PROYECTO DE HIBRIDACIÓN

"PSFV LA TORIBIA I"

1.000 KW

Polígono Nº2, parcela Nº5 y 6 13700

T.M. de TOMELLOSO (Ciudad Real)

PROMOTOR: EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS MATEO NAVARRÓN, S.L.

EMPLAZAMIENTO: TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL

REV. Nº 00

10 JUNIO 2026

EMPRESAS COLABORADORAS:

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

PROYECTO:	PROYECTO DE HIBRIDACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LA TORIBIA I" DE 1.000 KW
EMPLAZAMIENTO:	TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL
PROMOTOR:	EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS MATEO NAVARRÓN, S.L CIF: B-13563556 Calle Benisanó 9 Bajo, 46183, L'Eliana (Valencia) Contacto: Gonzalo Jorge Navarro Paulo Teléfono: +34 699 424 622 E-mail: gonzalo.navarro@pvingen.com
AUTOR:	GONZALO JORGE NAVARRO PAULO INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado nº 7507 del COIICV PV INGENERGY SOLUTIONS S.L. Plaça de l'Ajuntament 6, piso 8, puerta 15, 46002 València Teléfono: +34 699 424 622 E-mail: gonzalo.navarro@pvingen.com

Este documento contiene información del propietario y no puede ser duplicado, modificado o revelado a terceras partes para otro uso que no sea el relativo a este proyecto y el propósito para el cual ha sido destinado sin el consentimiento escrito de Explotaciones agrícolas Mateo Navarrón S.L.

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

- ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
- ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
- ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

DECLARACIÓN RESPONSABLE

A) DATOS DEL TÉCNICO AUTOR:

- Nombre: **Gonzalo Jorge Navarro Paulo**
- Dirección: Plaça de l'Ajuntament 6, piso 8, puerta 15, 46002 València
- Teléfono: 699 424 622
- Titulación: **Ingeniero Industrial**
- Dirección electrónica: gonzalo.navarro@pvingen.com
- Colegio profesional: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana (COIICV)
- Número de colegiado: 7507

B) DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE QUE ELABORA EL PROYECTO:

Declaro bajo mi responsabilidad que:

- Poseo la titulación indicada en el apartado A.
- De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación, tengo competencia para la redacción y firma del proyecto técnico administrativo denominado: PROYECTO DE HIBRIDACIÓN DE INSTALACION FOTOVOLTAICA "LA TORIBIA I" DE 1.000KW
- Cumplo con los requisitos legales establecidos para el ejercicio de la profesión
- No estoy inhabilitado, ni administrativamente, ni judicialmente, para la redacción y firma de dicho proyecto.

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

Valencia, 10 de junio de 2026

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:20:49 +02'00'

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

- ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
- ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
- ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES 8
2 OBJETO E INTRODUCCIÓN 10
3 NORMATIVA APLICABLE 12
3.1 Antecedentes 12
3.2 Normativa de carácter europeo 15
3.3 Normativa de carácter nacional 15
3.4 Normativa UNE 17
3.5 Otras normativas 18
4 LOCALIZACIÓN 18
5 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 23
6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 24
6.1 Resumen de los sistemas de la planta 25
6.2 Resumen de datos de ocupación y obra civil 29
7 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO 31
7.1 Generalidades 31
7.2 Celda de batería 31
7.3 Packs 32
7.4 Racks 33
7.5 Contenedor BESS 34
7.6 BMS (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM) 36
7.7 PPC/EMS (POWER PLANT CONTROLLER / ENERGY MANAGEMENT SYSTEM) 37
7.8 Transformador de baja tensión 38
7.9 Convertidor de Potencia (PCS) 38
7.10 Red de cableado e interconexión en baja tensión 41
7.10.1 Criterios generales 41
7.10.2 Cableado de continua 42
7.10.3 Cableado de AC 43
7.11 Protecciones eléctricas en baja tensión 44
7.11.1 Protección contra sobretensiones y subtensiones 44
7.11.2 Protección contra sobrefrecuencias y subfrecuencias 45
7.11.3 Protección contra contactos directos e indirectos 45
7.12 Sistemas de control, comunicaciones y servicios auxiliares 45
7.12.1 Sistemas de medida 45
7.12.2 Sistema de control, monitorización y comunicaciones 46

7.12.3 Sistema de servicios auxiliares 48
7.13 Obra civil 49
7.13.1 Movimientos de tierras 49
7.13.2 Viales 50
7.13.3 Cimentaciones de edificios 51

1 ANTECEDENTES

El 15 de diciembre de 2020 se presenta a la Dirección General de Transición Energética de Ciudad Real el proyecto visado con número 2020209211-07 del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real proyecto de ejecución el cual tiene por nombre "PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 999.68 KW CONECTADA EN M.T. (15KV) A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMPAÑÍA"

El 13 de junio de 2022 se emite resolución de la Dirección General de Transición Energética, sobre autorización administrativa previa y de construcción de la instalación solar fotovoltaica de referencia y sus infraestructuras de evacuación. Expediente 13270209216.

Con el objeto de solicitar autorización administrativa de construcción incluyendo todos los cambios derivados del avance en la tecnología fotovoltaica, el 28 de Julio de 2022 se presenta a la Dirección General de Transición Energética de Ciudad Real el proyecto visado con número 2020209211-07 del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real de la adenda de modificaciones el cual tiene por nombre "ANEXO A PROYECTO DE INSTALACION FOTOVOLTAICA DE 999.68 KW CONECTADA EN M.T. (15KV) A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMPAÑÍA" y se presenta solicitud de autorización administrativa previa y autorización administrativa de construcción.

El 19 de octubre de 2022 se emite resolución de la Dirección General de Transición Energética, autorizando todos los cambios al proyecto original y **concediendo la autorización administrativa previa y de construcción sobre las modificaciones** de la instalación solar fotovoltaica de referencia y sus infraestructuras de evacuación.

A principios de 2024 se inició la construcción de la planta fotovoltaica "PSFV LA TORIBIA I". Una vez finalizadas las obras, se llevaron a cabo los trámites administrativos necesarios para su puesta en servicio y operación, cuyo detalle se expone a continuación.

Con fecha 30 de octubre de 2024, la Delegación Provincial de la Consejería de Desarrollo Sostenible de Ciudad Real emitió la resolución favorable de la Autorización Administrativa de Explotación (AAE) de la planta fotovoltaica "PSFV LA TORIBIA I".

Posteriormente, el 7 de enero de 2025, la Dirección General de Transición Energética notificó la resolución provisional de inscripción de la instalación en el Registro Autonómico de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPEE). Desde la obtención de dicha resolución, la planta se encuentra en operación.

Finalmente, con fecha 13 de mayo de 2025, se recibió la resolución definitiva de inscripción en el RAIPEE, quedando completado el proceso administrativo para la explotación de la instalación.

Con esta situación, el promotor se plantea realizar la hibridación del parque solar fotovoltaico en operación existente con un sistema de almacenamiento de baterías y cuya descripción se recoge en el presente proyecto. A continuación, se describe brevemente el estado de la instalación fotovoltaica existente y la nueva instalación de almacenamiento en baterías para realizar la hibridación junto con las modificaciones pertinentes.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EXISTENTE

La presente tramitación tiene como punto de partida la planta solar fotovoltaica existente denominada "PSFV LA TORIBIA I", actualmente en explotación y debidamente autorizada, localizada el término municipal de Tomelloso, Ciudad Real, en las parcelas Nº 5 y 6 del polígono Nº 2, con una potencia instalada de 1.305,72

kWp, compuesta por 2.106 módulos fotovoltaicos de 670 Wp cada uno, organizados en 81 strings de 22 módulos por string. Los módulos están dispuestos sobre estructuras de seguidor de 1 eje Norte-Sur, por 3 inversores de tipo string, con potencia nominal de 320 kW a 40 °C cada uno y tensión de salida de 0,8 kV, y un centro de transformación 15/0,8 kV de 1250 kVA, un centro de protección y medida y un centro de seccionamiento. La evacuación se realizará a través de una línea subterránea en media tensión de 15 kV de sección 3x240 mm² Al RHZ1-2OL 12/20 kV, mediante bucle de salida y entrada de 96 metros, hasta el punto de entronque Entrada/salida - Apoyo 72, línea 15 kV SOC711 ZANCARA.

DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN DE HIBRIDACIÓN CON ALMACENAMIENTO

La nueva instalación de hibridación de este proyecto consiste en la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías, compuesto por un contenedor de baterías con una capacidad de 5 MWh, un convertidor de potencia (PCS) de 1.250 kVA y un transformador elevador de baja tensión de 1.250 kVA con una relación de transformación de 0,69/0,8 kV.

La integración de este sistema requiere la **modificación del cuadro general de baja tensión (0,8kV) de la planta fotovoltaica**. En este contexto, se prevé la instalación de un nuevo cuadro eléctrico destinado a albergar los equipos asociados al sistema de almacenamiento, así como los distintos puntos de medida exigidos por la normativa vigente.

La presente actuación surge desde Explotaciones Agrícolas Mateo Navarrón, SL y tiene por objetivo optimizar el aprovechamiento de la energía renovable generada por la planta fotovoltaica existente mediante la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía con baterías, lo que contribuye a una mayor eficiencia energética, a una mejor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico y al cumplimiento de los objetivos de descarbonización. Asimismo, el proyecto presenta importantes beneficios de carácter técnico, económico, ambiental y social:

1. Permite maximizar el aprovechamiento de la energía generada por la planta fotovoltaica, almacenando los excedentes de producción para su posterior utilización en los periodos de mayor demanda o de menor generación.
2. Favorece una buena gestión energética de la instalación, aportando mayor flexibilidad operativa y una integración más eficiente de la energía renovable en la red eléctrica.
3. Optimiza el uso de las infraestructuras de evacuación existentes, evitando la necesidad de nuevas ocupaciones del territorio y reduciendo el impacto asociado al desarrollo de nuevas instalaciones.
4. Contribuye a mejorar la estabilidad y la calidad del suministro eléctrico, reduciendo las fluctuaciones derivadas de la variabilidad inherente de la generación solar fotovoltaica.
5. Favorece el cumplimiento de los objetivos nacionales y europeos en materia de transición energética, de penetración de energías renovables y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
6. Genera actividad económica en el entorno local durante las fases de ejecución, operación y mantenimiento de la instalación, promoviendo la contratación de empresas y servicios locales.
7. Refuerza el valor estratégico de la planta fotovoltaica existente, prolongando su competitividad y contribuyendo al desarrollo de un modelo energético más eficiente, sostenible y resiliente.

La implantación del sistema de almacenamiento permitirá aumentar el valor energético y ambiental de la instalación, aportando beneficios tanto al sistema eléctrico como al municipio de Tomelloso y a la provincia de Ciudad Real, al favorecer una utilización más eficiente de los recursos renovables disponibles, así como de otros aspectos ya descritos.

El titular de la instalación y actividad que se pretende desarrollar es **EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS MATEO NAVARRÓN, S.L.** con C.I.F: B-13563556 y domicilio en calle Benisanó 9 bajo, 16183 L'Eliana (Valencia).

2 OBJETO E INTRODUCCIÓN

El objeto de este proyecto es presentar las características principales de un proyecto de hibridación de una planta solar fotovoltaica con instalaciones de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS). Como punto de partida, se indicará la potencia concedida en el punto de conexión de la planta fotovoltaica, de acuerdo con la actualización de los permisos de acceso y conexión que contempla la incorporación de la instalación de almacenamiento y la potencia instalada según la definición incorporada en el Real Decreto 997/2025. A partir de esta información, se desarrollarán las características técnicas y operativas de la solución de hibridación propuesta.

JUSTIFICACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA DE LA INSTALACIÓN HÍBRIDA FV+BESS SEGÚN RD 997/2025

1. Módulo de Generación Fotovoltaica

1.1 Potencia de los módulos fotovoltaicos

La instalación se compone de 2106 módulos fotovoltaicos bifaciales de 620Wp.

Según el artículo 5.2 del RD 997/2025, para módulos fotovoltaicos bifaciales debe considerarse una potencia equivalente de 1.15 veces la potencia de la cara frontal de los módulos. En este caso la potencia instalada de módulos quedaría como sigue:

Potencia instalada de módulos = 2106 x 620 x 1.15 / 1000 = 1.501,55 kW

1.2 Potencia de los inversores de fotovoltaica

La planta dispone de 3 inversores de potencia unitaria 320kVA (@40ºC). Para el cálculo se considera un factor de potencia igual a la unidad.

Potencia instalada de inversores = 3 x 320 = 960 kW

La potencia instalada del módulo de generación fotovoltaica es la menor entre las cantidades anteriormente mencionadas. Por tanto, la potencia instalada del módulo de generación FV según RD997 es de 960kW.

2. Módulo de almacenamiento (BESS)

La instalación está compuesta de un contenedor de baterías de 5.016kWh, un convertidor de potencia (PCS) de 1.250 kVA y un transformador elevador de 1250kVA con relación de transformación de 690 a 800V.

Según el artículo 5.3 del RD 997/2025, la potencia instalada del módulo de almacenamiento debe ser la menor entre:

a) Potencia activa máxima de celdas de baterías: En este caso tenemos un sistema de baterías de 5016 kWh con celdas unitarias de 1 kWh (3.2V x 314Ah) en configuración 12P416S, con celdas diseñadas para

operar en un ratio máximo de carga/descarga de 0.5C, es decir, del 50% de la capacidad nominal, por tanto, la potencia máxima activa de carga o descarga del conjunto de celdas es de 2.508 kW

b) Potencia máxima del convertidor de potencia (PCS) o inversor de baterías a 40ºC: 1.250 kW

c) Potencia máxima del transformador 0,69/0,8 kV: 1.250 kW

La potencia instalada del módulo de almacenamiento es la menor entre las cantidades anteriormente mencionadas. Por tanto, la potencia instalada del módulo de almacenamiento según el RD 997 es de 1.250kW.

3. Potencia instalada FV+BESS

La potencia instalada del conjunto será la suma de ambos módulos de generación en paralelo que es de 2.210 kW

4. Aplicación del transformador común de evacuación

Ambos módulos (FV y BESS) se conectan en paralelo a un cuadro de Baja Tensión a 800V y evacúan la energía a través de un único transformador común de 1250k, que eleva la tensión desde 800V a la tensión del POC 15kV.

Según el artículo 5.4 del RD 997/2025, cuando varios módulos comparten un mismo transformador de evacuación, la potencia instalada del conjunto queda limitada por la menor entre:

- La suma de las potencias instaladas de los módulos 2.210 kW
- La potencia del transformador común 1.250 kVA o 1250 kW con factor de potencia unidad

Por tanto, la potencia instalada de la instalación híbrida será de 1.250 kW

Por tanto, las potencias tanto administrativas como en el punto de conexión quedan como siguen:

- **Potencia Instalada s/RD997/2025: 1.250 kW**
- **Capacidad de Acceso concedida s/Permisos de AyC: 1.000 kW**

Por otro lado, en este documento se definen los aspectos técnicos, económicos y constructivos relativos a la hibridación de la planta solar fotovoltaica existente «PSFV LA TORIBIA I» mediante la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS), constituyendo la documentación base para la obtención de las autorizaciones, licencias y permisos requeridos por los organismos competentes.

La actuación proyectada se desarrolla sobre la planta fotovoltaica «PSFV LA TORIBIA I», ubicada en el término municipal de Tomelloso (Ciudad Real), actualmente en explotación y conectada a la red eléctrica. La instalación dispone de una Capacidad de Acceso de Generación concedida de 1.000 kW en el punto de conexión.

