto, que conforman la línea subterránea de conexión de media tensión del módulo de almacenamiento proyectado. Incluye suministro, transporte, trabajos de montaje y tendido, conexionado y comprobación del correcto funcionamiento de las instalaciones.

02.01.01		m	**Circuitos Simplex Conexión ALM 630 mm2 Al XLPE**						
			Zanja para instalción de eléctrica enterrada de conexión del módulo de Almacenamiento de la instalación hibridada, formada por tres ternas de conductores den tresbolillo, en configuración simplex de tres circuitos indepedendientes. Incluye suministro de cable eléctrico unipolar del tipo RH5Z1-OL AL 18/30 kV, del fabricante TOP CABLE u otro similar, de tensión nominal 18/30 kV, no propagador de la llama, no propagador del incendio, resistente a tensiones, con conductor formado por de hilos de aluminio compactados, rígido (clase 2), de 1x630 mm² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada pelable, pantalla de de alambres de cobre con cinta de poléster, con cubierta de compuesto de PVC antillama, de color rojo. Según IEC 60228, IEC 60332-1-2, IEC 60502-2, UIC 895. Se instalarán preferentemente en instalación directamente enterrada en configuración 1x(3x1). En cruzamientos con viales internos de la instalación proyectada, se ejecutará en instalación enterrada bajo tubo embebido en hormigón.				1.156,00	36,65	42.367,40
02.01.02		ml	**Instalación en zanja 3 circuitos 130x120 cm**						
			Tendido de conductores de MT en zanja de tres circuitos según diseño proyectado para instalación eléctrica enterrada de conexión del módulo de almacenamiento proyectado de la instalación hibridada, formada por tres ternas de conductores en condiguración simplex de tres circuitos independientes. Instalación según Reglamento de Alta Tensión (RAT) e Instrucciones Técnicas complementarias.				128,00	36,65	4.691,20
02.01.03		m	**Conductor de Comunicaciones de Fibra Óptica**						
			Conductor de fibra óptica (48 Fibras), con núcleo de fibra de vidrio, instalado en bitubo protector para conductor de fibra óptica, obturación longitudinal, cubierta de polietileno de baja densidad, refuerzo del conductor mediante hilos de poliamida y cubierta de polietileno de baja densidad, dicho conductor será empleado para el sistema comunicación.				384,00	8,11	3.114,24

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 CONDUCTORES..... 50.172,84

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 02.02 CONEXIONADO Y PAT

Conexionado e Instalación de puesta a tierra de protección de línea eléctrica de media tensión. Incluye conexión de las pantallas semiconductoras de los conductores a tierra. Incluye suministro de, picas, cajas de puesta a tierra de pantallas, botella terminal de conductores y pequeño material de conexión.

02.02.01	**Arqueta con caja de Puesta a Tierra de Pantallas**								
	Caja para conexión a puesta a tierra de pantallas de conductores, de dimensiones aproximadas 600x600 mm. Incluye suministro, conexión y verificación. Incluye cinta aislante autovulcanizable para aislamiento de pantallas hasta terminal de conexión. Incluye conductor de sección adecuada y pica de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro para conexión de pantallas a tierra.								
							2,00	245,49	490,98
02.02.02	**Conexionado Conductor 630 mm2 30 kV**								
	Conexionadok en puntos extremos de Cables de Al XLPE 18/30 kV 1x630 mm2 de sección, totalmente montados.								
							9,00	450,27	4.052,43

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 CONEXIONADO Y PAT..... 4.543,41

TOTAL CAPÍTULO 02 LÍNEA DE CONEXIÓN MEDIA TENSIÓN..... 54.716,25

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

CAPÍTULO 03 AMPLIACIÓN DE SUBSTACIÓN ELÉCTRICA

Ampliación de instalaciones en el interior de la Subestación Eléctrica Transformadora de la planta solar fotovoltaica para el conexionado del módulo de almacenamiento mediante baterías proyectado, incluyendo la incorporación de un nuevo embarrado a 30/36 kV de tensión nominal con 6 celdas de diferente tipología , así como los equipos de control necesarios para operar los equipos eléctricos de almacenamiento de energía. Se incluyen accesorios, trabajos y útiles para su correcta instalación así como el conexionado final y puesta en servicio de las instalaciones.

SUBCAPÍTULO 03.01 NUEVO EMBARRADO DE SALA DE CELDAS

Equipos de Seccionamiento y conexión mediante un sistema modular de celdas combinadas con diferentes maniobras internas. Incluye 6 celdas modulares individualizadas, con protecciones de circuitos y transformador, medidas fiscales, banco de condensadores y barra de seccionamiento Bus Bar de 2500A, 25 kA y 50 Hz

03.01.01 u Celda de Protección de Línea SF6 36 kV Circuitos ALM

Suministro, montaje, conexión y puesta en marcha de celda de media tensión tipo R (protección de línea), modelo NXPLUS C 36 del fabricante SIEMENS u otro modelo similar, integrada en sistema compacto modular aislado en gas SF6 para redes de distribución secundaria hasta 36 kV. La celda dispone de envolvente metálica estanca de acero inoxidable, libre de mantenimiento, con grado de protección IP65 en las partes activas y elevada resistencia frente a humedad, polvo y ambientes agresivos. Equipada con interruptor-seccionador de tres posiciones (cerrado–abierto–puesta a tierra), con capacidad de maniobra en carga y seccionamiento visible de seguridad. Intensidad nominal de hasta 630 A y capacidad de soportar corrientes de cortocircuito de hasta 20 kA durante 3 s. Incluye sistema de detección capacitiva de presencia de tensión, enclavamientos mecánicos de seguridad, embarrado integrado y compartimento de conexión de cables accesible desde el frontal. Incluye transformadores de intensidad toroidales de 630/5 A. Diseño modular ampliable sin necesidad de manipulación del gas aislante. Fabricada y ensayada conforme a IEC 62271-200. Conexión de cable con sistema de enchufe interior según la norma EN 50181.

	3			3,00		
					3,00	11.500,00	34.500,00

03.01.02 u Celda de Protección mediante Interruptor Aut. 36 kV Trafo y BC

Suministro e instalación de celda de media tensión tipo L (protección de circuito/línea mediante interruptor automático), modelo NXPLUS C 36 del fabricante SIEMENS u otro modelo similar, integrada en sistema modular compacto aislado en gas SF6 para redes de distribución secundaria hasta 36 kV. La celda incorpora interruptor automático de vacío con seccionador y puesta a tierra de tres posiciones, garantizando maniobras seguras de conexión, seccionamiento y puesta a tierra. Dispone de envolvente metálica estanca de acero inoxidable, libre de mantenimiento y con grado de protección IP65 en las partes activas. Intensidad nominal de hasta 1250 A y poder de corte de cortocircuito de hasta 25 kA, adecuada para la protección selectiva de líneas y redes de distribución. Incluye sistema de detección de tensión, enclavamientos mecánicos de seguridad, compartimento para transformadores de medida y equipos de protección, así como posibilidad de integración de relés digitales de protección y control. Diseño modular ampliable sin intervención sobre el gas aislante, con acceso frontal para operación y conexión de cables. Fabricada y ensayada según IEC 62271-200

	2			2,00		
					2,00	24.500,00	49.000,00

03.01.03 u Celda de Medida Fiscal 36 kV

Suministro e instalación de celda de media tensión tipo M (medida y facturación), modelo NXPLUS C 36 del fabricante SIEMENS u otro modelo similar, destinada a la medida de energía en redes de distribución hasta 36 kV. La celda incorpora transformadores de intensidad y transformadores de tensión de precisión para servicios de medida, montados en compartimento específico y accesible para equipos de contaje y supervisión. Construida con envolvente metálica de alta seguridad y diseñada para su integración en conjuntos modulares de celdas de media tensión. Dispone de embarrado de paso, sistema de detección de presencia de tensión y puntos de puesta a tierra para operaciones seguras de mantenimiento. Permite la instalación de equipos de medida homologados por la compañía distribuidora, así como sistemas de telemedida y comunicaciones. Su diseño compacto facilita la integración en centros de transformación y subestaciones de abonado, garantizando precisión metrológica, fiabilidad operativa y seguridad para el personal de explotación. Fabricada y ensayada conforme a las normas IEC aplicables a instalaciones de media tensión, adecuada para aplicaciones de medida fiscal, control energético y supervisión de redes eléctricas.
Según IEC 62271-103, IEC 62271-102, IEC 62271-100.

	3			3,00		

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							3,00	16.750,00	50.250,00
03.01.04	**Barra Simple Seccionamiento (Bus Bar) 2500A**	u							
	Suministro e instalación de sistema de embarrado general de media tensión para seccionamiento e interconexión de celdas, modelo NXPLUS C 36 del fabricante SIEMENS u otro modelo similar, diseñado para una intensidad nominal de 2.500 A y una corriente de cortocircuito de 25 kA, destinado a la conexión conjunta de las celdas de línea, protección y medida del conjunto. Constituido por barras de cobre electrolítico de alta conductividad, soportadas mediante aisladores adecuados a la tensión de servicio y alojadas en compartimento metálico protegido. El sistema permitirá la distribución de energía entre todas las posiciones de la aparamenta, garantizando la continuidad de servicio, la correcta evacuación de corrientes de carga y la resistencia térmica y dinámica frente a esfuerzos derivados de cortocircuito. Incluirá todos los elementos de unión, soportación, fijación, pantallas de protección, puesta a tierra y accesorios necesarios para su completa instalación y funcionamiento. Fabricado y ensayado conforme a la normativa IEC aplicable a instalaciones de media tensión, asegurando elevados niveles de seguridad, fiabilidad operativa y facilidad de mantenimiento, así como la posibilidad de realizar maniobras de seccionamiento para aislar zonas concretas de la instalación cuando sea necesario								
		1				1,00			
							1,00	7.000,00	7.000,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 NUEVO EMBARRADO DE SALA								**140.750,00**

SUBCAPÍTULO 03.02 AMPLIACIÓN DE SALA DE CONTROL, COMUNICACIÓN Y MEDIDAS

Suministro, transporte, instalación, conexionado y puesta en marcha para la ampliación de armarios de control, comunicación y medida de la sala de control de la SET para la instalaicón hibridada.

03.02.01	**Ampliación de Armario de Control y Protección**	u							
	Armario de control y protección de línea, totalmente montado y cableado, incluida la interconexión, configuración y pruebas de funcionamiento.								
							1,00	3.319,58	3.319,58
03.02.02	**Armario de Medida y Facturación Fiscales**	u							
	Armario de medidas y facturación fiscales de energía de líneas, totalmente montado y cableado, incluida la interconexión, configuración y pruebas de funcionamiento.								
							1,00	2.655,66	2.655,66
03.02.03	**Ampliación de Armario de Distribución de Comunicaciones**	u							
	Armario para distribución para sistema de comunicaciones a 125 Vcc, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.								
							1,00	1.986,35	1.986,35
03.02.04	**Ampliación de Instalación SSAA y Central PCI**	u							
	Instalación y cuadros de SSAA a conectar directamente de tirada desde instalación existente de la planta solar fotovoltaica hibridada. También sistema de Central de Incendios del módulo de Almacenamiento.								
							1,00	1.750,00	1.750,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 AMPLIACIÓN DE SALA DE								**9.711,59**

TOTAL CAPÍTULO 03 AMPLIACIÓN DE SUBSTACIÓN ELÉCTRICA..... 150.461,59

TOTAL..... 11.229.902,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO

"HIB LAS CRUCES I"

EXTREPRONATUR, S.L.
Ctra. de Villafranca, s/n 06360
Fuente del Maestre (Badajoz)
924094049 hola@extrepronatur.es

PROYECTO TÉCNICO | **DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6** | *[B-02.855.062] Ronda del Pilar 5, Piso 3, 06002 Badajoz*

Presupuesto de Proyecto Técnico para Hibridación de Planta Solar Fotovoltaica "HIB LAS CRUCES 1", mediante la incorporación de un Módulo de Almacenamiento de Baterías de Ion-Litio, en el Término Municipal de Plasencia (Cáceres).

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
1	INSTALACIONES DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO		11.024.724,16	98,17
-01.01	-ACTUACIONES PREVIAS	100.597,57		
-01.02	-EQUIPOS ELÉCTRICOS Y AUXILIARES	10.528.250,00		
-01.03	-REDES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN	303.648,09		
-01.04	-RED ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN CA	26.981,99		
-01.05	-PUESTA A TIERRA	24.478,94		
-01.06	-SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	6.219,21		
-01.07	-RED DE TELECOMUNICACIONES Y CONTROL	19.548,36		
-01.08	-OTROS SSAA	15.000,00		
2	LÍNEA DE CONEXIÓN MEDIA TENSIÓN		54.716,25	0,49
-02.01	-CONDUCTORES	50.172,84		
-02.02	-CONEXIONADO Y PAT	4.543,41		
3	AMPLIACIÓN DE SUBSTACIÓN ELÉCTRICA		150.461,59	1,34
-03.01	-NUEVO EMBARRADO DE SALA DE CELDAS	140.750,00		
-03.02	-AMPLIACIÓN DE SALA DE CONTROL, COMUNICACIÓN Y MEDIDAS	9.711,59		
		TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**11.229.902,00**	
		TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**11.229.902,00**	
		TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**11.229.902,00**	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de ONCE MILLONES DOSCIENTOS VEINTINUEVE MIL NOVECIENTOS DOS EUROS

, a 7 de julio de 2026.

EL PROMOTOR	**EXTREPRONATUR, S.L.**
DECOAE ENERGÍAS RENOVABLES 6	Pedro Antonio López Rodríguez

DOCUMENTO VI:

FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

Model: LUNA2000-5015-2S
Smart String Grid Forming ESS

All-architecture Safety

All-scenario Grid forming

All-lifecycle Cost-effectiveness

All-rounder Digitalization

Battery Container	
Model	LUNA2000-5015-2S
DC Rated Voltage	1,331.2 V
DC Max. Voltage	1,500 V
Nominal Energy Capacity	5,015 kWh
Charge & Discharge Rate	≤ 0.5 CP
Rated Power	2,507.5 kW
Dimension (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm
Weight	< 43 t
Operation Temperature Range	-30°C ~ 55°C
Storage Temperature Range	-40°C ~ 60°C
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
Max. Operating Altitude	4,700 m
Cooling Method	Liquid Cooling
Fire Suppression System	Water Sprinkler, NOVEC 1230
Communication Interface	Ethernet / SFP
Communication Protocol	Modbus TCP
Protection Degree	IP55
Anti-corrosion Degree	C5-Medium
Standards Compliance	
RoHS, IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, IEC62933-5-2, UL9540A, IEC62619, UN38.3, etc.	
Battery Pack	
Cell Material	LFP
Number of Cell	104
Nominal Capacity	314 Ah / 104.49 kWh
Protection Degree	IP65
Weight	< 710 kg
Dimensions (W x H x D)	785 x 249 x 2135 mm

LUNA2000-200KTL-H1
Smart PCS

Max. Efficiency 99%

Modular Design

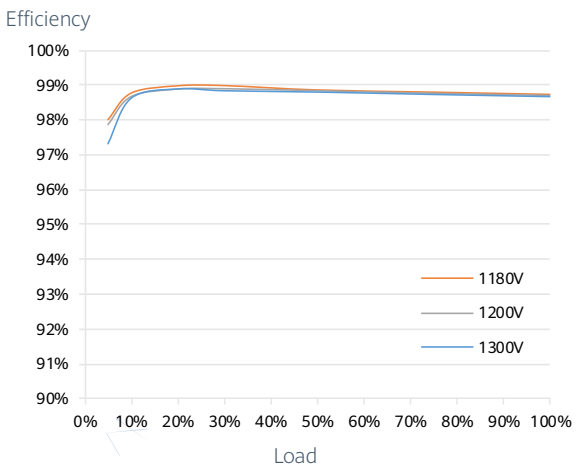
IP66 Protection

Surge Arresters for DC & AC

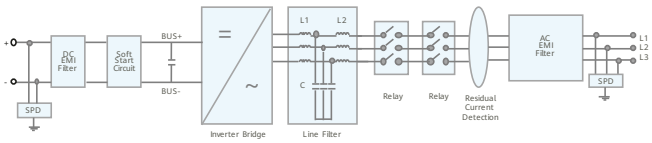
Ethernet Communication

Grid Forming Black Start

Efficiency Curve



Circuit Diagram



LUNA2000-200KTL-H1

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.0%
DC Side	
Rated DC Voltage	1,180 V
Max. DC Voltage	1,500 V
Operating DC Voltage Range	1,180 V ~ 1,500 V
Max. DC Current	207.6 A
Max. Number of Inputs	1
AC Side(Interconnected)	
Rated AC Active Power	200,000 W @40°C
Rated AC Voltage	800 Vac, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	173.2 A
Adjustable Power Factor Range	-1 ... +1
Max. Total Harmonic Distortion	THD_i <1% (Rated)
AC Side(Islanding)	
Rated AC Voltage	800 Vac, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	173.2 A
Max. Total Harmonic Distortion	THD_u < 1.5 % (Rated, Linear Loads)
Standalone Operation / Black Start	Yes
Unbalance Operation	Yes (With Transformer)
Protection	
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Protection	Yes
DC Surge Protection[1]	Type II
AC Surge Protection[1]	Type II
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
Ethernet	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	875 x 820 x 365 mm
Weight	< 99 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	OT/DT Terminal
AC Connector	OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Anti-corrosion Protection	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
RoHS, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61683, VDE 4120, EN 50549, etc.	