La hibridación propuesta consiste en la implantación de un sistema de almacenamiento de energía formado por un contenedor de baterías con una capacidad de almacenamiento de 5 MWh, un sistema de conversión de potencia (PCS) de 1.250 kVA con tensión de salida en 0,69 kV, un transformador elevador de baja tensión de 1.250 kVA con una relación de transformación de 0,69/0,8 kV, un cuadro general de seccionamiento, protección y medida que agrupará la generación fotovoltaica y de baterías en el nivel de tensión de 0,8 kV, que conecta al transformador de elevación existente de 1.250 kVA con relación de transformación 15/0,8 kV. El nuevo cuadro general de baja tensión en 0,8 kV dispondrá de puntos de medida diferenciados para i)

la generación fotovoltaica, ii) la generación/demanda de almacenamiento, y iii) la alimentación del consumo de servicios auxiliares del almacenamiento, según los establecido en las normas del Operador de Red (REE).
.

La nueva hibridación también contará con un sistema de control (PPC/EMS) que permitirá simultáneamente la gestión óptima de los flujos de energía en cada momento y la controlabilidad de los módulos de generación de la planta por parte del Operador de Red a través de la adscripción a un Centro de Control de Generación y Demanda, según la normativa vigente.

La incorporación del sistema de almacenamiento permitirá optimizar el aprovechamiento de la energía generada por la planta fotovoltaica, aumentando su flexibilidad operativa y favoreciendo una gestión más eficiente de la energía producida. Asimismo, contribuirá a mejorar la integración de la generación renovable en la red eléctrica, permitiendo desplazar energía de periodos de elevada producción solar a periodos de mayor demanda o de menor generación.

La instalación híbrida resultante mantendrá las condiciones de acceso y conexión otorgadas a la planta fotovoltaica e incorporará los sistemas de control y gestión necesarios para garantizar el cumplimiento de las limitaciones de potencia establecidas por la normativa vigente y por el Operador de Red. A tal efecto, el sistema de control de planta coordinará la operación conjunta de la generación fotovoltaica y del sistema de almacenamiento, asegurando en todo momento el cumplimiento de las consignas de potencia activa y reactiva, así como de las condiciones técnicas de conexión aplicables.

El alcance general del presente documento incluye:

- La descripción del emplazamiento.
- La descripción general de los elementos que conforman la nueva instalación de hibridación, mencionando los componentes más importantes de la planta fotovoltaica existente e indicando las características técnicas de los equipos y sistemas nuevos a instalar.
- Planos.
- Una estimación de presupuestos.
- Un cronograma de la ejecución del proyecto
- Anexos de cálculo
- Pliego de condiciones
- Estudio de Seguridad y Salud
- Gestión de residuos
- Plan de desmantelamiento

3 NORMATIVA APLICABLE

3.1 Antecedentes

La ***Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico***, supuso el inicio del proceso de liberalización progresiva del sector mediante la apertura de las redes a terceros y el establecimiento de un

mercado organizado de negociación de la energía. En su regulación conformó el régimen especial de producción de energía eléctrica aplicable a la electricidad generada mediante fuentes de energía renovables.

Posteriormente fue modificada por la Ley 17/2007 de 4 de julio para adaptarla a la Directiva sobre el Mercado Interior de la Electricidad.

Estas previsiones legales fueron luego desarrolladas en sucesivas normas reglamentarias hasta la aprobación del vigente ***Real Decreto-Ley 9/2013***, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. El mismo incorpora un mandato al Gobierno para aprobar un nuevo régimen jurídico y económico para las instalaciones de producción de energía eléctrica existentes a partir de fuentes de energía renovables.

Tras dieciséis años desde la entrada en vigor de la Ley 54/1997 se han producido cambios fundamentales en el sector eléctrico que motivan la necesidad de dotar al sistema eléctrico de una nueva regulación legal. Dentro del proceso de reforma del sector eléctrico se encuadra el Real Decreto-Ley 9/2013 de 12 de julio y, la aprobación de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, norma básica que en la actualidad regula la estructura y el funcionamiento del sector.

La ***Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico***, tiene como finalidad básica establecer la regulación del sector eléctrico garantizando el suministro eléctrico con los niveles necesarios de calidad y al mínimo coste posible, asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna.

La elevada penetración de las tecnologías de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, incluidas en el denominado régimen especial de producción de energía eléctrica, ha ocasionado la necesidad de una regulación unificada que contemple a estas instalaciones de manera análoga a la del resto de tecnologías que se integran en el mercado, abandonándose los conceptos diferenciados de régimen ordinario y especial.

El régimen retributivo de las energías renovables, cogeneración y residuos se basará en la necesaria participación en el mercado de estas instalaciones, complementando los ingresos de mercado con una retribución regulada específica que permita a estas tecnologías competir en nivel de igualdad con el resto de las tecnologías en el mercado.

De acuerdo con este nuevo marco, se aprueba el ***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. Este Real Decreto determina la metodología del régimen retributivo específico, que será de aplicación a las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables a las que les sea otorgado.

Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio**,** por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

Este Real Decreto-ley aprueba una batería de medidas para impulsar, de forma ordenada y rápida, la transición energética hacia un sistema eléctrico 100% renovable y favorecer la reactivación económica en línea con el Pacto Verde Europeo. La norma elimina barreras para el despliegue masivo de fuentes renovables, define nuevos modelos de negocio y fomenta la eficiencia energética, entre otras cuestiones. Con ello, y en el contexto de la recuperación tras el COVID19, se establece un marco estable que permitirá

a España aprovechar su potencial, en términos de generación de empleo y actividad económica, ligado a una transición energética limpia, justa, fiable y económicamente competitiva. Al tiempo, el marco permitirá reducir la factura de la electricidad dado que las renovables son la fuente de generación más barata.

Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre**,** de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Este Real Decreto regula el procedimiento de acceso y conexión de las instalaciones de generación, almacenamiento y demanda a las redes eléctricas. Esta norma establece las condiciones técnicas y administrativas para la obtención, modificación y mantenimiento de los permisos de acceso y conexión, así como el tratamiento específico de las instalaciones híbridas que comparten infraestructuras de evacuación o puntos de conexión existentes.

En el caso de la hibridación mediante la incorporación de un sistema de almacenamiento con baterías (BESS) a una planta solar fotovoltaica existente, el Real Decreto 1183/2020 contempla la posibilidad de integrar nuevas tecnologías de generación o almacenamiento sobre instalaciones ya autorizadas, permitiendo el aprovechamiento de las infraestructuras de conexión existentes, siempre que se respeten las condiciones técnicas del punto de conexión otorgado y se garantice el cumplimiento de los requisitos establecidos por el gestor de la red.***Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre*****,** por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico.

Este Real Decreto introduce diversas medidas destinadas a reforzar la resiliencia y estabilidad del sistema eléctrico, así como a facilitar la integración de nuevas instalaciones de generación renovable y almacenamiento. Entre otros aspectos, el Real Decreto establece criterios específicos para la determinación de la potencia instalada de los módulos de generación y almacenamiento, así como para las instalaciones híbridas que comparten infraestructuras de conexión y evacuación.

En el caso de las instalaciones híbridas, la norma define la metodología para el cálculo de la potencia instalada de cada módulo de generación y almacenamiento, considerando las características nominales de los equipos principales que los integran, así como las limitaciones derivadas de los elementos comunes de evacuación. Estos criterios permiten una definición homogénea de la potencia instalada a efectos de autorización administrativa y registro de las instalaciones.

Real Decreto 88/2026, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento general de suministro, comercialización y agregación de energía eléctrica.

Esta disposición incorpora mecanismos destinados a favorecer la integración de nuevos recursos energéticos distribuidos, entre ellos los sistemas de almacenamiento de energía, el autoconsumo, la gestión activa de la demanda y la participación de agentes agregadores en los mercados eléctricos. Asimismo, promueve una mayor flexibilidad y eficiencia en la operación del sistema eléctrico, facilitando la incorporación progresiva de tecnologías que contribuyan a la estabilidad de la red y a una mayor penetración de energías renovables.

Real Decreto-ley 7/2026, de 20 de marzo**,** por el que se aprueba el Plan Integral de la Respuesta a la Crisis en Oriente Medio.

Este Real Decreto-ley se aprueba ante la necesidad de dar respuesta a la inestabilidad de los mercados energéticos derivada del conflicto en Oriente Medio y reducir la vulnerabilidad estructural que supone para la economía nacional la dependencia exterior de combustibles fósiles importados. Para lograrlo, la norma adopta medidas estructurales urgentes destinadas a acelerar la electrificación de la economía, el

despliegue de las energías renovables y el incremento de la capacidad de almacenamiento eléctrico del sistema. La disposición destaca que el impulso del almacenamiento y de la flexibilidad resultan imprescindibles para optimizar el aprovechamiento y la integración de la producción renovable. En este sentido, la normativa fomenta y ampara de forma específica el desarrollo de instalaciones de generación de energía eléctrica de origen renovable que incluyan sistemas de almacenamiento electroquímico hibridado. Como principal medida de impulso para acelerar su despliegue, el texto prevé la inclusión de estos proyectos de hibridación dentro de las nuevas Zonas de Aceleración Renovable (ZAR), otorgándoles un marco de tramitación administrativa específico, ágil y simplificado que garantiza, al mismo tiempo, su integración ambiental y territorial.

3.2 Normativa de carácter europeo

- Directiva del Consejo de 3 de mayo de 1989 sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a la compatibilidad electromagnética (89/336/CEE); DO L 139 de 23.5.2989, p.19.

3.3 Normativa de carácter nacional

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico; B.O.E. núm. 285, 28 noviembre 1997, 35097-35126.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad; B.O.E. núm. 160, 5 julio 1997, 29047-29067.
- Real Decreto-Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. B.O.E 167,13 de julio 2013, 52106-52147
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico; B.O.E núm.310, 27 de diciembre 2013, 105198-105294.
- 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. B.O.E 140, 10 de junio 2014, 43876-43978.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- R.D. 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; B.O.E. núm. 310, 27 diciembre 2000, 45988-46040.
- R.D. 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y acceso a las redes en baja tensión. B.O.E núm. 313, 31 diciembre 2002.

- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; B.O.E. núm. 224, 18 septiembre 2002, 33084-33086. Actualizado en B.O.E. núm. 326, 22 de junio de 2020.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico; B.O.E. núm. 224, 18 septiembre 2007, 37860-37875
- R.D 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. B.O.E. núm. 68, 19 marzo 2008.
- Señalización: normativa de Gestión de Infraestructuras de Andalucía, S.A., Dirección General de Carreteras, Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- R.D. 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación; B.O.E. núm. 288, 1 diciembre 1982, 33063-33065. Y las Órdenes que lo modifican.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; B.O.E. núm. 269, 10 noviembre 1995, 32590-32611.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; B.O.E. núm. 97, 23 abril 1997, 12911-12918.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo; B.O.E. núm. 97, 23 abril 1997, 12918-12926.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción; B.O.E. núm. 256, 25 octubre 1997, 30875-30886.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. B.O.E. núm.148, 28 junio 2001.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación; B.O.E. núm. 74, 28 marzo 2006, 11816-11831.
- R.D. 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida; B.O.E. núm. 183, 2 agosto 2006, 28844-28896.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red; BOJA núm. 26, 9 febrero 2004.
- Instrucción de 12 de mayo de 2006, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, complementaria de la Instrucción de 21 de enero de 2004, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red; BOJA núm. 116, 19 junio 2006.
- Orden 26 de marzo de 2007, de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas; BOJA núm.80, 24 noviembre 2007.

3.4 Normativa UNE

- UNE 21428-X-X: Transformadores trifásicos sumergidos en aceite, para distribución en baja tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.
- UNE-EN 61330:1997: Centros de transformación prefabricados.
- UNE-EN 60076-X: Transformadores de potencia.
- UNE-EN 60694-X: Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.
- UNE-EN 60265-1:1999: Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- UNE-EN 61173:1998: Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía. Guía.
- UNE-EN 61727:1996: Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- UNE-EN ISO 9488:2001: Energía Solar. Vocabulario.
- UNE 206001:1997 EX: Módulos Fotovoltaicos. Criterios Ecológicos.
- UNE-EN 60891:1994: Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- UNE-EN 60904-X: Dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61194:1997: Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- UNE-EN 61215:1997: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación de diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 61277:2000: Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y Guía.
- UNE-EN 61345:1999: Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- UNE-EN 61427:2002: Acumuladores para sistemas de conversión fotovoltaicos de energía solar. Requisitos generales y métodos de ensayo.
- UNE-EN 61646:1997: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación de diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 61683:2001: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE-EN 61701:2000: Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- UNE-EN 61721:2000: Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- UNE-EN 61725:1998: Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- UNE-EN 61829:2000: Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.

- UNE-EN 61000-4-X: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- UNE-EN 62271-200:2005: Aparamenta de alta tensión. Parte 200. Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 60129: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE 21310-3:1990: Contadores de inducción de energía eléctrica reactiva.
- UNE 21123-X: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.
- UNE 21186:2011: Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado.
- UNE 20435-X: Guía para la elección de cables de alta tensión.
- UNE-HD 603-X: Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV.
- UNE-EN IEC 62933: Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

3.5 Otras normativas

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red PCT-C Rev.-octubre 2002, IDAE.
- Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad, Sevillana Endesa
    - Norma GE NNL007: Armarios, módulos y paneles para suministros con medida directa.
    - Norma GE NNL005: Envolventes de los equipos de medida indirecta en Baja Tensión.

4 LOCALIZACIÓN

La instalación se emplazará en una finca sin denominación, situadas en el término municipal de Tomelloso (Ciudad Real)

Dicha finca está situada en la zona Noreste de la población, en las cuadriculas UTM:

- X: 504666.10 m E
- Y: 4353848.15 m N
- HUSO: 30S
- Altura: 665 m

Las parcelas y polígonos destinadas al parque fotovoltaico son:

Parcela	Área Catastro (m²)	Polígono	Parcela	Clase	Uso Ppal.
13082A002000050000IY	16.749,00	2	5	Rústico	Agrario
13082A002000060000IG	16.783,00	2	6	Rústico	Agrario
TOTAL	33.532,00				

Siendo la parcela 6 con referencia catastral 13082A002000060000IG en la cual se ubicará la instalación de almacenaje de energía mediante baterías BESS.

El uso dado al terreno hasta la fecha ha sido el de “Tierra arable”, principalmente dentro del grupo de cultivo “Tierras de cultivo de secano”, según los informes que se adjuntan del Catastro.

La Planta Solar Fotovoltaica “PSF LA TORIBIA I” de potencia instalada 1 MW, en el Término Municipal de Tomelloso (Ciudad Real), presenta una superficie ocupada por los equipos y casetas de la instalación fotovoltaica de 6.683,78 m^2. El total de superficie vallada perimetral es de 30.595,29 m^2. La diferencia entre superficie ocupada y vallada es el espacio necesario para pasillos de acceso y mantenimiento.