1: Compatible Type II protection class according to IEC / EN 61643-11

Model: JUPITER-9000K-H0 / STS-6000K /3000K-H1

Smart Transformer Station

Simple

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation

Efficient

High Efficiency Transformer for Higher Yields
Lower Self-consumption for Higher Yields

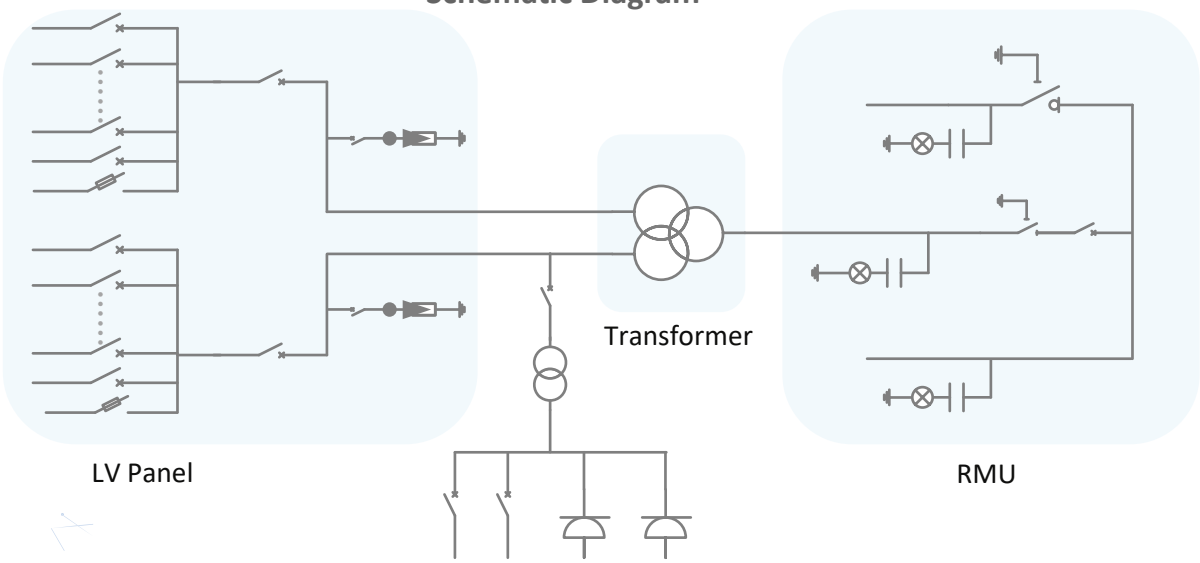
Smart

Real-time Detection of Transformer, LV Panel and RMU
High Precision Sensor of LV Electricity Parameters
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker

Reliable

Robust Design against Harsh Environments
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution

Schematic Diagram



Model: JUPITER-9000K-H0 / STS-6000K/ 3000K-H1

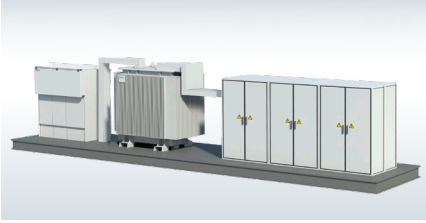
Technical Specifications

Technical Specifications	JUPITER-9000K-H0	STS-6000K-H1	STS-3000K-H1
Input			
Available Inverters	LUNA2000-213KTL / LUNA2000-200KTL		
Max. LV AC Inputs	44	34	17
AC Power	9,000 kVA @40℃ [1]	6,800 kVA @40℃ [1]	3,400 kVA @40℃ [1]
Rated Input Voltage	800 V		
LV Panel Segregation	Form 2b		
LV Main Switches	ACB (4,000 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 1 pcs)
LV Main Switches for LUNA2000-213KTL / 200KTL	MCCB (250 A, 2 x 22 pcs)	MCCB (250 A, 2 x 17 pcs)	MCCB (250 A, 17 pcs)
Output			
Rated Output Voltage	10~35 kV [2]		
Frequency	50 Hz / 60 Hz		
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type		
Transformer Cooling Type	ONAN		
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%		
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)		
Transformer Vector Group	Dy11-y11		Dy11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1		
RMU Type	SF_6 Gas Insulated		
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit		
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit		
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, li0	Dry Type Transformer, 5 kVA, Three-phase, Dyn11	
Output Voltage of Auxiliary Transformer	230 / 127 Vac	400 / 230 Vac or 220 / 127 Vac	
Protection			
Transformer Detection & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz		
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54		
Internal Arcing Fault of STS	IAC A 20 kA 1s		
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N		
LV Overvoltage Protection	Type I+II		
Anti-rodent Protection	C5-Medium		
Features			
2 kVA UPS	Optional [3]		
MV Surge Arrester for MV VCB	Optional [3]		
General			
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC ISO Container)		
Weight	< 28 t	< 22 t	< 15 t
Operating Temperature Range	-25℃ ~ 60℃ [4]		
Relative Humidity	0% ~ 95% (Non-condensing)		
Max. Operating Altitude	1,000 m [5]		
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite		
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability		
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU2000D	Modbus RTU, Preconfigured with SmartACU2000D	
Standards Compliance			
IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1			

1: More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
2: Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request
3: Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.
4: When ambient temperature ≥55℃, awning shall be equipped for STS on site by customer.
5: For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

Switchgear 8DJH 36 for Secondary Distribution Systems up to 36 kV

Totally Integrated Power



Gas-insulated medium-voltage switchgear 8DJH 36 is used as a node in various applications. Flexibility in switchgear configuration is a decisive factor, particularly for the distribution level up to 36 kV. Thanks to its modular construction, 8DJH 36 sets an example.

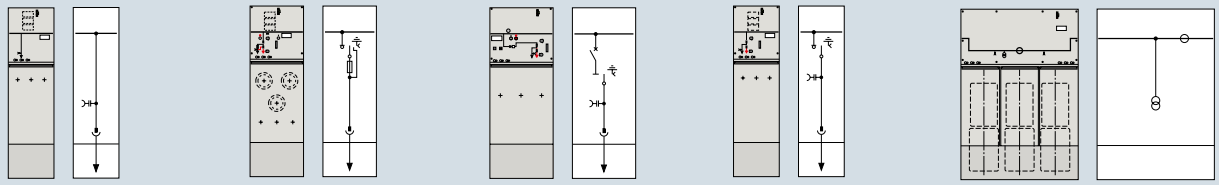
Functions can be arranged variably not only within a panel block, but also in more complex switchgear layouts. Optionally, all individual panels and panel blocks can be extended. Thus, 8DJH 36 switchgear is suitable for implementing nearly all requirements with different switchgear configurations. The compactness of 8DJH 36 enables the effective utilization of existing switchgear rooms. New buildings can be constructed smaller, and therefore at considerably lower cost. This ensures an economic utilization of surface, especially in urban areas. In this way, points of supply can be installed close to consumers, and energy losses can be reduced considerably.

Gas-insulated medium-voltage switchgear type 8DJH 36 is powerful, and thus perfectly suitable for application in power distribution systems. Furthermore, it is used for energy supply of airports, railway stations, stadiums, and large building complexes such as hotels, banks, or hospitals. Also when using regenerative forms of energy, 8DJH 36 switchgear is convincing due to its special advantages, in particular for application in onshore and offshore wind farms, in hydroelectric and solar power plants.