En la siguiente página se presenta la información detallada de las parcelas catastrales anteriormente enumeradas.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 2 Parcela 6
RIO ZANCARA. TOMELLOSO [CIUDAD REAL]

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

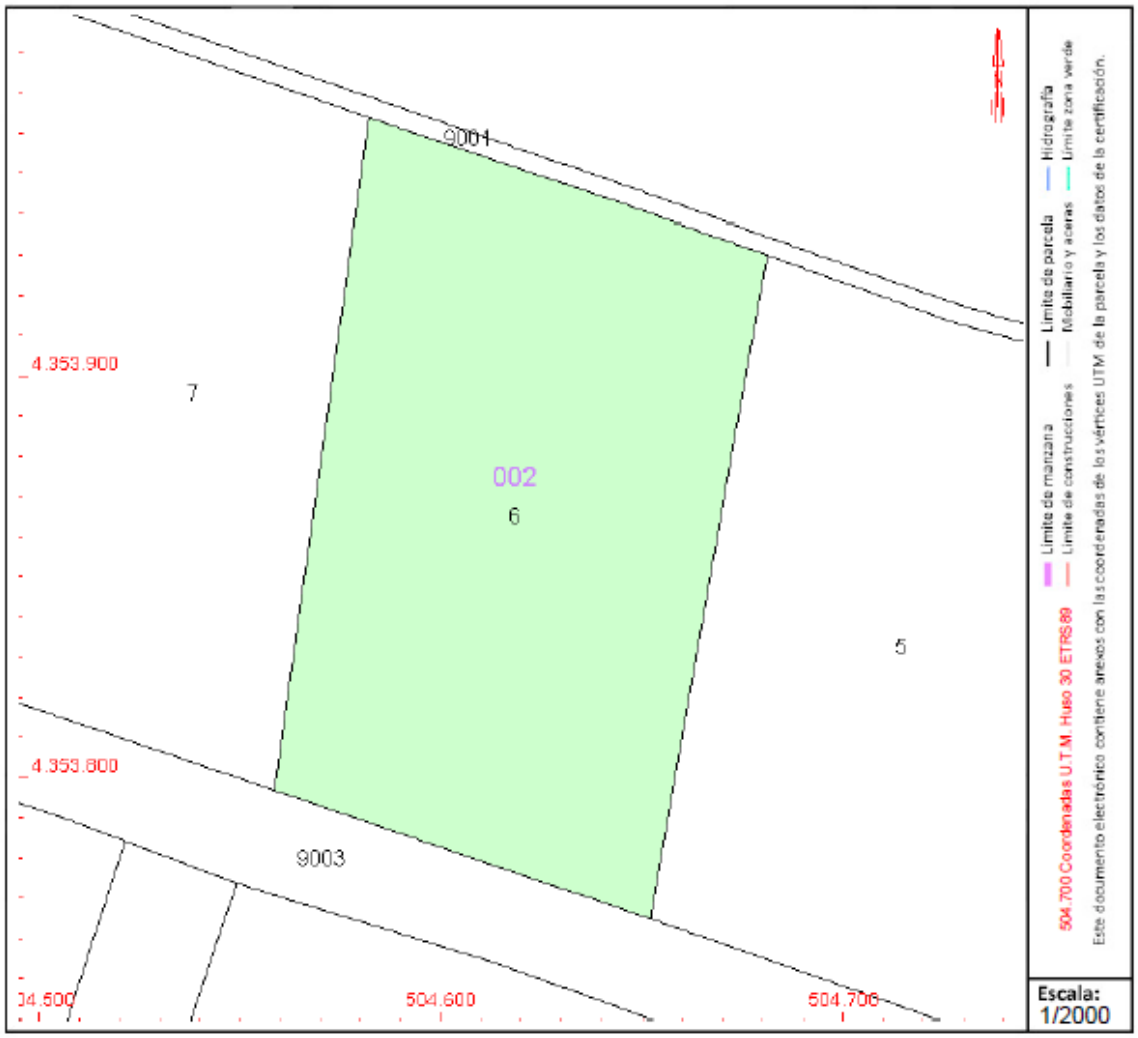
Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
0	C- Labor o Labradío secano	04	16.783

Referencia catastral: 13082A0020000600001G

PARCELA

Superficie gráfica: 16.783 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 2 Parcela 5
RIO ZANCARA. TOMELLOSO [CIUDAD REAL]

Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida: 22 m2
Año construcción: 1997

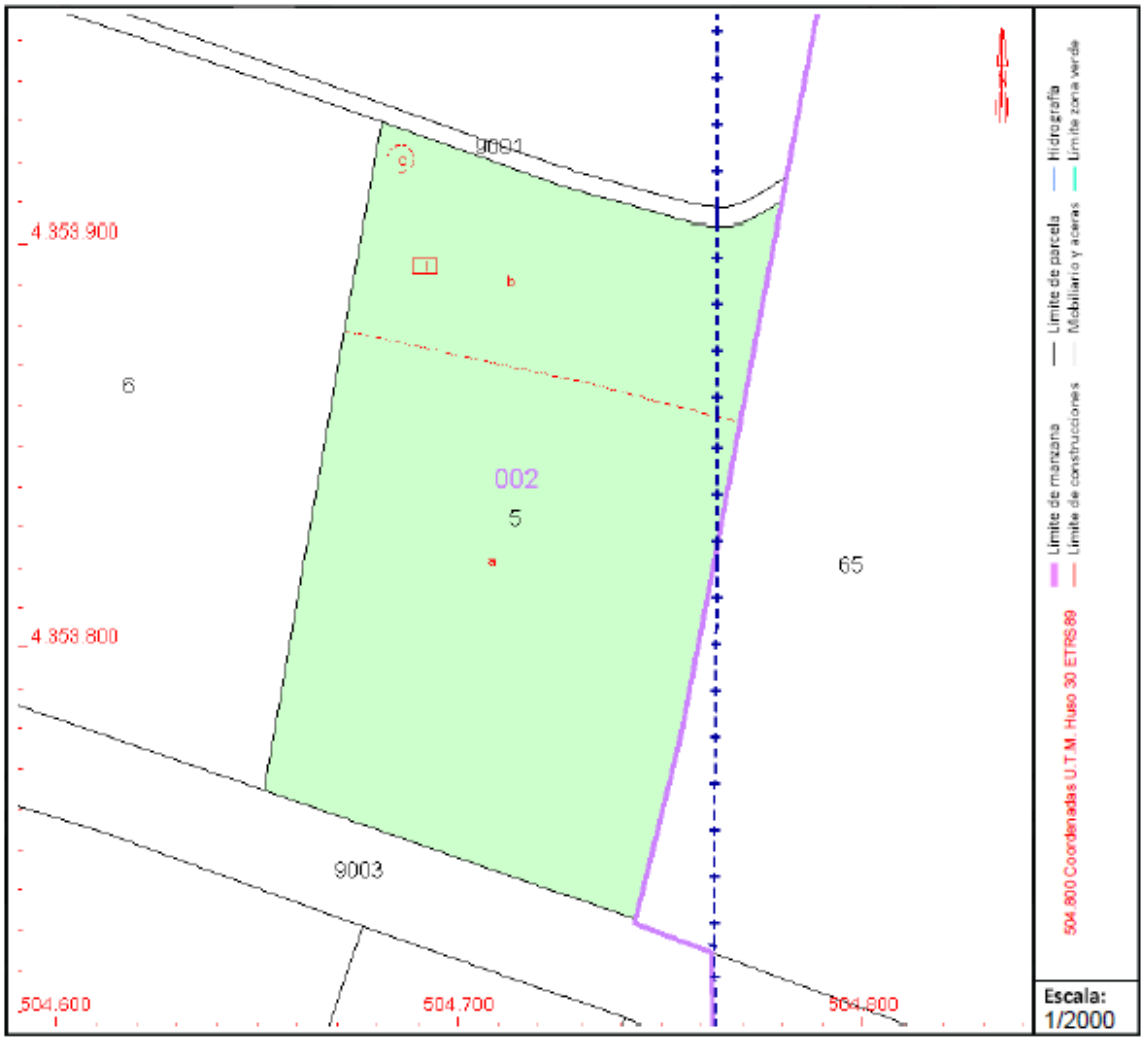
Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m²
AGRARIO	/00/01	22

Referencia catastral: 13082A002000050000IY

PARCELA

Superficie gráfica: 16.749 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



5 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

TITULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “TORIBIA I”

Con **Potencia Instalada de 1,25 MW s/RD997/2025**.

PROMOTOR/TITULAR DE LA INSTALACIÓN:

Nombre: **EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS MATEO NAVARRÓN, S.L**

N.I.F.: B-13563556

Dirección: Calle Benisanó 9 Bajo, 46183 L’Eliana (Valencia).

TÉCNICO REDACTOR:

Nombre: PV INGEN SOLUTIONS S.L.

CIF: B02640548

Técnico: **Gonzalo Jorge Navarro Paulo**

Titulación: **Ingeniero Industrial**

Colegiado nº 7507 en COIICV

Cargo: Director de Ingeniería

Dirección: Plaça de l’Ajuntament 6, piso 8, puerta 15, 46002 València

Teléfono: +34 962 324 180

Móvil: **+34 699 424 622**

E-mail: gonzalo.navarro@pvingen.com

6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EXISTENTE EN OPERACIÓN

El punto de partida de este proyecto se encuentra en el parque solar fotovoltaico existente, de **Potencia Instalada** a efectos del **RD 1183/2020** y el posterior **RD 997/2025** de **960 kW,** compuesto por 2.106 módulos fotovoltaicos de 620 Wp cada uno. Los módulos fotovoltaicos se montan sobre seguidores solares del tipo polar horizontal, es decir, con el eje de rotación en posición horizontal alineado con la dirección norte-sur.

El sistema cuenta con 3 inversores, que se conectan mediante 3 cables unipolares de aluminio de 400 mm² a un cuadro de protecciones con fusibles de 315 A. Dicho cuadro de protecciones cuenta con un interruptor automático de caja moldeada (MCCB) de 1250 A. Se utiliza un cable solar de 6 mm^2 para la conexión de strings a los inversores. El cuadro de protecciones conecta con una estación de 1.250 kVA que cuenta con un transformador de elevación de devanado simple tanto en el primario como en el secundario, con una relación de transformación de 800 V a 15 kV. Dicho transformador será KNAN, es decir, de refrigeración por convección natural.

El transformador de elevación a 15 kV se conecta a un conjunto de celdas de protección de media tensión, de las cuales una realiza las funciones de protección del transformador y la otra de línea.

Con carácter previo a la incorporación del sistema de almacenamiento mediante baterías, la planta fotovoltaica dispone de un único ramal de media tensión que recogía la energía producida en el sistema y la transporta mediante una línea subterránea hasta un centro de seccionamiento de compañía de UFD, a partir del cual discurre la línea subterránea de evacuación de doble circuito de entrada/salida que conecta con el punto de conexión a la red de distribución mediante entronque aéreo-subterráneo al apoyo 72 de la línea eléctrica de media tensión en 15 kV de UFD SOC711 existente que parte de la SET de Socuellamos.

DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN DE HIBRIDACIÓN

Con el objetivo de implantar esta nueva instalación de hibridación, se presenta el procedimiento necesario para determinar la capacidad de almacenamiento adecuada de la instalación fotovoltaica existente.

La instalación del sistema de almacenamiento con baterías BESS se calcula para inyectar energía a la red durante cuatro horas, con una potencia igual a la del punto de conexión; es decir, la configuración es de 0.25C. Siendo esta de 1 MW, la energía necesaria de baterías será de $E = POC(MW) * 4(h) = 1MW * 4h = 4\,MWh$. A esto habrá que tener en cuenta el factor de potencia, el cual es $\cos(\varphi) = 0{,}95$ y el factor de profundidad de descarga de las baterías, el cual es de 0,9 porque como máximo las baterías se descargaran un 90% para prolongar su vida útil. Con todas estas consideraciones la energía necesaria es:

$$E = \frac{\frac{POC}{0.95} * 4}{0.9} = \frac{\frac{1}{0.95} * 4}{0.9} = 4.68\ MWh$$

Los contenedores de 20’ del fabricante Endurance que es el elegido para este proyecto toma valores de 3,3 MWh o de 5 MWh, con esto la mejor combinación para cumplir con la energía requerida para el ratio de carga/descarga elegido será de 1 contenedor estándar de 5 MWh.

Con respecto a la potencia entregada, aunque la capacidad de energía sea de 5 MWh, la máxima potencia que se entregará en cada momento a la red será la del punto de conexión, es decir, 1 MW. Como se ha

comentado durante el desarrollo del cálculo de la capacidad requerida de las baterías, el sistema de almacenamiento puede mantener el suministro de 1 MW durante 4 horas partiendo de un estado de carga del 100%.

Este sistema de baterías se conectará a la red de baja tensión del parque fotovoltaico mediante un convertidor de potencia bidireccional o PCS. Este PCS será del fabricante Zigor y tendrá una potencia nominal de 1.500 kVA que será limitado por firmware a 1.250 kVA. Para acoplar el sistema de almacenamiento al sistema de baja tensión de la planta FV se dispondrá de un transformador elevador de 1.250 kVA con una relación de transformación de 690/800 V. Esto se debe a que los inversores de la planta fotovoltaica generan energía a 800 V, mientras que el convertidor de potencia acoplado a las baterías funciona a 690 V; por tanto, es necesario disponer de un transformador de acoplamiento entre ambos sistemas.

MODIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES PARA INTEGRAR EL NUEVO SISTEMA

Como consecuencia de la incorporación del sistema de almacenamiento mediante baterías, resulta necesaria la ejecución de determinadas modificaciones en el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica existente.

Se mantienen las protecciones, los interruptores y demás elementos de maniobra actualmente instalados, así como la infraestructura asociada al centro de protección y a la celda de medida existentes. No obstante, se procede a la ampliación del cuadro eléctrico mediante la incorporación de un nuevo cuadro de exterior ubicado en la fachada del Centro de Transformación que contempla un nuevo embarrado que permita la conexión de los distintos subsistemas de generación y almacenamiento y los puntos de medida de cada subsistema.

La nueva configuración contempla dos ramales diferenciados: un primer ramal destinado a captar la energía procedente de la instalación fotovoltaica existente y un segundo ramal destinado a captar la energía intercambiada con el sistema de almacenamiento mediante baterías. Ambos ramales convergen en el cuadro general de baja tensión, desde el cual se gestiona conjuntamente la instalación híbrida.

Asimismo, se mantiene sin modificaciones la infraestructura de evacuación existente, comprendida entre el centro de seccionamiento, la línea subterránea de evacuación y el punto de conexión a la red de distribución mediante entrada y salida en el apoyo n.º 72 de la línea eléctrica de media tensión SOC711.

En consecuencia, la actuación proyectada no contempla ninguna modificación sobre las infraestructuras de media tensión previamente autorizadas, por lo que estas quedan fuera del alcance del presente proyecto.

6.1 Resumen de los sistemas de la planta

En el presente apartado se describirán los equipos que formen parte tanto del sistema de almacenamiento de energía como de la instalación fotovoltaica existente.

Potencia Instalada s/RD997/2025: 1.250 kVA

RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EXISTENTE

- Módulos fotovoltaicos:
    - Fabricante: JA Solar
    - Modelo: JAM72D42-620/LB
    - Tipo: Bifacial
    - Potencia módulo: 620 Wp
    - Número de módulos: 2.106 unidades
    - Dimensiones: 2465 x 1134 x 30 mm
- Strings (cadenas):
    - Tamaño: 26 módulos por string
    - Cantidad: 81 strings
- Inversores:
    - Tipo: Sungrow SG350HX
    - Potencia Activa Máxima: 352 kW @ 30ºC (en las condiciones del proyecto)
    - Potencia Nominal: 320 kVA @ 40ºC
    - N.º de entradas strings (CC): 32
    - N.º de MPPT independientes: 16
    - Máximo voltaje de entrada (CC): 1500V
    - Voltaje Nominal de salida (CA): 800 V
    - Intensidad Máxima de salida (CA): 155,2 Arms
    - N.º de inversores: 3 unidades
    - Capacidad de Reactiva Nocturna: Sí
- Seguidor Solar:
    - Fabricante: Gonvarri
    - Tipo: seguidor a un eje horizontal
    - Configuración: 1Vx26
    - Nº de strings (cadenas) por seguidor: 1
    - Cantidad: 13
    - Configuración: 2x1Vx26
    - Nº de strings (cadenas) por seguidor: 2
    - Cantidad: 7
    - Configuración: 1Vx52
    - Nº de strings (cadenas) por seguidor: 2
    - Cantidad: 5
    - Configuración: 2x1Vx52
    - Nº de strings (cadenas) por seguidor: 4
    - Cantidad: 11
    - Pitch: 6 m (distancia este-oeste entre seguidores)
    - Ratio de ocupación: 41,3%
    - Azimut: 0º (alineado en dirección norte-sur)
    - Rango de seguimiento: ±55º
    - Función backtracking (retorno antisombras): Si
- Estación de Transformación existente de la planta FV 1250kVA:

- Estación de Media Tensión 1250 kVA
  - N.º de estaciones: 1
  - Relación de transformación:0.8/15 kV
  - Potencia Nominal @30ºC
  - Grupo de Conexión: Dy11
  - Corriente de entrada máxima: 950 A
  - Frecuencia: 50Hz
  - Refrigeración: KNAN
  - Cuadro Protecciones en BT Existente (a modificar)
    - 1 Embarrado de 1250A
    - 1 Int. Aut. Caja Moldeada de 1250A 3P 800Vac 100kA
    - 3 Fusibles de 315A 3P 800Vac (NH3)
    - 1 Fusible de 63A 3P 800Vac (NH3)
  - Conjunto de Celdas de Media Tensión
    - 1 Celda de Protección en SF6 de 630A 24kV 20kA/1s
    - 1Celda de Línea en SF6 de 630A 24kV 20kA/1s
    - 1Celda de Medida en SF6 de 630A 24kV 20kA/1s
    - 1Celda de Remonte en SF6 de 630A 24kV 20kA/1s

RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE HIBRIDACIÓN CON ALMACENAMIENTO

- POWER PLANT CONTROLLER (PPC) y ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS):
  - Capacidad para limitar potencia activa máxima: Si
  - Capacidad de recibir consignas de potencia activa limitada: Si
  - Capacidad de recibir consignas de potencia reactiva: Si
- Convertidor de Potencia Bidireccional o PCS
  - ZGR-PCS1500
    - Potencia: 1250 kVA
    - Rango de voltaje CC: 975 - 1500 V
    - Voltaje nominal CA: 690 V ± 10%
    - Frecuencia nominal de la red: 50 Hz ± 5 Hz

        - Funcionalidades:
            - Grid Following (On-Grid)
            - Grid Forming (Off-Grid)
            - Blackstart
            - Regulación de tensión
            - Control Externo
            - Fault Ride-Through
            - Anti Islanding
            - Sincronización con fuentes externas
            - Inercia Sintética

- Endurance ST 5015
    - Batería LFP (Litio-Hierro-Fosfato)
        - Capacidad Nominal de Almacenamiento: 5016 kWh
        - Celdas EVE LFP314K de 3.2V, 314Ah, y 1004,8 Wh
        - Packs de 52,25 kWh con 52 celdas en serie
        - Racks de 418 kWh con 8 Packs en serie
        - 12 Racks por Contenedor con controlador BMS para control por temperatura y reequilibrado de carga
        - Cables de comunicación para conexión de packs y cables de alimentación para conexión de packs y racks
        - La potencia de descarga y carga debe ser inferior o igual a 0,5C.
    - Contenedor de batería
        - Dimensiones: (W*H*D) 7068*2578*3075mm
        - Peso: 45 ton.
        - Detector de humo, detector térmico, detector de gas fijo, sistema de ventilación y extracción, HFC-227ea/Novec1230.
        - Sistema contraincendios: Extinción mediante aerosol FirePro2000 basado en potasio
        - Sistema de refrigeración líquida de 60kW frigoríficos y 24kW eléctricos
        - Clase de corrosión C4, Clase de estanqueidad IP54
        - Alimentación auxiliar suministrada por el cliente: 400VAC 50HZ 3P4L

- Transformador de BT
    - Número de transformadores: 1
    - Relación de transformación: 0.69/0.8 kV
    - Potencia Nominal @40ºC: 1250 kVA
    - Corriente de entrada máxima: 1050 A
    - Grupo de Conexión: Dy11
    - Frecuencia: 50Hz
    - Refrigeración: KNAN
- Cuadro Protecciones en BT
    - 1 Embarrado: 1250A
    - 1 Int. Aut. Caja Moldeada de 1250A 3P 800Vac 100kA (Almacenamiento)
    - 3 Ternas de Fusibles de 315A 3P 800Vac (NH3) (Fotovoltaica)
    - 1 Terna de Fusible de 63 A 3P 800Vac (NH3) (Sist. Auxiliar Almac.)
    - 3 Ternas de TIs para la medida de corriente de cada ramal
    - 1 Terna de TTs para la medida tensión del embarrado general

6.2 Resumen de datos de ocupación y obra civil

- Área total de parcelas: 33.532 m^2
- Área total vallada: 30.595,29 m^2
- Perímetro total de vallado: 711,5 m

Proyecto	Descripción Perímetros Vallados	Área Vallada (m^2)	Perímetro Vallado (m)
La Toribia I	Pol 2 Par 5,6	30.595,29	711,5

- Área total ocupada por seguidores solares: 6.522,3 m^2
- Área total ocupada por estaciones de transformación: 38 m^2
- Área total ocupada por el sistema de almacenamiento (Contenedor BESS, PCS y Transformador BT): 29,39 m^2
- Área total ocupada por viales compactados: 270 m^2
- Longitud lineal de viales compactados: 54 m
- Ancho de viales compactados: 5 m

Con respecto al vallado perimetral la permeabilidad se debe conseguir de forma que la parte del cercado en contacto con el suelo dispone regularmente de una luz suficiente para el paso de la fauna de pequeño tamaño, lo cual se materializará de esta forma:

- Con un entramado de al menos 15 x 30 cm en su zona inferior

Asimismo, para minimizar los elementos nocivos, el vallado debe tener las siguientes características:

- Sin voladizo o visera superior
- No tener alambre de espino ni elementos cortantes o punzantes
- Sin anclaje al suelo entre postes de sujeción, ni cable tensor inferior
- No deben presentar dispositivos para su conexión a corriente eléctrica, salvo autorización expresa
- Sin dispositivos que solo permitan la entrada y no la salida de fauna

7 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO

7.1 Generalidades

En el mercado existen diversos tipos de baterías que pueden acumular energía. Debido a su grado de madurez, capacidad de almacenaje, prestaciones técnicas y precio la batería más idónea para realizar funciones de grandes acumulaciones de energía con 1 o 2 ciclos de descarga al día es la batería ion-litio.

El proyecto está diseñado para realizar con baterías de ión-litio de la marca EVE, pero podría realizarse con baterías de otras marcas de características similares.

El sistema de baterías BESS (Energy Storage System) está compuesto por celdas, packs, racks y finalmente de contenedores.

7.2 Celda de batería

La celda es la unidad mínima del sistema de acumulación. Para realizar la instalación BESS se ha elegido una celda con las siguientes características generales, que propician, una gran carga de energía con varios ciclos de descarga diarios:

- Gran capacidad de acumulación
- Alta densidad energética
- Largo ciclo de vida
- Buenas características de seguridad

El aspecto físico que tiene una celda de ion-litio es el siguiente:



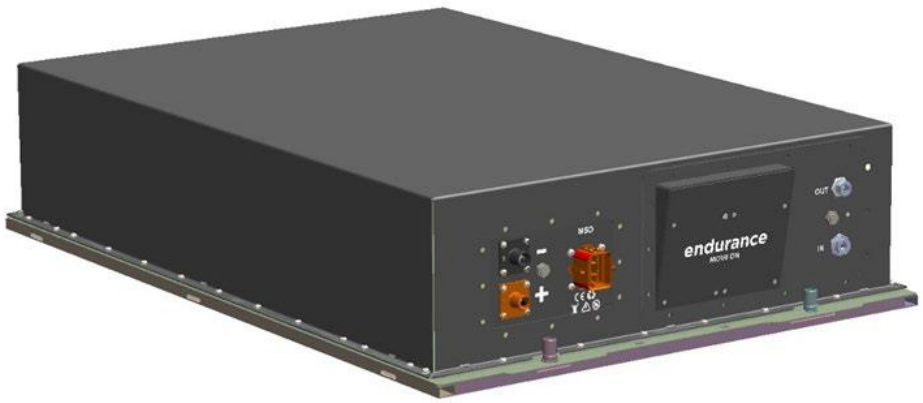
La celda elegida es el modelo LF314K de EVE y sus características principales son las siguientes:

Celda		
Modelo		LF314K
Tipo de batería		Prismática LFP
Capacidad (Ah)		314
Voltaje nominal (V)		3.2
Rango de voltaje (V)		2.5 – 3.65
Energía nominal (Wh)		1004,8
Carga/Descarga	Estándar	0.5C
Densidad energética (wh/kg)		175
Ciclo de vida (25°Cm 100%DOD, 70%SOH)		8.000 (0.5C/0.5C)
Dimensiones (Profundo, ancho, alto) (mm)		71.7*173.7*207.2
Peso (kg)		5.65
Temperatura de operación	Carga (°C)	0 - 60
	Descarga (°C)	-30 - 55
Certificados		UL 1973 / UL 9540A / IEC 6219 / UN 38.3 / GB/T 36276 / ROHS

7.3 Packs

Las celdas se conectarán en serie formado un pack. El pack está formado por 52 celdas EVE LP314K. Mediante esta conexión en serie el pack conservará la intensidad de 314 A e incrementará su tensión hasta 166,4V. Internamente las celdas de ion-litio se conectarán internamente en el pack mediante soldadura y el sistema permitirá monitorizar tanto la temperatura como las tensiones de las celdas a través de un BMS (Battery Management System). Las características generales del pack son las siguientes:

- Permite la monitorización de la temperatura en varios puntos.
- Dispone de elementos de seguridad: Fusibles, interruptor de corte.
- Carcasa de alta resistencia compatible con aplicaciones de movilidad.



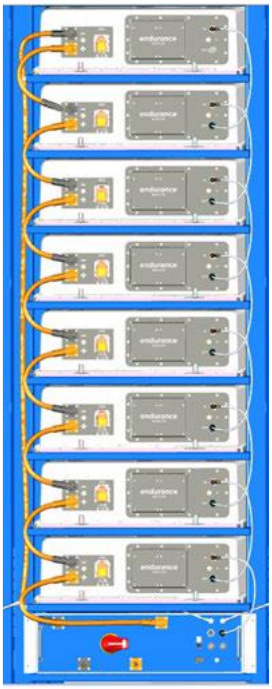
Las características técnicas del Pack son las siguientes:

Pack		52-166.4/314
Capacidad (Ah)		314
Energía nominal (Wh)		52.249,6
Voltaje nominal (V)		166,4
Rango de voltaje (V)		130 – 189.8
Configuración		1P52S
Duración (h)		>2
Dimensiones (ancho, Profundo, alto) (mm)		858*1067*240
Peso (kg)		360
Temperatura de operación	Carga (°C)	0 - 55
	Descarga (°C)	-20 - 55
Sistema de refrigeración		Refrigeración por líquido

7.4 Racks

Los packs se conectarán en serie formando una Rack de celdas. El propio pack dispone de un conector positivo y otro negativo para poder realizar la conexión entre los diferentes packs. En total se conectarán 8 packs en serie. El Rack estará formado por 8 packs de 52 celdas cada uno y su BMS esclavo y un pack de control que contará con un BMS principal con las protecciones mediante fusibles e interruptor de corte. Las características generales el rack que se instalará en los ESS del proyecto son las siguientes:

- Diseño sencillo y modular para facilitar el mantenimiento
- Protección mediante fusible e interruptor de corte
- Control de la temperatura



Las características técnicas del rack son las siguientes:

Rack		8-1331.2/314
Capacidad (Ah)		314
Energía nominal (Wh)		417.996,8
Voltaje nominal (V)		1.331,2
Rango de voltaje (V)		1164,8 – 1497,6
Configuración		1P416S
Duración (h)		>2
Dimensiones (Profundo, ancho, alto) (mm)		862*1074*2374
Peso (kg)		3500
Temperatura de operación	Carga (°C)	0 - 55
	Descarga (°C)	-20 - 55
Sistema de refrigeración		Refrigeración por líquido

7.5 Contenedor BESS

Finalmente, 12 racks conectados en paralelo conformarán el contenedor de baterías (BESS) que es la base del sistema de acumulación. Cada contenedor tendrá una capacidad de 5.016 kWh.

Las características generales del contenedor de baterías que nos han impulsado a utilizar esta solución; serán las siguientes:

- Gran densidad energética
- Diseño para acceso desde el exterior a los componentes del contenedor
- Diseño en contenedor de 20 pies para facilitar su transporte e instalación



Las características técnicas del contenedor de baterías son las siguientes:

Type Designation	ST 5 MWh
Technology	LFP
Configuration	12*1P416S
Power	5.016 KWh
DC side	
Max DC voltage	1497.6V
Nominal DC voltage	1331.2V
Min DC voltage	1040V
DC voltage range	1040V-1497.6V
Max DC current (0.5C)	1884A
Efficiency	
Max efficiency	95 %
European efficiency	94,50%
Protection	
DC input protection (Fuse)	2500A
Load Break Switch	2000A
Surge protection	T1+T2
Visual monitoring	Yes
Overheat protection	BMS Controlled
General Data	
Dimensions (L*D*H)	7.05*2.50*3.00 m
Standard charge and discharge	0,5C
Sound emission (dBA)	MAX 71
Weight	43 Ton
Operating temperature (ºC)	Charge between 0ºC & 55ºC Discharge between -20ºC & 55ºC
Allowable relative humidity range	0% - 90%
Cooling method	Forced liquid cooling
Max operating altitude (m)	4000
Derating operative altitude (m)	2000
Display	PDMU + External Display + Remote Monitoring
Communication	CAN BUS / MOD BUS
Compliance	CE / UN38.3*
Warranty	
Cycles	8000**
Years	5

En este proyecto concreto se instalará 1 contenedor de 5.016 MWh del fabricante Endurance (o similar).

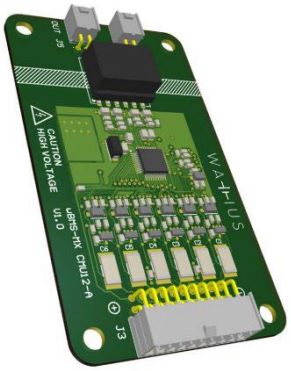
El contenedor de baterías BESS se puede instalar hasta una altitud de 4.000 metros sobre el nivel del mar, teniendo una disminución en la capacidad de carga a partir de los 2.000 metros.

El sistema BESS se integrará en un contenedor marítimo especialmente adaptado para conservar la temperatura de los racks de baterías y con su sistema anti-incendio. El contenedor se adapta perfectamente a las condiciones atmosféricas, gracias a su IP55; con un buen comportamiento anticorrosión, protección contra el fuego, protección contra la entrada de agua, protección contra la entrada de polvo, protección contra impactos y protección contra rayos ultravioleta. El contenedor será fácilmente elevable gracias a sus 4 agujeros de elevación situados en las 4 esquinas.