Your advantages

- Independent of environment and climate
- Maintenance-free
- Compact
- Safe for operators
- Cost-efficient
- Ecological
- Reliable and safe operation

8DJH 36, medium-voltage switchgear
Product range (the following selection is not complete)



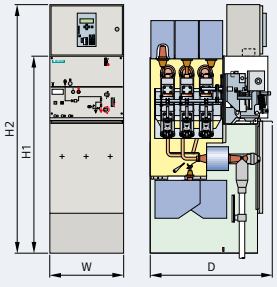
Scheme K | Scheme T | Scheme L | Scheme R | Scheme M

Technical data of 8DJH 36

Rated				
Voltage			kV	**36**
Frequency			Hz	50/60
Short-duration power-frequency withstand voltage			kV	70
Lightning impulse withstand voltage			kV	170
Normal current for ring-main feeders			A	630
Normal current for busbar			max. A	630
Normal current for circuit-breaker feeders			A	630
Normal current for transformer feeders			A	200*
Short-time withstand current, 1 s		50 Hz	max. kA	20
Short-time withstand current, 3 s		50 Hz	max. kA	20
Peak withstand current		50 Hz	max. kA	50
Short-circuit making current	for ring-main feeders	50 Hz	max. kA	50
	for circuit-breaker feeders	50 Hz	max. kA	50
	for transformer feeders	50 Hz	max. kA	50
Short-time withstand current, 1 s		60 Hz	max. kA	20
Short-time withstand current, 3 s		60 Hz	max. kA	20
Peak withstand current		60 Hz	max. kA	52
Short-circuit making current	for ring-main feeders	60 Hz	max. kA	52
	for circuit-breaker feeders	60 Hz	max. kA	52
	for transformer feeders	60 Hz	max. kA	52

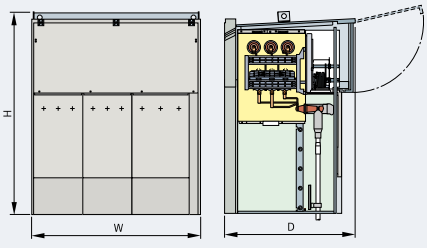
* Depending on HV HRC fuse-link

Dimensions of 8DJH 36



Dimensions			Dimensions in mm
Width	W	Ring-main feeders Transformer feeders Circuit-breaker feeders	430 500 590
		RRT block RRL block	1,360 1,450
		Billing metering panels	1,100
Height	H1	Panels without low-voltage compartment	1,600
	H2	Panels with low-voltage compartment	1,800 – 2,200
Depth	D	Standard switchgear Switchgear with pressure absorber (option)	920 / 980 1,035 / 1,095

Dimensions of 8DJH 36 outdoor enclosure



Dimensions		Dimensions in mm
Width	W	1040 1470 2060
Height	H	1700 1875 2275
Depth	D	1142

Performance features

- Type-tested according to IEC 62271-200
- Sealed pressure system with SF_6 filling for the entire service life
- Safe-to-touch enclosure and standardized connections for plug-in terminations
- 3-pole, gas-insulated switchgear vessel for switching devices and busbar
- Panel blocks and single panels available
- Switching devices: three-position switch-disconnector (OPEN – CLOSED – EARTHED), switch-fuse combination and circuit-breaker for distribution transformer protection, vacuum circuit-breaker with three-position disconnector
- Earthing function of switching devices generally make-proof
- Metal-enclosed, partition class PM
- Loss of service continuity category for switchgear: LSC 2
- Internal arc classification (option):
  – IAC A FL 20 kA, 1 s
  – IAC A FLR 20 kA, 1 s
- Outdoor enclosure for up to 4 feeders (option)

© 2017 Siemens.
Subject to changes and errors.
The information given in this document only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products.
The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract.

Siemens AG
Energy Management
Medium Voltage & Systems
Postfach 3240
91050 Erlangen, Germany
www.siemens.com/8DJH36

Article No. EMMS-B10085-00-7600
Printed in Germany
Dispo 40401
PU 1839 0417 0.25

DTS-200K-D0
Distribution Transformer

Technical Specifications

Electrical	
AC Power	210 kVA@ 400 Vac / 4 kVA@ 110 Vac
Rated Input Voltage	800 Vac
Max. Input Current at Nominal Voltage	151.6 A
Rated Output Voltage	400V (3P) /110V (1P)
Rated Frequency	50 / 60 Hz
Transformer Type	Dry Type
Transformer Cooling Type	AF
Transformer Vectoring Group	Dyn11yn11
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Winding	Al
Transformer Insulation Class	H
Transformer Impedance (at 145°C)	4% (±10%) @50Hz / 4.8% (±10%) @60Hz
Transformer No-load Loss	≤ 500 W (+15%)
Transformer Load Loss	≤ 3,044 W (+15%)
Cablings	
Number of outputs	Five MCCBs, each connected to two outputs
Cabling mode	Routed in and out from the bottom
Protection	
Protection Degree	IP 55
LV SPD	Type II
Transformer Protection	Transformer Temperature Protection
Environment	
Operating Temperature Range	- 30°C ~ 55°C
Relative Humidity	0% ~ 95% (Non-condensing)
Max. Operating Altitude	4,000 m
General	
Dimensions (W x H x D)	900 x 2,100 x 1,200 mm
Weight	< 1.3 t
Communication Mode	Dry Contacts
Cooling Type	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability
Standards Compliance	
IEC 60076, IEC 61439	

MTS9000A 1.4m Battery Cabinet

Introduction

Huawei MTS9000A is a new generation telecom energy solution which realizes site power to be a network element to ensure maximum site level cost saving, easy O&M and seamless evolution in future.

Deployed as a battery capsule is a very important application mode of MTS9000A. The cabinet is designed with sandwich panel, multiple anti-theft components and plentiful optional thermal control devices to provide safe and suitable working environment for battery.

MTS9000A 1.4m battery cabinet could accommodate 3 groups of 12V VRLA battery (up to 190Ah/set).

Features

- High reliability cooling devices with -48V DC input
- High heat isolation performance lead to OPEX saving
- Super anti-theft, European standard lock & enhanced fence
- Fast deployment, assembled in 30 minutes
- Compact figure, easy land acquisition

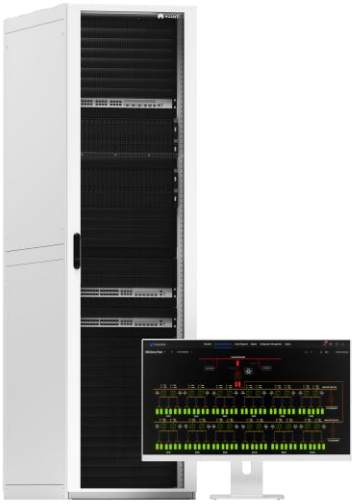
Application Scenarios

- Outdoor site
- Battery cabinet

Specification

Cabinet	Dimension (includes door and plinth)	815mm (W)×900mm (D)×1405mm (H)	
	Base dimension	815 mm (W) × 735 mm (D) × 150 mm (H)	
	Cooling mode	DC air conditioner / TEC	
	Maintenance	Front operation & maintenance	
	Weight	<140kg	
	Panel material	Sandwich panel	
	Security lock	European standard	
	Protection level	IP55	
Cooling	**Cooling**	**Air conditioner**	**TEC**
	Input voltage	-48V	-48V
	Cooling capacity	500W	200W
	Heating power	---	400W
	Heating capacity	---	>400W
	Heating box(optional)	500W	500W
Environment	Operating temperature	-40℃~+55℃ (air conditioner) -40℃~+45℃ (TEC)	
	Storage & transportation temperature	-40℃~+70℃	
	Operation humidity	5%~100%	
Battery (optional)	**12V/cell**		
	Capacity	3 groups, 100Ah/150Ah/190Ah per group	
Others	Lighting	-48V LED	
	Sensors (optional)	Smoke, water, door switch, temperature & humidity	

SPMS2000
Smart Plant Management System



*The product is without workstation devices

Efficient O&M

Multi-level visualized configuration monitoring
One-click sequential control
Second-level historical curve

Efficient collaboration

Benefit Analysis power generation plan curve
BESS TOU

Intelligent diagnosis

Full-link diagnosis of PV plants
Smart I-V Curve Diagnosis
Smart Health Guard

Secure and reliable

IEC62443 certification
Redundant design, high availability
GW-level microgrid monitoring in seconds

Specifications

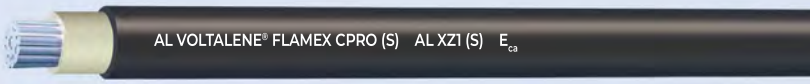
Parameter Type	Parameter Description		
Cabinet			
W x D x H	600mm×1200mm×2200mm (47u)	**Weight**	Net weight approx. 210 kg, full configuration approx. 600 kg
Temperature	5 - 30°C	**Power Supply**	200V~240V, 50/60Hz
Protection Grade	IP20	**Certification**	CB/CE, etc.
Altitude	≤4000m		
Server			
Model	TaiShan 200 (2280)	**Hard Disk**	8*1.92T SATA SSD
W x D x H	482.6mm*790mm*88.9mm. (2U)	**Fans**	Four hot-swappable fans in N+1 redundancy
CPU	2*Kunpeng 920 - 48core @2.6GHz	**External Interface**	8*GE
Database	GaussDB	**Power supply**	2 x 900 W, 1+1 Redundancy
Operating system	EulerOS	**Net weight**	Approx. 30 kg
Memory	4*64G	**Certification**	CCC/CE, etc.