7.6 BMS (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM)

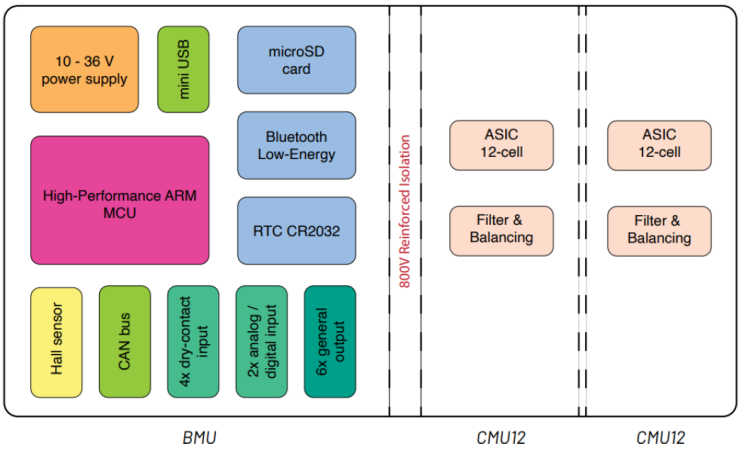
El BMS es el sistema de control de la batería y realiza sobre todo funciones de seguridad respecto a su temperatura y la carga y descarga de las baterías en función de unos parámetros programables.

El BMS utilizado en las baterías de Endurance es el wBMS-MX de la empresa Watius. El wBMS-MX ofrece una arquitectura distribuida más flexible con una unidad de gestión de baterías (BMU) y unidades de monitorización para sistemas de hasta 1500 Vcc.



El wBMS-MX está formado por dos partes principales, separadas por una barrera de aislamiento reforzada de 1500 Vcc.

- Unidad de gestión de la batería (BMU). Incluye el microprocesador principal y todos sus periféricos e interfaces de comunicación.
- Unidades de Monitorización de Celdas (CMU12). Módulos independientes de medición y equilibrado de celdas.



La velocidad de respuesta del BMS es regulable en escala de 1 milisegundo. Ante cualquier comando, o valor fuera de rango de la tensión o la temperatura, actuaria entre 0.001 y 1 segundo; según la programación que se realice y la histéresis se puede regular hasta 4.000 milisegundos.

Sus características principales son las siguientes:

Power Supply	24 Vdc. Up to 8A for external contactors.
Maximum system voltage	IEC60664, reinforced isolation: DC side: 1.500 Vdc. AC side: 800 Vac, CATIII.
Supported CMUs	Two CMU links. Up to 48 CMUs per link (96 CMUs in total, 1.152 series).
Current sensing	4x External 0 - 5 Vdc hall current sensor. < ± 0,1 mV. Support for dual-range hall current sensors.
CAN Interface	2x Isolated CAN bus 2.0 A/B (Up to 1Mbps). Configurable termination resistor with switch. CANopen compatibility.
Ethernet	Up to 100Mbps. Compatible with Modbus TCP. Direct AWS Cloud interface for remote monitoring and management.
Isolated I/O	2x dry-contact inputs. 1x 24V input. 2x HVIL. 3x 24V output (~ 1W each).
Other interfaces	Isolated USB 2.0
High-voltage measurement	Included 1.500 Vdc voltage measurement.
Isolation measurement	Support for external CAN bus and digital isolation measurement devices.
Contactors	8x external contactor channels. Up to 1.5 A each. Included low-power 12V mode. Feedback measurement. Independent MCU high-side and low-side operation. Open-wire and malfunction diagnostics.
Memory	Integrated redundant EEPROM to store system configuration and statistics. MicroSD support (up to 32 GB). MicroSDHC Class 10 is recommended.
Data logging	Continuous logging of cell data. Event / error / alarm log
Parallelization	Up to 16 devices (masters) in parallel without external hardware. Autonomous string management algorithm.

7.7 PPC/EMS (POWER PLANT CONTROLLER / ENERGY MANAGEMENT SYSTEM)

El PPC/EMS utilizado para este proyecto será del fabricante Hesstec, una empresa que se dedica al desarrollo de sistemas de control para la monitorización y gestión de plantas de generación/almacenamiento. Ambas funcionalidades (PPC y EMS) se integran en un solo cuadro de control con dos niveles de software, el del PPC que se encarga de interactuar con la red, y el EMS que se encarga de la estrategia de funcionamiento del sistema en su conjunto.

Sus funciones son las siguientes:

- Integrar los requisitos del Código de red
- Realizar los controles necesarios en el punto de conexión
- Comunicarse con el Operador de Red a través de un CCGD
- Gestión del PCS y la BMS
- Gestión del SOC de baterías

- Supervisar la degradación del sistema (SOH)
- Visualización de variables principales del sistema

El EMS de Hesstec tiene las siguientes posibilidades de conectividad:

- Ethernet
- Real time clock
- Bus RS485
- Bus RS232
- Digital output
- Conectividad 4G

7.8 Transformador de baja tensión

Dado que la red de baja tensión de la planta fotovoltaica opera a 800 V, mientras que el sistema de almacenamiento en baterías opera a 690 V, es necesario instalar un transformador elevador de tensión con una relación de transformación 0,69/0,8 kV, que permita adecuar la tensión de salida del sistema de almacenamiento a la tensión de la red interna de la planta.

El equipo seleccionado será un transformador seco de potencia nominal de 1.250 kVA, con una relación de transformación de 0,69/0,8 kV y grupo de conexión Dyn11. El transformador dispondrá del grado de protección IP adecuado para su instalación en intemperie y se ubicará sobre una losa de hormigón diseñada para soportar las cargas estáticas y dinámicas del equipo, lo que garantizará su correcta operación y mantenimiento.

7.9 Convertidor de Potencia (PCS)

El convertidor de potencia facilita el acoplamiento eléctrico entre la red y las baterías, desempeñando un papel fundamental en la transformación de la corriente continua (DC) proveniente de las baterías a corriente alterna (AC) durante la descarga. Asimismo, cumple la función inversa durante la carga, convirtiendo la corriente alterna proveniente de la red en corriente continua que recarga la batería. Destacando su tecnología avanzada de tres niveles, este convertidor logra una eficiencia superior en sus operaciones.

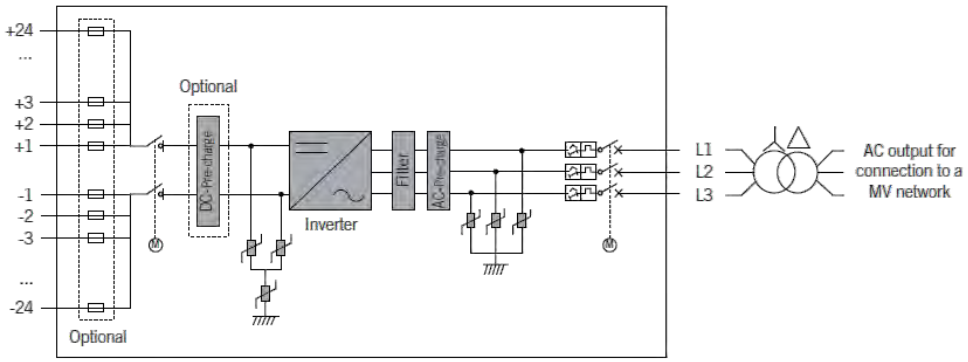
Una de sus características distintivas es la capacidad de operar tanto en modo conectado a la red como fuera de ella. Su ventana de operación de voltaje de corriente continua amplia proporciona flexibilidad para configurar distintos tipos de baterías. Este convertidor, con su diseño modular, se destaca por ser fácil de mantener y compatible con sistemas de baterías de alto voltaje y alta densidad de energía.

Además de su versatilidad para trabajar en modo bidireccional (carga y descarga), este convertidor destaca en aplicaciones como el "peak shaving" para la reducción de picos de demanda, el "energy shifting" para optimizar el uso de energía, la "frequency regulation" para el ajuste de frecuencia y la "capacity firming" para fortalecer la capacidad del sistema.

Su sistema de conversión de energía bidireccional (PQ) en los cuatro cuadrantes, junto con su protección de grado IP65, hace que sea una elección ideal para instalaciones al aire libre. Con estas características avanzadas, el inversor de batería se posiciona como una solución eficiente, flexible y confiable para la gestión de la energía.

Para este proyecto se ha escogido el ZGR-PCS1500 que está formado por 2 unidades independientes de potencia de 750 kVA. Dadas las características y dimensiones de la instalación, se prevé la utilización del equipo completo, alcanzando una potencia nominal conjunta de 1.500 kVA. No obstante, el sistema será suministrado con una limitación de potencia configurada de fábrica por firmware, quedando su potencia máxima de operación restringida a 1.250 kVA:





El PCS cuenta con las siguientes especificaciones:

SERIE ZGR-PCS	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Modelo	ZGR-PCS1500
Módulos de potencia	2
ENTRADA [DC]	
Rango de tensión de funcionamiento (Pmax)	**975 - 1500 V**
Tensión de entrada max. Voc	1500 V
Corriente de entrada max. Idc	3080 A
Corriente de cortocircuito max. Isc	250 kA
Número máximo de entradas	16
Categoria de Sobretensión	OVC II
SALIDA [AC]	

Potencia nominal con cos phi = 1 (@40°C)	1500 kW (limitado por firmware a 1250kW)
Corriente de salida nominal. Iac	1255 A
Tensión nominal	690 Vac ± 10%
THDi	<3% a potencia nominal
Rango de factor de Potencia	0 - 1 inductivo / capacitivo configurable
Frecuencia de red AC / rango	50 Hz ±5 Hz
Corriente máxima de cortocircuito Isc (Poder de corte)	65 kA
Máxima corriente de fallo (Ipeak 5 mseg)	6500 A
Protección electrónica de sobrecorriente de salida (2 seg)	3008 A
Protección de sobrecorriente de salida (<500mseg)	5016 A
Categoria de Sobretensión	OVC III
RENDIMIENTO	
Max	98,8 % ±0,1%
PROTECCIONES	
Punto de conexión en el lado DC	Fusible + Disyuntor DC
Punto de conexión en el lado AC	Disyuntor AC
Protección contra sobretensión DC	Descargador de sobretensión, tipo II
Protección contra sobretensión AC	Descargador de sobretensión, tipo II
Monitorización de fallo a tierra	Vigilante de aislamiento (IMD)
Grado de protección: (según IEC 60529)	Intemperie IP55
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS	
Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)	2529 x 2014 x 2850 mm
Peso	5250 Kg
Autoconsumo (en espera)	< 250 W
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado
Rango de temperatura de servicio	-20°C - +60°C **(Max potencia hasta 50°C)**
Emisiones de ruido	<65 dB @10m

Humedad relativa max. (sin condensación)	0 % a 95 %
Clase de protección	Class I
Altitud de funcionamiento max. (sin derating / con derating)	2000 m / 4000 m
Consumo máximo de aire	16000 m3 / h
Conexión DC	Barra de conexión para terminal de cable en cada entrada (Una para cada polo)
Conexión AC	Barra de conexión para terminal de cable en cada entrada (Una para cada fase)
Color de la envolvente	RAL 7035
COMUNICACIONES	
Comunicaciones	Ethernet, Modbus TCP
NORMATIVAS	
Certificaciones y Estándares	UNE-EN IEC 62109-1; UNE-EN IEC 62109-2; CISPR11/EN 55011 + AMD1 + AMD2; EN 61000-6-2; NTS UE 2016/631 Rev 2.1; NTS P.O.12.2 SENP; EN IEC 62477-1

7.10 Red de cableado e interconexión en baja tensión

7.10.1 Criterios generales

Del esquema unifilar del apartado de planos, se puede observar que el esquema de interconexión de equipos es como sigue:

En primer lugar, se dispone de un contenedor de baterías de 5016 kWh de capacidad, el cual está conectado al sistema de conversión de potencia (PCS). Esta conexión se realiza a una tensión de 1331,2 V en corriente continua. Aguas abajo, el PCS de 1250 kVA se conecta a un centro de transformación y elevación de 1250 kVA de potencia con relación de transformación 0,69/0,8 kV.

En corriente alterna, los conductores serán de aluminio y tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 1.5% máximo y 1.2% promedio y que no superen los límites de calentamiento recomendados, según se establece en el REBT.

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

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP54 y los de interior IP32.
- Los conductores serán de aluminio tanto en los tramos de corriente continua que unen el sistema de almacenamiento con el PCS, como en las líneas de corriente alterna que llevan la energía desde el PCS hasta el centro de transformación. Su sección será la necesaria para asegurar que las

pérdidas por caída de tensión en los cables sean lo más bajas posibles, en cualquier condición de operación.

- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrados, de acuerdo con la norma IEC 60502-1.
- Los cables estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y contra sobretensiones. No serán propagadores de incendios, produciendo, en todo caso, emisiones de humos y opacidad reducidos, según las normas UNE 21123.
- Su longitud será la necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos disponibles, evitando la posibilidad de enganches por el transito normal de las personas o vehículos.

7.10.2 Cableado de continua

El cableado en corriente continua (CC) canalizará la energía bidireccional entre el contenedor de baterías y el PCS. El cable utilizado será de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC).

Todos los componentes de CC están cualificados para un funcionamiento continuo en CC a 1500 V, soportando la corriente máxima ante un posible fallo, y se seleccionan para minimizar el riesgo de derivaciones a tierra y cortocircuitos.

Los cables cumplen los siguientes requisitos:

- Material conductor Aluminio clase 2 según UNE-EN 60228 e IEC 60228.
- Material aislante: XLPE.
- Material de la envoltura: PVC.
- 1,8/3 (3,6) kV de tensión nominal en CA.
- 1,8 kV de tensión máxima en CC.
- Calificado para la instalación en exterior.
- Protección impermeable.
- Resistencia a los rayos UV durante 30 años de exposición directa al sol.
- Libre de halógeno.
- Permite una temperatura ambiente máxima de 120°C y mínima de -40°C.
- Los cables serán de tipo no propagador de incendios, con emisiones reducidas de humo y gases tóxicos y corrosivos (IEC 60332-1 e IEC 60332-1).

Todos los cables de CC se instalarán a través del método apropiado con el fin de:

- No ser afectado por los rayos del sol. (Irán entubados donde reciban radiación directa)
- Ser soportado en su longitud de manera apropiada (conducto de cables, bandejas de malla de alambre, envoltura de corbata, etc.).

- No debe exceder el radio de curvatura del fabricante.
- Ser protegido 0.6 m en la entrada/salida al suelo a través del conducto de cable resistente a UV o tendido en lecho de arena en el caso de diámetros grandes.
- Estar protegido en el suelo a través de un conducto de PE de diámetro apropiado.
- Cualificación (adecuado para usar con 1500 VDC).

Todos los cables antes de conectarse serán probados en términos de:

- Control de polaridad.
- Prueba de aislamiento del cable.
- Prueba de voltaje de cadena.

7.10.2.1 Cableado subterráneo

En caso de requerir tendidos subterráneos para unir el contenedor de baterías con el PCS, los conductores serán de aluminio y de sección adecuada, según el REBT, para limitar la caída total de tensión de la instalación a los valores deseados. Estarán aislados con mezclas adecuadas de compuestos poliméricos y debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno, con la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que puedan estar sometidos.

Las canalizaciones dejarán, como mínimo, un 50 % de la sección del tubo libre.

De acuerdo con las exigencias del REBT para conductores de aluminio, en su recorrido subterráneo la sección mínima del conductor será de 16 mm².

7.10.3 Cableado de AC

Los conductores de los cables utilizados en los tramos de corriente alterna que van desde el inversor hasta el panel de baja tensión (CGBT) serán de manguera tripolar de aluminio y de sección adecuada según reglamento para baja tensión, para limitar la caída total de tensión de la instalación a los valores deseados. Estarán aislados con mezclas adecuadas de compuestos poliméricos y debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen, debiendo tener además la resistencia mecánica suficiente para soportar todos los esfuerzos a los que puedan estar sometidos.

Los cables de corriente alterna de baja tensión discurrirán sobre material de excavación con el fin de evitar rocas y elementos cortantes. Los cables de media tensión, discurrirán directamente enterrados en cama de arena a una profundidad adecuada por tramos lo más rectilíneos posible, teniéndose en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por la norma UNE 20435.

El sistema de CA se diseñará, especificará e instalará de acuerdo con los requisitos de las normas IEC 60364, IEC 60502-1 y IEC 60332-3-24.

Todos los componentes de CA están clasificados para un funcionamiento continuo a CA y a la tensión del sistema de CA y la máxima corriente de fallo de CA posible y se seleccionan de forma que se minimice el riesgo de fallos a tierra y cortocircuitos.

Los cables deben cumplir los siguientes requisitos:

- Material conductor: aluminio compactado trenzado
- Aislamiento: XLPE
- 1,8/3 (3,6) kV de tensión nominal en CA.
- 1,8 kV de tensión máxima en CC.
- Clasificado para su instalación en el exterior
- Protección impermeable
- Resistencia a los rayos UV durante 30 años de exposición directa al sol
- Libre de halógenos
- Tener una temperatura ambiente máxima permitida de 120°C y una mínima permitida de -40°C.
- Los cables serán de tipo no propagador del fuego, con emisión reducida de humo y gases tóxicos y corrosivos (IEC 60334 y IEC 60754).

Todo el cableado de CA se instalará por el método apropiado en orden:

- Ser soportado en su longitud por el método apropiado (directamente enterrado, bandejas de malla de alambre, canaletas, etc.).
- No exceder el radio de curvatura especificado por el fabricante.
- Estar protegido a 0,6 m de la entrada/salida al suelo a través de un tubo corrugado resistente al aplastamiento y a los rayos UV, o colocado sobre un lecho de arena en el caso de los cables de media tensión que es el caso de grandes diámetros para ser protegido en el suelo directamente enterrado.

Todos los cables antes de ser conectados con el concepto de bus de CA serán probados en términos de:

- Comprobación de la polaridad
- Prueba de aislamiento del cable

7.11 Protecciones eléctricas en baja tensión

Las protecciones de la instalación se dimensionarán según la normativa. Se dispondrá un cuadro general de protección a la salida de la instalación y se equiparán en la instalación las medidas de protección contra cortocircuitos, derivaciones CC, sobretensiones, subtensiones, sobrefrecuencias y subfrecuencias, contactos directos e indirectos; así como la puesta a tierra según la normativa R.D. 842/2002 de 2 de agosto y R.D. RD 337/2014 de 9 de mayo por los que se articulan los reglamentos electrotécnicos de baja y alta tensión.

En el plano de esquema unifilar se pueden ver todas las protecciones calculadas.

7.11.1 Protección contra sobretensiones y subtensiones

El conversor dispone de protecciones contra sobretensiones de la red según exigencias reglamentarias. En tal caso, el inversor desconectará PCS de la red, hasta que las condiciones vuelvan a ser las adecuadas.

El inversor ha de cumplir la norma UNE-EN 61000-4-5:2015 sobre protección contra sobretensiones.

Las protecciones del PCS por tensión desconectarán la instalación de la red según lo especificado en ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de mínima tensión desconectará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85 % de su valor nominal.
- El relé de máxima tensión desconectará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor nominal.

Además, el inversor desconectará la instalación generadora de la red en caso de ausencia de tensión.

7.11.2 Protección contra sobrefrecuencias y subfrecuencias

El inversor dispondrá de protecciones contra sub y sobrefrecuencias según las exigencias reglamentarias. En tal caso, el conversor desconectará el PCS de la red, hasta que las condiciones vuelvan a ser las adecuadas.

Las protecciones del conversor por frecuencia desconectaran la instalación de la red según lo especificado en la ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de frecuencia actuará cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz por más de 5 ciclos.

7.11.3 Protección contra contactos directos e indirectos

Contra los contactos directos se han considerado las siguientes medidas en toda la instalación tanto de corriente continua como de corriente alterna:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras y envolventes.

7.12 Sistemas de control, comunicaciones y servicios auxiliares

7.12.1 Sistemas de medida

7.12.1.1 Aspectos generales

La medida y facturación de esta instalación cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, así como con sus disposiciones de desarrollo y demás normativa de aplicación. A este respecto:

- Los equipos de medida se instalarán en los puntos de medida definidos reglamentariamente, de forma que la energía registrada corresponda a la energía efectivamente intercambiada en el punto frontera de la instalación.
- La configuración del sistema de medida será la que corresponda al tipo de punto de medida asignado a la instalación, de acuerdo con la clasificación establecida en el citado Reglamento.

- Los equipos de medida utilizados estarán debidamente homologados y habrán superado la evaluación de conformidad exigida por la reglamentación metrológica vigente, de conformidad con el Real Decreto 889/2006 o normativa que lo sustituya.
- Los elementos integrantes del sistema de medida estarán adecuadamente protegidos frente a manipulaciones indebidas y dispondrán de los precintos y dispositivos de seguridad establecidos por el encargado de la lectura o la empresa distribuidora, según proceda.
- El responsable del punto de medida velará por el correcto mantenimiento y conservación de los equipos e instalaciones de medida, garantizando en todo momento sus condiciones reglamentarias de funcionamiento.
- La ubicación de los contadores, transformadores de medida, equipos auxiliares y demás elementos asociados se realizará de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, asegurando además su accesibilidad para las labores de lectura, verificación e inspección.
- Los equipos de medida dispondrán de las prestaciones, registros y capacidades de comunicación exigidas reglamentariamente para el tipo de punto de medida correspondiente, permitiendo la obtención de los datos necesarios para la facturación y, en su caso, para la liquidación de la energía.
- Cuando resulte preceptivo, el sistema de medida incorporará los equipos registradores y sistemas de comunicaciones necesarios para la telemedida y telegestión, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1110/2007 y en las instrucciones técnicas complementarias que resulten de aplicación.
- Los armarios, envolventes y demás elementos destinados al alojamiento de los equipos de medida cumplirán las normas UNE que les sean de aplicación y dispondrán del grado de protección adecuado a las condiciones de instalación previstas.

7.12.1.2 Características particulares de la compañía eléctrica

Los elementos para la medida de la energía neta producida por las instalaciones fotovoltaicas estarán ubicados en el centro de transformación de la planta.

7.12.2 Sistema de control, monitorización y comunicaciones

El Sistema de Control y Monitorización del Parque Fotovoltaico y de su infraestructura de almacenamiento debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento. Está dividido en tres sub-sistemas principales:

- Subsistema de Adquisición: Formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales de tensión o de intensidad.
- Subsistema de Transmisión: Formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser local o remota (vía modem).
- Subsistema de Tratamiento de la Información: Formado por el equipo PC que recibirá, vía local o remota, la información precedente del subsistema de adquisición.

Así, cada inversor memoriza una serie de variables que, mediante una de las opciones de conexión mencionadas anteriormente y un software adecuado en el Subsistema de Tratamiento de la Información, puede almacenar e interpretar a posteriori.

Estas variables son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a la red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los paneles solares.
- Corriente de los paneles solares.
- Potencia de los paneles solares.
- Corriente de salida de la red.
- Potencia de salida de la red.
- Cos φ.
- Tensión de red.
- Frecuencia de red.
- Temperatura etapas de potencia

Adicionalmente, en el campo de paneles se dispondrá de los siguientes sensores:

- Sonda PT-100 para medir la temperatura de los paneles.
- Sonda PT-1000 para medir la temperatura del medio ambiente
- Piranómetro
- Módulo Solar de tecnología equivalente para medición de la radiación solar incidente.

Ambas señales, serán leídas por la tarjeta de adquisición de datos que posee el inversor. La conexión entre los elementos de medida y la tarjeta de adquisición de datos del inversor se hará mediante cable RJ-385 para transmisión de datos.

La conexión entre el Inversor y el ordenador será de forma remota, mediante la instalación de un módem de tipo GSM o instalación IP en la tarjeta electrónica del inversor. Dicho módem contará con los siguientes elementos:

- Placa base.

- Tarjeta módem GSM.
- Antena y cable.
- Tarjeta SIM.

El software de control se programará para que ante cualquier incidencia (como por ejemplo un defecto de aislamiento) se envíe un mensaje SMS (mensaje corto de texto a un dispositivo móvil) al personal encargado de su reparación, con objeto de que ésta se realice con la mayor rapidez posible.

Por otro lado, como se ha comentado anteriormente, existirá un Circuito de Control que se encargará de cortocircuitar los polos. El relé que dará la orden de apertura/cierre, estará alimentado directamente a 230 V de corriente alterna, desde el propio inversor, controlando el circuito según se produzca un fallo de aislamiento o se esté en una situación normal. Así, ante la detección de un fallo de aislamiento, se cerraría el contacto del circuito de control existente en el interior del inversor, de manera que quedase alimentado el circuito del relé que comanda los contactores de los circuitos del generador, abriéndolos. Una vez que se despejase el fallo de aislamiento, se volvería a abrir el contacto del inversor, desapareciendo la alimentación del relé y volviéndose a cerrar por tanto los contactores.

7.12.3 Sistema de servicios auxiliares

En la estación de transformación, así como en la Caseta de Control, además de lo ya descrito en apartados anteriores, existirán los siguientes elementos que compondrán el sistema de Servicios Auxiliares:

- Iluminación: Se instalará adosada en el techo una luminaria de dos tubos fluorescentes de 58 W de potencia a cada estación y a determinar en la caseta de control.
- Iluminación de Emergencia.
- Tomas de Fuerza: Se preverán tres tomas de fuerza para servicios auxiliares futuros, por inversor y a determinar en la caseta de control.

El cuadro de protección de servicios auxiliares estará compuesto mínimo por los siguientes elementos:

- Interruptor magnetotérmico general tetrapolar de 10 A.
- Interruptor automático diferencial tetrapolar de 10 A y 30 mA de sensibilidad.
- Interruptor automático bipolar de 10 A para el circuito de fuerza (tres tomas).
- Interruptor automático bipolar para el circuito de iluminación con 6 A de calibre.
- Interruptor automático bipolar para el circuito de alumbrado de emergencia con 6 A de calibre.
- La acometida en los cuadros de protección de servicios auxiliares será trifásica, con neutro. El cableado estará compuesto por una manguera tripolar con cobre como conductor y con una sección de 10 mm2. El aislamiento de la misma será de polietileno reticulado.

Las secciones de los circuitos de salida serán las siguientes:

- Circuito de fuerza: 2x6 mm2, XLPE.
- Circuito de alumbrado: 2x2,5 mm2, XLPE.

- Circuito de alumbrado de emergencia: 2x2,5 mm2, XLPE.
- Dichos circuitos se colocarán en el interior de canalizaciones con las dimensiones adecuadas.

7.13 Obra civil

La obra civil necesaria para ejecutar las instalaciones objeto del presente Proyecto se pueden resumir en:

- Las canalizaciones para el cableado en sus tramos subterráneos.
- Las plataformas destinadas a la ubicación de los conjuntos batería, PCS y transformador.

Para las canalizaciones subterráneas se realizan zanjas de entre 40 y 120 cm de anchura y profundidad mayor de 60 cm al tubo de la instalación eléctrica, siendo las necesarias para instalar cualquier red de BT desde el inversor hasta los paneles.

Los cableados se tenderán enterrados y bajo tubo en el que ira una única línea, evitándose cambios de dirección bruscos, utilizando arquetas con tapa prefabricadas en donde estos sean inevitables.

Se debe colocar una señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos y unas barras de protección para evitar ruptura de las líneas. El diámetro será tal que permita el fácil alojamiento y extracción de los cables, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión entre 250 N y 750 N.
- Resistencia de impacto, grado ligero o normal.
- Resistencia a la penetración contra objetos de diámetro mayor a 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior medio.

7.13.1 Movimientos de tierras

7.13.1.1 Generalidades

El estudio habitual del movimiento de tierras de una obra superficial se realiza mediante la representación gráfica de los volúmenes de desmontes y terraplenes de las mediciones obtenidas a lo largo de la superficie, con objeto de realizar el diagrama de masas para definir las distintas zonas de compensación, y las distancias de transporte de cada una de ellas.

Dadas las características de esta obra, será necesaria una limpieza superficial del terreno adecuándolo mínimamente y la evaluación de las tierras excavadas por actuaciones, teniendo en cuenta que las tierras procedentes de excavación se emplearán en la formación de terraplenes. Estas explanaciones y terraplenados se harán manteniendo en la medida de lo posible la orografía existente manteniendo como criterio general el mínimo movimiento de tierras.

Es conveniente destacar que debido a las características del suelo (arcillas), en épocas de lluvia se generan zonas de inundación en vaguadas, que intentaremos suavizar con el terraplén, generando unas pendientes suaves y consiguiendo que el agua fluya sin riesgo de estancarse.

7.13.1.2 Materiales excavados

Los materiales excavados se han caracterizado en los siguientes tipos:

- Tierra vegetal (desbroce).
- Ligero desmonte.

En el concepto de tierra vegetal se engloba el volumen excavado al realizar el desbroce de la explanación, con espesor variable, al ser tierras de labor.

En concreto, no diferenciaremos tierra vegetal de desmonte a la hora de realizar las excavaciones, pero si se realizará un extendido y compactación previa del terreno en las zonas de relleno, para obtener un óptimo firme de terraplén.

7.13.1.3 Rellenos

En zonas de terraplén, los fondos se rellenarán con el material del cimiento o núcleo, que serán suelos tolerables o adecuados con un CBR mínimo de tres (3), mientras que en coronación de terraplenes se emplearán suelos adecuados o seleccionados con un CBR mínimo de cinco (5).

7.13.1.4 Terraplenados

Se realizará en primer lugar un levantamiento topográfico de la parcela, con el fin de obtener las cotas del terreno actual, para poder proyectar las soluciones proyectadas.

Sobre este levantamiento se proyectarán los distintos planos de trabajo para definir las zonas de excavación y de relleno. Una vez definidas, se procede al replanteo de las zonas a excavar y de las superficies a terraplenar.

7.13.1.5 Movimiento de Tierras

Las actuaciones respetarán las zonas de propiedad del cauce público, no se actuará sobre la zona de policía, salvo para compactar el terreno circulante y algún extendido de material para hacer el terreno más regular.

Se respetarán las direcciones de aportes de aguas de las zonas afectadas, estos aportes continuarán como antes de la actuación, si bien las pendientes serán más suaves.

Como los movimientos de tierras son superficiales, la compactación debe proporcionar al terreno una resistencia superior a 1,5 kg/cm2.

Estos terrenos se presuponen homogéneos. La mayor parte de ellos son arcillas expansivas, y su profundidad antes del rechazo es superior a los 10 metros, cota que en ninguna de las actuaciones se llegará, por lo cual el terreno a extender que dará homogéneo en toda la extensión, no modificando en ninguno de los casos las composiciones de los terrenos previos a la actuación.