Switch		
Model	CloudEngine S5735-S24ST4XE-V2	CloudEngine S5735-S24T4XE-V2
W x D x H	420mm*442mm*43.6mm (1U)	420mm*442mm*43.6mm (1U)
Net Weight	4.95 kg	4.34 kg
Memory	2 GB	2 GB
Power Supply	2*80W	2 x 80 W, 1+1 redundancy
Interface	Eight gigabit electrical ports, four 10GE optical ports, and 24 gigabit optical ports	24 GE electrical ports and 4 10GE optical ports
Rated Voltage	100V AC~240V AC; 50/60Hz	100V AC~240V AC; 50/60Hz
Certification	CE/VCCI, etc.	CCC/CE/RoHS, etc.

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

Fabricado con energía eléctrica 100% RENOVABLE

Tensión asignada	0,6/1 kV
Norma diseño	UNE-HD 603-5X
Designación genérica	AL XZ1 (S)



CPR COMPLIANT

E_{ca} CPR

E_{ca}

Descárgate la DoP 1003862
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmian.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO

GlobalEPD
A VERIFIED ENVIRONMENTAL DECLARATION
(declaraciones ambientales de producto)

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

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

Resistencia a la absorción de agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta
UNE 211605
UNE-EN 50618

Resistencia a los agentes químicos

Resistencia a las grasas y aceites

Resistencia al ozono

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2

Resistencia a los impactos

Resistencia a la abrasión

Resistencia al desgarro
UNE-HD 605

Resistencia a la tracción

Conductor con contenido en aluminio reciclado

Sistema circular de retorno, reparación y reutilización de bobinas

PEFC
PEFC/14-44-00031

El logotipo PEFC en nuestros productos garantiza que nuestras bobinas de madera proceden de bosques gestionados de forma sostenible, reciclados y fuentes controladas. Cada compra de un producto PEFC marca la diferencia para los bosques y las comunidades forestales del planeta.
www.pefc.es

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2015 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: UNE-EN 50576.
- Métodos de ensayo: UNE-EN 60332-1-2.

Normativa de fuego completa. Incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea:

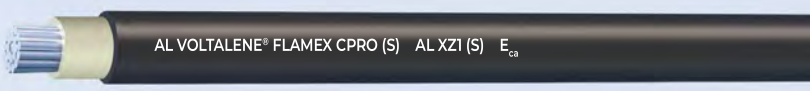
- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2.

V1.MAY.26.-W

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

Fabricado con energía eléctrica 100% RENOVABLE

Tensión asignada	**0,6/1 kV**
Norma diseño	**UNE-HD 603-5X**
Designación genérica	**AL XZ1 (S)**



Normalizado por las principales compañías eléctricas

Características técnicas adicionales

Norma de referencia	UNE-HD 603-5X
Temperatura de servicio (Instalación fija)	-40 °C (fijo portegido) + 90 °C
Temperatura máxima en régimen de cc	250 °C
Radio mínimo de curvatura	5D (D = diámetro exterior)
Màximo esfuerzo de tracción	30 N/mm²
Tensión asignada c.a.	0.6/1 kV
Tensión asignada en c.c.	Uo/U = 1,5/1,5 kVdc
Tensión máxima en c.a.- c.c.	1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc; UNE-EN 50618, IEC 60502-1
Adecuado para sistemas anti-PID	Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V)
Ensayo de tensión durante 5 min. (EN 50618)	6,5 kVac y 15 kVdc
Ensayo de tensión durante 5 min. (UNE-HD 603-5X)	3,5 kV
Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua	AD7
Resistencia UV	UNE 211605, UNE-EN 50618
Resistencia al ozono	UNE-EN 50618
Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta; EN 60811-1-3	
Resistencia a la abrasión	**Masa aplicada: 12 kg (hasta 95 mm²), 18 kg (desde 150 mm²) N° de desplazamientos: 8 (HD 605)**
Resistencia a la tracción (cubierta)	**Carga mínima de rotura: 12,5 N/mm² Alargamiento mínimo hasta la rotura: 300 %**
Resistencia al desgarro (cubierta)	9 N/mm² (UNE-HD 605)
Resistencia volumétrica de aislamiento a 90 °C conductor	10^{12} Ω·cm
Constante de resistencia aislamiento Ki	3,67 MΩ·cm
Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes	

Aplicaciones

Cable de baja tensión **libre de halógenos** para instalaciones subterráneas e instalaciones al aire. Resistencia a **la intemperie, al desgarro, a la abrasión, a los golpes y a la tracción**.

Adecuado para instalación en sistemas fotovoltaicos cuya tensión entre conductores o entre conductor y tierra no supere los 1800 Vdc. Incluidos sistemas en isla (IT).

Permitido para soterramiento directo (sin tubo o conducto).

Acometidas (ITC-BT 11).

Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).

Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20) salvo aplicación de AFUMEX® CLASS (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 164/2025).

No apto para líneas generales de alimentación. Ver AFUMEX® CLASS 1000 V (AS) o Al AFUMEX® CLASS (AS).

Construcción

1. Conductor

Metal: aluminio. Con contenido reciclado.
Flexibilidad: clase 2, según IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

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

3. Cubierta exterior

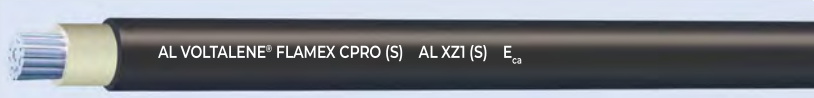
Material: mezcla LSOH tipo flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5.
Color: negro.

V1.MAY.26.-W

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

Fabricado con energía eléctrica 100% RENOVABLE

Tensión asignada	**0,6/1 kV**
Norma diseño	**UNE-HD 603-5X**
Designación genérica	**AL XZ1 (S)**



Datos técnicos

Núm. de cond. x sección	Esp. de aislam.	Diám. sobre. aislam.	Diám. ext.	Peso aprox.	Radio mínimo de curv.	Resist. máxima del cond. a 20 °C	Intensidad máxima admisible en bandeja (40 °C) (A) (2)		Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40 °C) (A) (3)		Intensidad máxima de corriente directamente enterrado (25 °C) (A) (4)		Intensidad máxima de corriente bajo tubo y enterrado (25 °C) (A) (5)		Caída de tensión (V/(A km)) (6)			Emisiones de CO_2
(mm²)	(mm) (1)	(mm) (1)	(mm) (1)	(kg/km)	(mm)	(Ω/km)	2 cables (monof. o cont.)	3 cables (trif.)	2 cables (monof. o cont.)	3 cables (trif.)	2 cables (monof. o cont.)	3 cables (trif.)	2 cables (monof. o cont.)	3 cables (trif.)	Continua o monofásica con cos φ = 1	Monofásica cos φ = 0,8	Trifásica cos φ = 1	(t/km) (7)
1 x 16	0,7	6,1	8,7	93	35	1,91	82	69	72	65	73	61	68	57	4,587	3,2612	3,973	0,508
1 x 25	0,9	7,7	10,3	131	41	1,20	110	94	96	85	94	79	86	72	2,936	2,1171	2,542	0,785
1 x 35	0,9	8,6	11,3	166	45	0,868	137	117	118	106	112	94	104	86	2,097	1,5360	1,816	1,036
1 x 50	1	10,1	12,6	193	50	0,641	167	145	143	127	133	112	123	102	1,468	1,1001	1,271	1,390
1 x 70	1,1	11,9	14,4	262	58	0,443	216	187	182	163	163	138	152	125	1,048	0,8095	0,908	1,978
1 x 95	1,1	13,8	15,9	348	64	0,32	263	230	220	197	196	165	179	148	0,773	0,6184	0,669	2,746
1 x 120	1,2	15,3	17,6	421	70	0,253	307	269	256	228	224	189	203	167	0,612	0,5069	0,530	3,365
1 x 150	1,4	17	19,2	518	77	0,206	354	312	279	243	252	211	228	189	0,489	0,4221	0,424	4,179
1 x 185	1,6	19,4	21,6	647	86	0,164	407	359	319	273	284	240	256	211	0,397	0,3580	0,344	5,233
1 x 240	1,7	22,1	24,2	828	97	0,125	482	429	375	319	329	278	295	243	0,306	0,2950	0,265	6,830
1 x 300	1,8	24,3	26,9	1038	135	0,100	558	498	429	366	371	313	332	275	0,245	0,2526	0,212	8,654
1 x 400	2	27	30,1	1301	151	0,0778	673	603	543	488	430	355	398	320	0,183	0,2103	0,159	10,787
1 x 500*	2,2	30,4	34,1	1660	171	0,0605	779	701	625	561	489	403	451	361	0,147	0,1848	0,127	-
1 x 630*	2,4	34,8	38,6	2098	193	0,0469	906	818	722	649	566	461	523	409	0,116	0,1639	0,101	-

*Secciones no certificadas por AENOR.