7.13.2 Viales

Los viales (si aplican) se resolverán mediante elevada compactación mecánica del terreno, manteniéndose por la empresa encargada del mantenimiento del Parque. Estos viales tendrán acceso a las diferentes subestaciones y tendrán 3.5 metros de ancho. Los viales consistirán en una capa de zahorra de 25 cm de espesor en la mitad del camino y 20 cm a lo largo de los bordes exteriores. Posteriormente se realizará la compactación, el riego y el perfilado del camino a través de medios mecánicos. Se degradará un 2,5% hacia

los bordes exteriores para la evacuación del agua. Los viales serán capaces de soportar hasta 40 toneladas a una velocidad menor a 5 km/h. En esquinas y cruces, los viales incorporaran solapes con sobreancho para facilitar el giro de vehículos pesados.

7.13.3 Cimentaciones de edificios

Las cimentaciones de hormigón armado para los contenedores de baterías y PCS se realizarán mediante hormigón con resistencia a la compresión de al menos 25 N/mm2. Estas cimentaciones estarán formadas por una losa con la misma área que el contenedor, de 0.3 m de grosor, con un muro perimetral de 0.2 m de grosor y 0.4 m de alto, así formando una cámara para los cables que acometan al contenedor. Se establecerán cimentaciones mediante micropilotes si la capacidad portante del terreno no es suficiente.

Valencia, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:21:44 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO

ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1 OBJETO 3
2 NORMATIVA DE APLICACIÓN Y BASES DE CÁLCULO 3
3 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 4
3.1 Campo Eléctrico 4
3.2 Campo magnético 4
4 MÉTODO DE CÁLCULO 5
4.1 Campo magnético generado por conductores subterráneos 6
4.2 Campo magnético generado por el contenedor de baterías 6
4.3 Comprobación de resultados obtenidos con los niveles de referencia 7
5 CONCLUSIONES 8

1 OBJETO

El objeto del presente informe es, por un lado, establecer los criterios de cálculo de campo magnético que generen del parque de baterías y por otro, desarrollar el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno del parque de baterías.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que, por razón del funcionamiento del parque de baterías BESS LA TORIBIA I, situada en el término municipal de Tomelloso (Ciudad Real) pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN Y BASES DE CÁLCULO

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de 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 y medidas de protección sanitaria frente 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. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μT).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.4: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

Con relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia".

En cuanto a la medida de los campos magnéticos, a continuación, se indica la normativa a seguir:

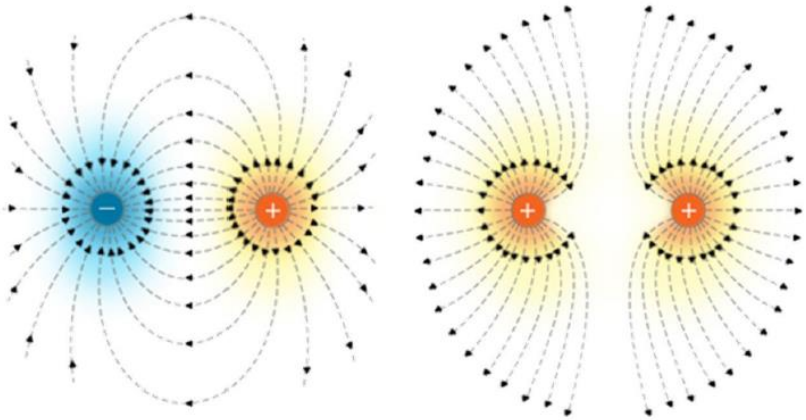
- Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial".
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements".

- UNE 207012-001 IN: Guía para la evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia, abril 2004.

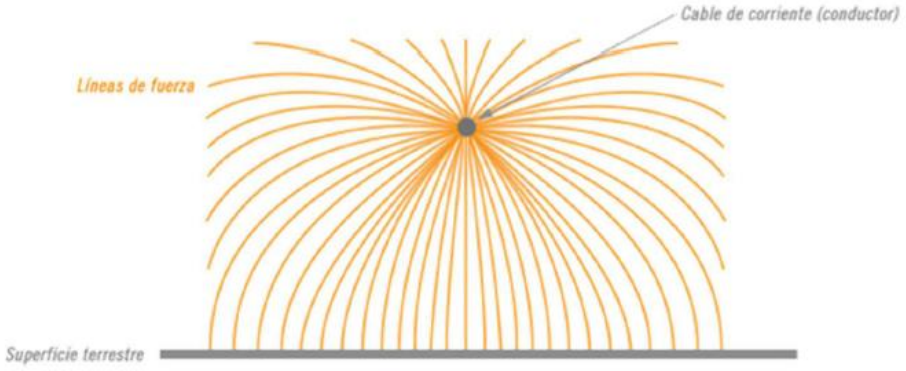
3 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

3.1 Campo Eléctrico

Cuando se dispone de dos cargas eléctricas de signo opuesto, las líneas del campo eléctrico Є describen arcos de circunferencia que empiezan en la carga positiva y terminan en la carga negativa.



Si consideramos un conductor por el que circulan cargas eléctricas (una línea eléctrica simple) y tiene cerca otro conductor (la superficie terrestre) las líneas del campo eléctrico acaban en ángulo recto con la superficie del segundo conductor.



Los campos eléctricos se caracterizan por:

- Están presentes siempre que exista diferencia de tensión, aunque no exista circulación de corriente.
- Son proporcionales a la tensión de funcionamiento de la línea.
- Disminuyen rápidamente al aumentar la distancia a los conductores.
- Son apantallables caso por cualquier materia: tierra, paredes, árboles, etc.

3.2 Campo magnético

La distribución del campo magnético es diferente y se dispone en circunferencias concéntricas con centro en la línea de corriente. Si las cargas que genera la corriente se mueven en la dirección entrante, la dirección

de las líneas de campo es hacia la derecha, y si las cargas son salientes, las líneas de campo llevan dirección hacia la izquierda.



El campo magnético tiene las siguientes características:

- Está presente siempre que existe un flujo de corriente eléctrica.
- Es proporcional a la intensidad de corriente que transporta una línea eléctrica.
- Es muy difícil apantallarlo.
- Disminuye rápidamente al aumentar la distancia a los conductores.

Aunque existe cierta controversia, actualmente está aceptado que los campos eléctricos producidos por las líneas eléctricas no constituyen un peligro para la salud. Sin embargo, no puede decirse lo mismo sobre los campos magnéticos, por lo que únicamente debe seguir investigándose sobre éstos y sus posibles afecciones en la salud.

4 MÉTODO DE CÁLCULO

Debido a la distinta naturaleza de los elementos que pueden considerarse como principales generadores de campo magnético, ya sea por cómo están construidos o por la función que realizan dentro de un parque de baterías, se ha procedido a separarlos en dos categorías en el momento de los cálculos.

- En primer lugar, las líneas o conducciones subterráneas de potencia, lo cual afectara la manera en que el campo magnético generado por éstas se distribuye.
- En segundo lugar, los contendores de baterías. Propondremos un método general que dependerá de las características de la batería empleada en el caso que corresponda, considerando los distintos elementos que producen y mitigan el campo magnético dentro de éstos.

En cualquier caso, hay ciertos elementos eléctricos en los cuáles no se ha reparado a la hora de considerarlos generadores de campo magnético. Ejemplos de éstos son las conducciones pertenecientes a cables de servicios auxiliares, de medida y comunicaciones de los diferentes equipos del parque de baterías y transformadores de tensión e intensidad. La decisión de evitar considerarlos como principales generadores de campo magnético reside en la magnitud de las corrientes que circulan por ellos, llegando a ser del orden de 100 a 300 veces inferiores a las corrientes que circulan por los componentes citados como principales anteriormente.

Se ha escogido para la realización de los cálculos, una distancia de 1 desde el emisor del campo electromagnético.

4.1 Campo magnético generado por conductores subterráneos

Calcularemos el campo magnético generado por los conductores de potencia entre los contenedores de baterías, los convertidores y los inversores de la instalación solar fotovoltaica.

FÓRMULAS UTILIZADAS

1. **Permeabilidad del vacío (*μ0*):**

$$\mu 0 = 4\pi \times 10^{-7}\ H/m$$

Donde H/m son henrios por metro.

2. **Campo magnético (*B*) generado por un solo cable:**

$$\mathrm{B} = \frac{\mu 0 \times \mathrm{I}}{2\pi \times \mathrm{r}}$$

Donde:

- B es el campo magnético en teslas (T)
- I es la corriente en amperios (A)
- r es la distancia desde el cable en metros (m)

MÉTODO DE CÁLCULO

1. Datos de partida:
   - Corriente I: 1045,92 A
   - Distancia asumida desde cada cable r: 1 m
2. Cálculo del campo magnético para un solo cable:

$$B_{cable} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1045{,}92}{2\pi \times 1} = 2{,}09185 \times 10^{-4}\ Teslas$$

4.2 Campo magnético generado por el contenedor de baterías

Calculamos el campo magnético generado por los contenedores de baterías de Endurance Station 5000, los convertidores y los inversores de la instalación solar fotovoltaica.

FÓRMULAS UTILIZADAS

1. **Permeabilidad del vacío (*μ0*):**

$$\mu 0 = 4\pi \times 10^{-7}\ H/m$$

Donde H/m son henrios por metro.

2. **Campo magnético (*B*) generado por un solo cable:**

$$\mathrm{B} = \frac{\mu 0 \times \mathrm{I}}{2\pi \times \mathrm{r}}$$

Donde:

- B es el campo magnético en teslas (T)
- I es la corriente en amperios (A)
- r es la distancia desde el cable en metros (m)

MÉTODO DE CÁLCULO

1. **Datos de partida:**
   - Corriente I: 157 A por rack
   - Número de racks (n): 12
   - Distancia asumida desde cada cable r: 1 m

2. **Cálculo del campo magnético para un solo cable:**

$$B_{rack} = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times 104}{2\pi \times 1} = 2{,}0833 \times 10^{-5}\ T$$

3. **Cálculo del campo magnético total generado por los 12 racks:**

$$B_{total} = \mathrm{n} \times B_{rack} = 12 \times (2{,}0833 \times 10^{-5}) = 2{,}5 \times 10^{-4}\ Teslas$$

Por lo tanto, el campo magnético total generado por el contenedor de baterías **es 2,5x10^{-4} Teslas** a una distancia de **1 metro** de los racks de baterías.

4.3 Comprobación de resultados obtenidos con los niveles de referencia

Tal y como se indica en el RD 1066/2001, en el punto 3.1 Niveles de Campo, se han establecido los niveles de referencia para campos eléctricos y magnéticos, según el siguiente cuadro:

CUADRO 2

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

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

Por tanto, para el rango de frecuencia (0-1 kHz) (corriente continua) el valor de referencia del campo magnético es de 4x10^{-4} Teslas.

Tal y como se desprende de los cálculos realizados anteriormente, los valores obtenidos para el campo magnético generado por la instalación son inferiores al valor de referencia establecido. En consecuencia, se cumple con los límites de exposición a campos magnéticos exigidos por la normativa aplicable.

5 CONCLUSIONES

Tal y como se concluye en el estudio desarrollado en el apartado 4, incluso bajo las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los niveles de campo magnético generados por los equipos de la BESS La TORIBIA I se mantienen por debajo de los valores límite establecidos por la normativa vigente, indicada en el apartado 4.4. En consecuencia, se considera que las medidas de apantallamiento previstas resultan adecuadas para garantizar el cumplimiento de los requisitos aplicables.

Valencia, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:22:07 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunidad Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

- ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
- **ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN**
- ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1 OBJETO 3
2 NORMATIVA DE APLICACIÓN 3
3 DATOS TÉCNICOS DE PARTIDA DE BAJA TENSIÓN 3
3.1 Descripción general de la red 3
3.2 Descripción del cable subterráneo 4
3.3 Condiciones de instalación de baja tensión 4
4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN 5
4.1 Procedimiento de cálculo para el criterio térmico 5
4.1.1 Factor de corrección por temperatura del terreno 6
4.1.2 Factor de corrección por resistividad térmica 6
4.1.3 Factor de agrupamiento 7
4.1.4 Factor de profundidad 8
4.2 Procedimiento de cálculo para el criterio de caída de tensión 9
4.3 Resultados Criterio Térmico 10
4.4 Resultados Criterio Caída de Tensión 10
5 CONCLUSIONES 11

1 OBJETO

El presente apartado se realiza con el objeto de mostrar los cálculos eléctricos correspondientes a los circuitos de baja tensión subterráneos que interconectarán el contenedor de batería, el PCS y el transformador de baja tensión con el CT de la planta.

Los cálculos se realizarán de acuerdo con la norma ITC-BT-07.

Para la elección final de los cables, se realizan los cálculos correspondientes a la intensidad máxima admisible, la caída de tensión y la pérdida de potencia soportadas por el cable seleccionado.

En primer lugar, se justificará el procedimiento de cálculo realizado y posteriormente se mostrarán los resultados para cada tramo.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

La instalación se diseñará y construirá con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigentes, así como las normas técnicas particulares de los ayuntamientos implicados y de la compañía que explota la red general de distribución eléctrica de la zona.

Para los cálculos eléctricos se cumplirá lo requerido en la última edición vigente de los códigos y normas que sean de aplicación de la siguiente lista, sin que esto suponga una restricción o renuncia a cualquier otro código y norma aplicable no relacionada en la misma.

- International Standardization Organization (ISO)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- UNE-HD 60364-5-52
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Ministerio de Ciencia y Tecnología (18-09-2002)
- UNE 211435:2011: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 21089-1:2002: Identificación de los conductores aislados de cables.
- UNE 21144:2012: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
- UNE 21123-2:2017: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 50525-2-51:2012: Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-51: Cables de utilización general. Cables de control resistentes al aceite con aislamiento termoplástico (PVC).
- UNE-EN 61439-1/2/3:2012: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 60947-1:2008: Aparamenta de baja tensión. Parte 1, Reglas generales.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.

3 DATOS TÉCNICOS DE PARTIDA DE BAJA TENSIÓN

3.1 Descripción general de la red

El cableado de baja tensión objeto de este proyecto engloba:

- Cableado de interconexión de DC desde el contenedor de batería hasta el PCS.
- Cableado de interconexión de AC desde el PCS hasta el transformador elevador de baja tensión.
- Cableado de interconexión de AC desde el transformador elevador de baja tensión hasta el CT existente.

3.2 Descripción del cable subterráneo

Los cables empleados serán de 0.6/1kV del tipo unipolar, conductor de aluminio de secciones 95mm², 150mm², 185mm², 240mm² y 400 mm², aislamiento XLPE, con pantalla metálica a base de hilos de cobre de 25 mm2 y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

3.3 Condiciones de instalación de baja tensión

Los datos de partida considerados para el cálculo de la capacidad de corriente se resumen en los siguientes puntos:

Tramo 1: desde el contenedor de baterías hasta el PCS

- Temperatura ambiente de diseño: 20 °C
- Temperatura del terreno: 25 °C
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Tipo de conductor: Aluminio
- Secciones de cableado: 1x400mm² (monofásica)
- Método de instalación: Directamente enterrados (subterráneo)
- Método de instalación según UNE 60364-5-52: D2
- Distancia en horizontal: 10 m

Tramo 2: desde el PCS hasta el transformador

- Temperatura ambiente de diseño: 20 °C
- Temperatura del terreno: 25 °C
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Tipo de conductor: Aluminio
- Secciones de cableado: 1x400 mm² (trifásica)
- Método de instalación: Directamente enterrados (subterráneo)
- Método de instalación según UNE 60364-5-52: D2
- Distancia en horizontal: 15 m

Tramo 3: desde el transformador hasta la estación de media tensión existente

- Temperatura ambiente de diseño: 20 °C
- Temperatura del terreno: 25 °C
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Tipo de conductor: Aluminio
- Secciones de cableado: 1x400 mm² (trifásica)
- Método de instalación: Directamente enterrados (subterráneo)
- Método de instalación según UNE 60364-5-52: D2
- Distancia en horizontal: 40 m

4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN

El almacenamiento de baterías entra en el campo de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión al funcionar bajo tensiones en corriente continua inferiores a 1.500 voltios y alterna inferiores a 1.000 V.