(1) Valores nominales sujetos sujetos a tolerancias de fabricación.

Todas las intensidades de corriente según tablas de UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52. Todos los valores son para circuitos únicos, **en caso de agrupamiento con otros circuitos hay que aplicar coeficiente de corrección adecuado**. Aplicable a (2), (3), (4) y (5).

(2) Instalación a la sombra en bandeja perforada, bandeja rejilla o escalera de cables al aire. Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España). Tabla B.52.12 (método F).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...). O bajo canal protectora (= bandeja + tapa) en montaje superficial o suspendida. Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España). Tabla B.52.5. Trifásica (T). Tabla B.52.3. Monofásica o continua (M). Método B1.
Para temperatura ambiente de 30 °C, multiplicar las intensidades por 1,1. Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada directamente con resistividad térmica del terreno 2,5 K·m/W y temperatura de 25 °C (estándar en España). Tabla B.52.3 para 2 cables y B.52.5 para 3 cables. Método D2. Para temperatura del terreno de 20 °C, multiplicar los valores por 1,042.

(5) Idem (4) instalación bajo tubo y enterrado. Método D1.

(6) Máximas caídas de tensión (conductor a 90 °C). Valores aproximados.

(7) Incluye el proceso de extracción, producción y transporte de las materias primas, así como el proceso de fabricación en nuestras factorías (cradle to gate). Cálculos aproximados realizados el 28/07/2025.

Prysmian Cables Spain, S.A. podrá, sin previa comunicación, actualizar o modificar unilateralmente el contenido de la presente ficha técnica, incluyendo sin carácter limitativo, especificaciones, características, dimensiones, pesos, materiales, tolerancias y representaciones gráficas. Los ajustes pueden derivar de tolerancias de fabricación, mejora continua del producto o requerimientos normativos. Los datos aquí incluidos tienen carácter informativo y no implican garantía ni compromiso comercial. Las especificaciones finales del producto dependerán de la configuración suministrada en cada caso y de las condiciones pactadas contractualmente.

V1.MAY.26.-W

X-VOLT® AL
RH5Z1-OL/-2OL

Cable de aluminio de Media Tensión con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y pantalla de aluminio longitudinal.

NORMA DE REFERENCIA: UNE-HD 620-10E2 / ENEL Global Standard GSC 001

F_{ca}

APLICACIÓN

X-VOLT® AL RH5Z1-OL es un cable de aluminio y libre de halógenos de Media Tensión para instalaciones fijas.
Adecuado para el transporte y la distribución de energía eléctrica en redes de Media Tensión en instalaciones interiores, exteriores y enterradas.

CONSTRUCCIÓN

Conductor
Aluminio clase 2 según UNE-EN 60228 e IEC 60228.
Opcionalmente, con obturación longitudinal (tipo -2OL).

Pantalla semiconductora interna
Pantalla semiconductora termoestable aplicada sobre el conductor en un proceso de triple extrusión.

Aislamiento
Polietileno reticulado tipo DIX-3 según HD 620-1, color natural. Reticulado en catenaria con atmósfera de nitrógeno.

Pantalla semiconductora externa
Pantalla semiconductora termoestable aplicada sobre el aislamiento en un proceso de triple extrusión. Pelable.

Obturación longitudinal
Cinta hinchable semiconductora, colocada bajo pantalla metálica.

Pantalla metálica
Cinta de aluminio de 0,3 mm de espesor aplicada longitudinalmente sobre la cinta hinchable con un solape mínimo de 5 mm y adherida longitudinalmente y de forma continua a la cubierta exterior.

Cubierta
Polietileno libre de halógenos, tipo DMZ1 según HD 620-1.
Color rojo.

CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas
Media Tensión: 12/20 (24) kV
18/30 (36) kV

Características térmicas
Temperatura máxima del conductor: 90°C.
Temperatura mínima de servicio: -15°C.
Temperatura mínima de instalación: 0 °C.
Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).

Características frente al fuego
Reacción al fuego CPR: F_{ca} según EN 50575.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754-1 / IEC 60754-1.
Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 60754-2 / IEC 60754-2.

Características mecánicas
Radio de curvatura mínimo permanente instalado: 15x diámetro del cable.
Radio de curvatura mínimo durante la instalación: 20x diámetro del cable.
Resistencia a abrasión.
Resistencia a los impactos: AG4. Muy fuerte.

Características medioambientales
Resistencia a los rayos ultravioleta según UNE 211605.
Resistencia al agua: AD8 Sumersión.

Condiciones de instalación
Al aire.
Enterrado.
Entubado.

NORMAS / CERTIFICACIONES

Norma de referencia
UNE-HD 620-10E2 / ENEL Global Standard GSC001

Certificaciones
AENOR / RETIE (18/30 (36) kV)

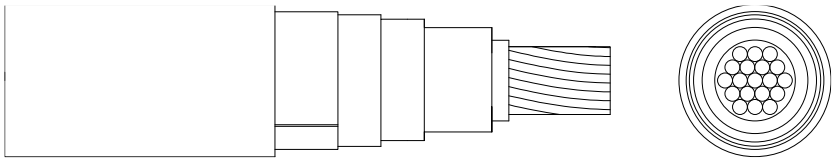
CPR (Reglamento de Productos de la Construcción)
F_{ca}

ventas@topcable.com | www.topcable.com
© 2025 Top Cable - Revisión 11 - 05.05.2025 | Emitido por ECC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

X-VOLT® AL
RH5Z1-OL/-2OL

DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



X-VOLT® RH5Z1-OL/-2OL 12/20 (24) kV												
Sección (mm²)	**Diámetro Conductor (mm)**	**Diámetro aislamiento (mm)**	**Diámetro exterior (mm)**	**Ancho cinta (mm)**	**Resistencia máx. pantalla 20°C (Ω/km)**	**Peso (Kg/Km)**	**R máx. 20°C (Ω/km)**	**X (Ω/km)**	**C (µF/km)**	**Aire libre (A) [1]**	**Enterrado (A) [2]**	**Entubado (A) [3]**
1 x 50	7,9	17,9	25,8	70	1,551	610	0,641	0,134	0,199	184	152	144
1 x 70 *	10,1	20,1	28,0	80	1,379	730	0,443	0,123	0,234	230	186	180
1 x 95	11,1	21,1	29,0	80	1,344	825	0,320	0,120	0,250	280	221	210
1 x 120 *	12,9	22,9	30,8	90	1,260	950	0,253	0,114	0,277	324	252	240
1 x 150	14,0	24,0	31,9	90	1,186	1.050	0,206	0,111	0,295	368	281	267
1 x 185	15,5	25,5	33,4	100	1,045	1.190	0,164	0,107	0,319	424	317	303
1 x 240	17,9	27,9	35,8	110	1,008	1.415	0,125	0,103	0,256	502	367	351
1 x 300 *	20,2	30,2	38,1	120	0,943	1.645	0,100	0,099	0,392	577	414	397
1 x 400	22,8	33,4	41,3	130	0,876	1.995	0,0778	0,097	0,442	673	470	451
1 x 500 *	26,4	36,9	44,8	130	0,817	2.335	0,0605	0,092	0,423	777	542	519
1 x 630	29,9	40,4	48,3	145	0,749	2.835	0,0469	0,089	0,551	895	615	588
1 x 800 *	34,1	45,4	53,5	165	0,665	3.510	0,0367	0,088	0,678	1.036	700	670
3 x 1 x 95	11,1	21,1	62,4	80	1,344	2.500	0,320	0,120	0,250	280	221	210
3 x 1 x 150	14,0	24,0	67,3	90	1,186	3.085	0,206	0,111	0,295	368	281	267
3 x 1 x 185	15,5	25,5	71,8	100	1,045	3.605	0,164	0,107	0,319	424	317	303
3 x 1 x 300 *	20,2	30,2	81,9	120	0,943	4.975	0,100	0,099	0,392	577	414	397
3 x 1 x 400	22,8	33,4	88,8	130	0,876	6.050	0,0778	0,097	0,442	673	470	451

* Cable basado en UNE-HD 620-10E2

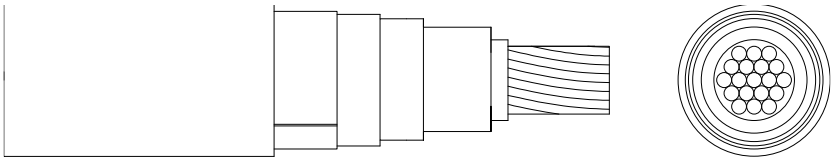
[1] Instalación al aire libre según IEC 60502-2: tres cables unipolares en formación de trébol y temperatura ambiente de 30 °C; protegidos de la radiación solar directa y con ventilación adecuada (apoyados en tacos y perchas o en bandeja perforada).
[2] Instalación enterrada según IEC 60502-2: tres cables unipolares en formación de trébol directamente enterrados a una profundidad de 0,8 m, temperatura del suelo de 20 °C y resistividad térmica del suelo de 1,5 K-m/W.
[3] Instalación enterrada según IEC 60502-2: tres cables unipolares (un cable por tubo) en formación de trébol y tubos enterrados en contacto mutuo a una profundidad de 0,8 m, temperatura del suelo de 20 °C, resistividad térmica del suelo de 1,5 K-m/W y resistividad térmica del tubo de 1,2 K-m/W.

La reactancia (X) se calcula a 50 Hz y para tres cables unipolares (en forma de triángulo o trébol).
Los valores de capacitancia (C) se calculan en base a los datos dimensionales de los cables que se encuentran en esta especificación.
En todos los casos se supone un circuito trifásico.

© 2025 Top Cable - Revisión 11 - 05.05.2025 | Emitido por ECC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

X-VOLT® AL
RH5Z1-OL/-2OL



X-VOLT® RH5Z1-OL/-2OL 18/30 (36) kV												
Sección (mm²)	**Diámetro Conductor (mm)**	**Diámetro aislamiento (mm)**	**Diámetro exterior (mm)**	**Ancho cinta (mm)**	**Resistencia máx. pantalla 20°C (Ω/km)**	**Peso (Kg/Km)**	**R máx. 20°C (Ω/km)**	**X (Ω/km)**	**C (µF/km)**	**Aire libre (A) [1]**	**Enterrado (A) [2]**	**Entubado (A) [3]**
1 x 50	7,9	22,1	30,5	90	1,260	795	0,641	0,143	0,153	184	152	144
1 x 95	11,1	25,3	33,2	100	1,045	1.035	0,320	0,128	0,188	280	221	210
1 x 120 *	12,9	27,1	35,0	100	1,027	1.160	0,253	0,122	0,207	324	252	240
1 x 150	14,0	28,2	36,1	110	1,008	1.260	0,206	0,119	0,220	368	281	267
1 x 185	15,5	29,7	37,6	110	0,960	1.420	0,164	0,115	0,236	424	317	303
1 x 240	17,9	32,1	40,0	120	0,877	1.660	0,125	0,110	0,262	502	367	351
1 x 300 *	20,2	34,4	42,3	130	0,826	1.890	0,100	0,106	0,287	577	414	397
1 x 400	22,8	37,6	45,5	140	0,775	2.270	0,0778	0,103	0,321	673	470	451
1 x 500 *	26,4	41,1	49,0	150	0,726	2.635	0,0605	0,098	0,358	777	542	519
1 x 630	29,9	44,6	52,5	165	0,672	3.150	0,0469	0,095	0,395	895	615	588
1 x 800 *	34,1	49,6	57,7	185	0,627	3.865	0,0367	0,092	0,448	1.036	700	670
1 x 1000 *	38,4	53,9	62,0	190	0,571	4.600	0,0291	0,089	0,494	1.188	795	757
3 x 1 x 95	11,1	25,3	71,4	100	1,045	3.135	0,320	0,128	0,188	280	221	210
3 x 1 x 150	14,0	28,2	77,6	110	1,008	3.825	0,206	0,119	0,220	368	281	267
3 x 1 x 185	15,5	29,7	80,8	110	0,960	4.300	0,164	0,115	0,236	424	317	303
3 x 1 x 240	17,9	32,1	86,0	120	0,877	5.025	0,125	0,110	0,262	502	367	351
3 x 1 x 300 *	20,2	34,4	90,9	130	0,826	5.730	0,100	0,106	0,287	577	414	397
3 x 1 x 400	22,8	37,6	97,8	140	0,775	6.870	0,0778	0,103	0,321	673	470	451
3 x 1 x 500 *	26,4	41,1	105,4	150	0,726	7.975	0,0605	0,098	0,358	777	542	519
3 x 1 x 630	29,9	44,6	112,9	165	0,672	9.545	0,0469	0,095	0,395	895	615	588

* Cable basado en UNE-HD 620-10E2

[1] Instalación al aire libre según IEC 60502-2: tres cables unipolares en formación de trébol y temperatura ambiente de 30 °C; protegidos de la radiación solar directa y con ventilación adecuada (apoyados en tacos y perchas o en bandeja perforada).
[2] Instalación enterrada según IEC 60502-2: tres cables unipolares en formación de trébol directamente enterrados a una profundidad de 0,8 m, temperatura del suelo de 20 °C y resistividad térmica del suelo de 1,5 K-m/W.
[3] Instalación enterrada según IEC 60502-2: tres cables unipolares (un cable por tubo) en formación de trébol y tubos enterrados en contacto mutuo a una profundidad de 0,8 m, temperatura del suelo de 20 °C, resistividad térmica del suelo de 1,5 K-m/W y resistividad térmica del tubo de 1,2 K-m/W.

La reactancia (X) se calcula a 50 Hz y para tres cables unipolares (en forma de triángulo o trébol).
Los valores de capacitancia (C) se calculan en base a los datos dimensionales de los cables que se encuentran en esta especificación.
En todos los casos se supone un circuito trifásico.

© 2025 Top Cable - Revisión 11 - 05.05.2025 | Emitido por ECC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

X-VOLT® AL
RH5Z1-OL/-2OL

INTENSIDADES EN CORTOCIRCUITO

Tiempo (s)	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
A/mm²	299	211	173	134	94	77	67	60	55

MÁXIMA INTENSIDAD DE CORRIENTE EN LA PANTALLA, SEGÚN UNE 21192, TOMANDO 75°C COMO TEMPERATURA INICIAL Y 150°C COMO TEMPERATURA FINAL

	Ancho cinta (mm)	Tiempo (s)			
		0,2	0,5	1	2
Corriente máxima de cortocircuito en pantalla metálica (kA)	70	3,98	2,77	2,14	1,69
	85	4,84	3,36	2,60	2,05
	95	5,41	3,75	2,91	2,29
	100	5,69	3,95	3,06	2,41
	110	6,26	4,35	3,37	2,65
	120	6,83	4,75	3,67	2,90
	130	7,40	5,14	3,98	3,14
	140	7,97	5,54	4,29	3,38
	150	8,54	5,93	4,59	3,62
	160	9,11	6,33	4,90	3,86
	165	9,40	6,53	5,05	3,98
	185	10,5	7,32	5,67	4,47
	190	10,8	7,52	5,82	4,59

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL AIRE

T. Aire (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Factor	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO

T. Terreno (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Factor	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76

© 2025 Top Cable - Revisión 11 - 05.05.2025 | Emitido por ECC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

X-VOLT® AL
RH5Z1-OL/-2OL

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDADES TÉRMICAS DEL TERRENO EN CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Resistencia térmica (K·m/W)	0,8	1	1,5	2	2,5	3
50 mm²	1,26	1,16	1	0,89	0,81	0,74
95 mm²	1,28	1,18	1	0,89	0,80	0,74
120 mm²	1,28	1,18	1	0,88	0,80	0,74
150 mm²	1,28	1,18	1	0,88	0,80	0,74
185 mm²	1,29	1,18	1	0,88	0,80	0,74
240 mm²	1,29	1,18	1	0,88	0,80	0,73
300 mm²	1,30	1,19	1	0,88	0,80	0,73
400 mm²	1,30	1,19	1	0,88	0,79	0,73

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDADES TÉRMICAS DEL TERRENO EN CABLES ENTUBADOS

Resistencia térmica (K·m/W)	0,8	1	1,5	2	2,5	3
50 mm²	1,18	1,12	1	0,91	0,84	0,78
95 mm²	1,19	1,13	1	0,91	0,84	0,78
120 mm²	1,20	1,13	1	0,91	0,84	0,78
150 mm²	1,20	1,13	1	0,91	0,84	0,78
185 mm²	1,21	1,14	1	0,90	0,83	0,77
240 mm²	1,21	1,14	1	0,90	0,83	0,77
300 mm²	1,21	1,14	1	0,90	0,83	0,77
400 mm²	1,21	1,14	1	0,90	0,83	0,77

Otros factores de corrección (para agrupamiento de cables, para corrientes harmónicas), que no están en la especificación, pueden ser aplicados. Puede encontrar más Información en IEC 60502-2.

© 2025 Top Cable - Revisión 11 - 05.05.2025 | Emitido por ECC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

Catalog
HA 35.41 ·
2026

MEDIUM-VOLTAGE SWITCHGEAR

Fixed-Mounted Circuit-Breaker Switchgear **Type NXPLUS C up to 36 kV**, Gas-Insulated

siemens.com/nxplusc

SIEMENS

Applications

Typical uses

Typical uses:

Public power supply system

Offshore

NXPLUS C switchgear 20 kV (example Data Center Germany)

Typical uses:

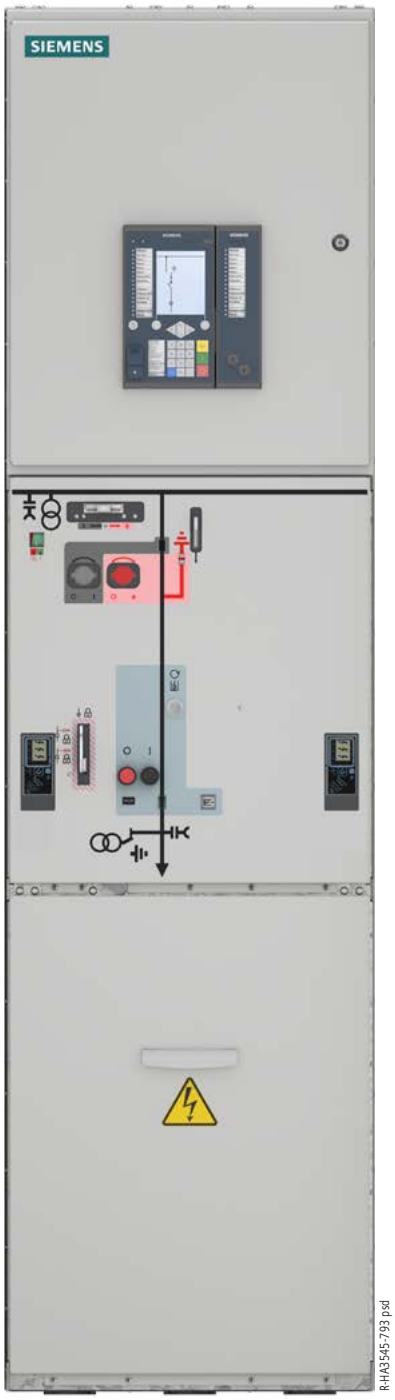
Industry

Offshore

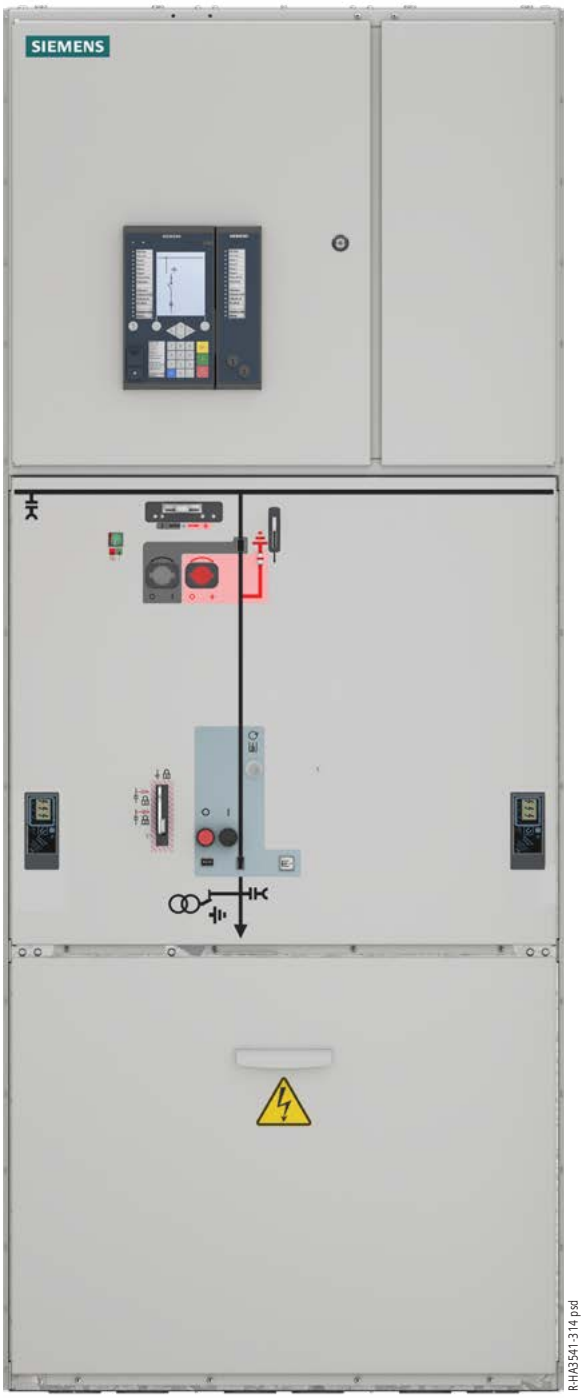
Applications

Types

Circuit-breaker panel 450 mm



Circuit-breaker panel 600 mm



Circuit-breaker panel 900 mm

Typical uses

Fixed-mounted circuit-breaker switchgear NXPLUS C is a factory-assembled, type-tested, metal-enclosed, SF_6-insulated switchgear with metallic partitions [3] for single-busbar and double-busbar applications for indoor installation.

It is used in transformer and switching substations, e.g., in:

- Power supply companies
- Power stations
- Cement industry
- Automobile industry
- Iron and steel works
- Rolling mills
- Mining industry
- Textile, paper and food industries
- Chemical industry
- Petroleum industry
- Pipeline installations
- Offshore installations
- Electrochemical plants
- Petrochemical plants
- Shipbuilding industry
- Diesel power plants
- Emergency power supply installations
- Lignite open-cast mines
- Traction power supply systems.

Ratings

Electrical data (maximum values) and dimensions

Rated voltage	kV	7.2	12	15	17.5	24	36	38
Rated frequency	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	20 [1]	28 [2]	36	38	50	70	70
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	60 [1]	75 [2]	95	95	125	170	150 [5]
Rated peak withstand current	kA	80/82	80/82	80/82	80/82	63/65	63/65	63/65
Rated short-circuit making current	kA	80/82	80/82	80/82	80/82	63/65	63/65	63/65
Rated short-time withstand current 3 s	kA	31.5	31.5	31.5	31.5	25	25	25
Rated short-circuit breaking current	kA	31.5	31.5	31.5	31.5	25	25	25
Rated continuous current of the busbar	A	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Rated continuous current of the feeders	A	2500	2500	2500	2500	2500	1250	1250
Width	mm	300 [4]	300 [4]	300 [4]	300 [4]	300 [4]	300 [4]	300 [4]
	mm	450	450	450	450	450	–	–
	mm	600	600	600	600	600	600	600
	mm	900	900	900	900	900	900	900
Depth	mm	1225	1225	1225	1225	1225	1225	1225
Height	mm	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250

1) 32 kV/60 kV according to some national requirements
2) 42 kV/75 kV according to some national requirements
3) Corresponds to "metal-clad" according to former standard IEC 60298
4) Only dummy panel
5) Higher rated lightning impulse withstand voltage of 170 kV available

Type approval

NXPLUS C switchgear has been type-approved by the following classification societies:

- DNV GL
- American Bureau of Shipping (ABS)

The switchgear is therefore also approved for application on ships and platforms.

National approval by Intertek

The corresponding national approvals for the USA and Canada (approval number: 5022522) are available at Intertek. Thus, the NXPLUS C switchgear fulfills the main requirements of the US-American IEEE Standard and the Canadian CSA Standard.