Además, clasificamos nuestra instalación eléctrica como de Tensión Especial según el Reglamento.

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión	Un ≤ 50V	Un ≤ 75V
Tensión usual	50 < Un ≤ 500V	75 < Un ≤ 750V
Tensión especial	500 < Un ≤ 1000V	750 < Un ≤ 1500V

Las canalizaciones de los conductores, desde el contenedor de baterías hasta la estación de media tensión, se encontrarán directamente enterradas en zanjas a una profundidad de 0,8 m, donde los cables en cada línea tienen una separación de 25 cm entre los mismos.

En relación con los cálculos, para seleccionar las secciones más adecuadas, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa y de las características eléctricas.

El dimensionamiento del cable de baja tensión consiste en calcular la sección mínima normalizada que cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

- Criterio térmico o por calentamiento
- Criterio de caída de tensión

4.1 Procedimiento de cálculo para el criterio térmico

Cálculo de sección por criterio térmico

La intensidad máxima en corriente continua calculada para el diseño de la línea viene dada por la expresión:

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

Siendo:

- P = potencia máxima a transportar en kVA
- U = tensión en kV

La intensidad máxima en corriente alterna calculada para el diseño de la línea viene dada por la expresión:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3}x\ U}$$

Siendo:

- S = potencia máxima a transportar en kVA
- U = tensión en kV
- I_L = corriente nominal

La corriente máxima admisible por los cables depende de una serie de factores, tanto de sus características constructivas como de las del terreno. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Imax.adm = Ft \cdot Fr \cdot Fnt \cdot Fp \cdot I_A$$

donde:

- Ft ≡ factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fr ≡ factor de corrección debido a la resistividad térmica del terreno.
- Fnt ≡ factor de corrección debido al número de cables por circuito.
- Fp ≡ factor de corrección debido a la profundidad de enterramiento de los circuitos.
- I_A= Intensidad máxima admisible que puede transportar el conductor antes de aplicar los factores de corrección, o en condiciones estándar.

Las secciones finales seleccionadas deben cumplir con el siguiente criterio:

$$\mathbf{I_{cálculo} < I_{máx.adm}}$$

Las condiciones para este cálculo son las siguientes:

- Temperatura del terreno: 20 ºC
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Distancia entre ternas: 25 cm
- Método de instalación: Directamente enterrado
- Profundidad: 0,80 m.

En las siguientes tablas que se muestran la intensidad admisible en condiciones estándar de los conductores atendiendo a su material de aislamiento y, posteriormente, los correspondientes factores de corrección a aplicar para las condiciones reales de la instalación objeto de este documento.

Sección (mm2)	**16**	**25**	**35**	**50**	**70**	**95**	**120**	**150**	**185**	**240**	**300**	**400**	**500**	**630**
Ia (A)	76	98	117	139	170	204	233	261	296	343	386	444	510	588

4.1.1 Factor de corrección por temperatura del terreno

Dependerá de la temperatura del terreno considerada y de la naturaleza del aislamiento. Cuando la temperatura del terreno del proyecto de la planta solar es diferente a 25 °C, la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

Temperatura ºC Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno, θe, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

4.1.2 Factor de corrección por resistividad térmica

Depende de la capacidad del terreno para disipar calor. Si el valor de la resistividad térmica del terreno donde se va a instalar la planta es diferente a 1,5 Km/W entonces su el valor de la corriente admisible del cable se ha de corregir con los valores que se obtienen de la tabla mostrada a continuación:

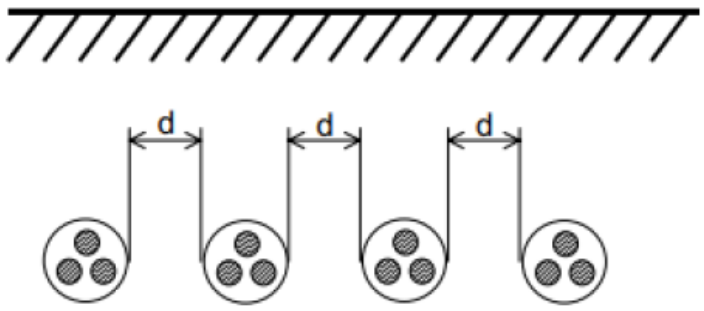
Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

4.1.3 Factor de agrupamiento

Este factor tiene en cuenta la influencia desde el punto de vista térmico que un conductor puede ejercer sobre otros a su alrededor. A su vez los conductores de su alrededor influirán sobre éste. Cuantos más conductores se agrupen peor será la disipación del calor al medio y más se calentarán los conductores.

En la siguiente tabla se presentan los factores de la norma correspondiente:

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



4.1.4 Factor de profundidad

Cuando la profundidad de instalación es diferente a 1 metro, la intensidad máxima admisible se debe corregir con los siguientes valores dependiendo del método de instalación y de la sección del cable:

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

4.2 Procedimiento de cálculo para el criterio de caída de tensión

Se establece una caída de tensión máxima de 1%.

Para el criterio de caída de tensión se establece que la sección de cable sea tal que la caída de tensión en él sea menor que la establecida en la norma.

El cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta V = (2 \cdot L \cdot I \cdot \mathrm{R})/\mathrm{n} \qquad \text{(Corriente continua)}$$

$$\Delta V = (\sqrt{3} \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{I} \cdot \mathrm{R})/\mathrm{n} \qquad \text{(Corriente alterna)}$$

Donde:

- R es la resistencia del material a la temperatura de diseño (Ω/m)
- L es la longitud del conductor (m)
- I es la intensidad máxima del inversor (A)
- n es el número de circuitos calculados en el criterio térmico

Para el cálculo de la resistencia del conductor a la temperatura de servicio 90ºC, se parte de la resistencia nominal a 20ºC (R_{20}) extraída de las tablas de fabricante. El ajuste por temperatura se realiza mediante la siguiente ecuación

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Donde:

R es la resistencia del conductor a 90ºC (Ω / m)

R_0 es la resistencia del conductor a 20ºC (Ω / m)

α es el coeficiente de expansión del material (1/ºC)

ΔT es la variación de temperatura (ºC) (90 – 20 = 70)

Los coeficientes de expansión utilizados, conforme a la naturaleza de los conductores, son:

Coeficiente α (1/ºC)	
Cobre	0.00393
Aluminio	0.00403

Finalmente, se calcula la caída de tensión porcentual:

$$\Delta V(\%) = \Delta V / Vnom$$

Las secciones finales deberán cumplir:

$$\Delta V(\%) < 1\%$$

4.3 Resultados Criterio Térmico

En este caso se toma para la comparación la intensidad sobredimensionada un 125 %

$$Ib \cdot 1{,}25 = \mathrm{Ik}$$

Tramos		Potencia (kW)	Tensión (V)	Tipo	Ib (A)	Ik (A)
Tramo 1	BESS – PCS	1250	1331.2	DC	939.0024038	1173.753005
Tramo 2	PCS – Trafo BT	1250	690	AC	1045.924401	1307.405501
Tramo 3	Trafo BT – CT MT	1250	800	AC	902.1097956	1127.637245

Para los tres tramos, las condiciones de instalación serán:

Temperatura del terreno (ºC)	25
Resistividad térmica del terreno (mK/W)	1,5
Profundidad zanja (m)	0,6
Distancia entre circuitos "d" (m)	0,125

Por tanto, los factores de corrección y corriente admisible corregida para cada tramo:

Tramos	Sección (mm^2)	Nº Circuitos	I_A	K_TT	K_RT	K_N	K_P	Imax adm
Tramo 1	400	3	444	0.96	1.28	0.75	1.07	1313.501184
Tramo 2	400	3	444	0.96	1.28	0.75	1.07	1313.501184
Tramo 3	400	3	444	0.96	1.28	0.75	1.07	1313.501184

Como podemos observar, se cumple el criterio térmico en los tres tramos evaluados.

	Ik (A)	<	Imax adm	
Tramo 1	1173.753005	<	1313.501184	**CUMPLE**
Tramo 2	1307.405501	<	1313.501184	**CUMPLE**
Tramo 3	1127.637245	<	1313.501184	**CUMPLE**

4.4 Resultados Criterio Caída de Tensión

Evaluamos las secciones y el número de circuitos obtenidos en el criterio térmico.

Tramos		Potencia (kW)	Tensión (V)	Tipo	Sección (mm^2)	Nº Circuitos
Tramo 1	BESS – PCS	1250	1331.2	DC	400	3
Tramo 2	PCS – Trafo BT	1250	690	AC	400	3
Tramo 3	Trafo BT – CT MT	1250	800	AC	400	3

r

El fabricante nos aporta los valores de resistencia del cable a 20ºC para las distintas secciones. Calculamos la resistencia a la temperatura de servicio 90ºC.

R_0 (20ºC y 400mm^2)	α	ΔT (ºC)	Rcable (Ohm / m)
7.78E-05	0.00403	90 – 20 = 70	9.97474E-05

Calculamos la caída de tensión de cada tramo.

Tramos	Sección (mm^2)	Nº Circuitos	Ik = Ib * 1.25 (A)	L (m)	Rcable (Ω/m)	Vcable (V)	ΔV (%)
Tramo 1	400	3	1173.753	10	9.97474E-05	0.78052525	0.06%
Tramo 2	400	3	1307.4055	15	9.97474E-05	1.1293861	0.16%
Tramo 3	400	3	1127.63724	40	9.97474E-05	2.59758802	0.32%

Como podemos observar, se cumple el criterio de caída de tensión en los tres tramos.

	ΔV	<	1%	
Tramo 1	0.06%	<	1%	**CUMPLE**
Tramo 2	0.16%	<	1%	**CUMPLE**
Tramo 3	0.32%	<	1%	**CUMPLE**

5 CONCLUSIONES

Para el tramo 1, comprendido entre el contenedor de batería y el PCS. Se utilizarán conductores unipolares de 400 mm^2 de sección, modelo TOPSOLAR® PV Al 1500 V. El conductor es de aluminio clase 2 con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC resistente a rayos UV. Tensión nominal de servicio: 1,5 kV (CC). Configuración: 2 cables por fase (3 ternas).

3x[2x(1x400)] mm² Al TOPSOLAR® PV Al

Para el tramo 2, comprendido entre el PCS y el Transformador de baja tensión, se utilizarán conductores unipolares de 400 mm^2 de sección, modelo TOPSOLAR® PV Al 1500 V. Aislamiento de XLPE y cubierta de PVC. Tensión nominal de servicio: 1,8/3 (3,6) kV (CA). Configuración: 3 cables por fase (3 ternas).

3x[3x(1x400)] mm² Al TOPSOLAR® PV Al 1,8/3 (3,6) kV

Para el tramo 3, comprendido entre el Transformador de baja tensión y el CT de Media tensión (existente), se utilizarán conductores unipolares de 400 mm^2 de sección, modelo TOPSOLAR® PV Al 1500 V. Aislamiento de XLPE y cubierta de PVC. Tensión nominal de servicio: 1,8/3 (3,6) kV (CA). Configuración: 3 cables por fase (3 ternas).

3x[3x(1x400)] mm² Al TOPSOLAR® PV Al 1,8/3 (3,6) kV

Valencia, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:22:29 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunidad Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO

ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

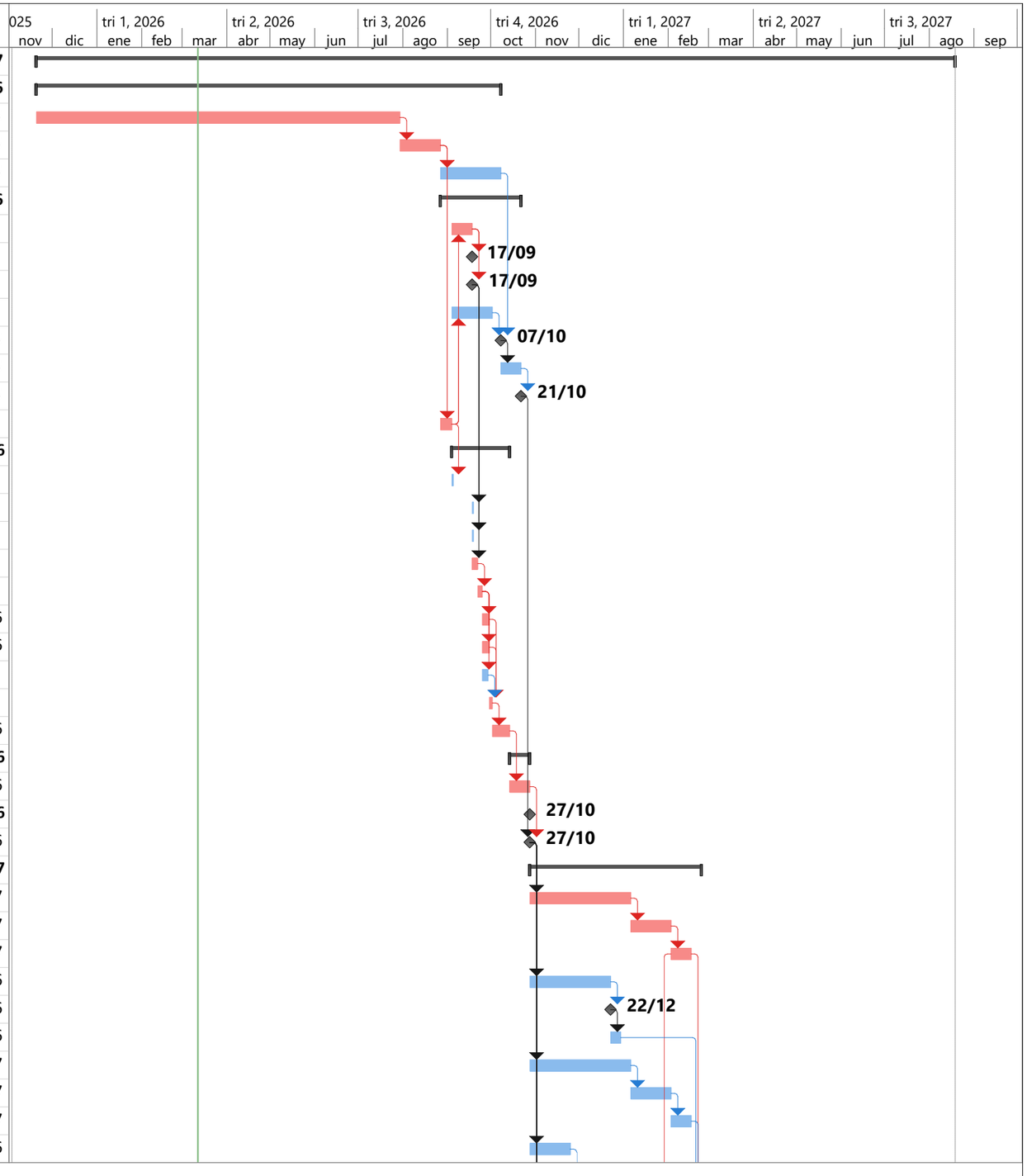
DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

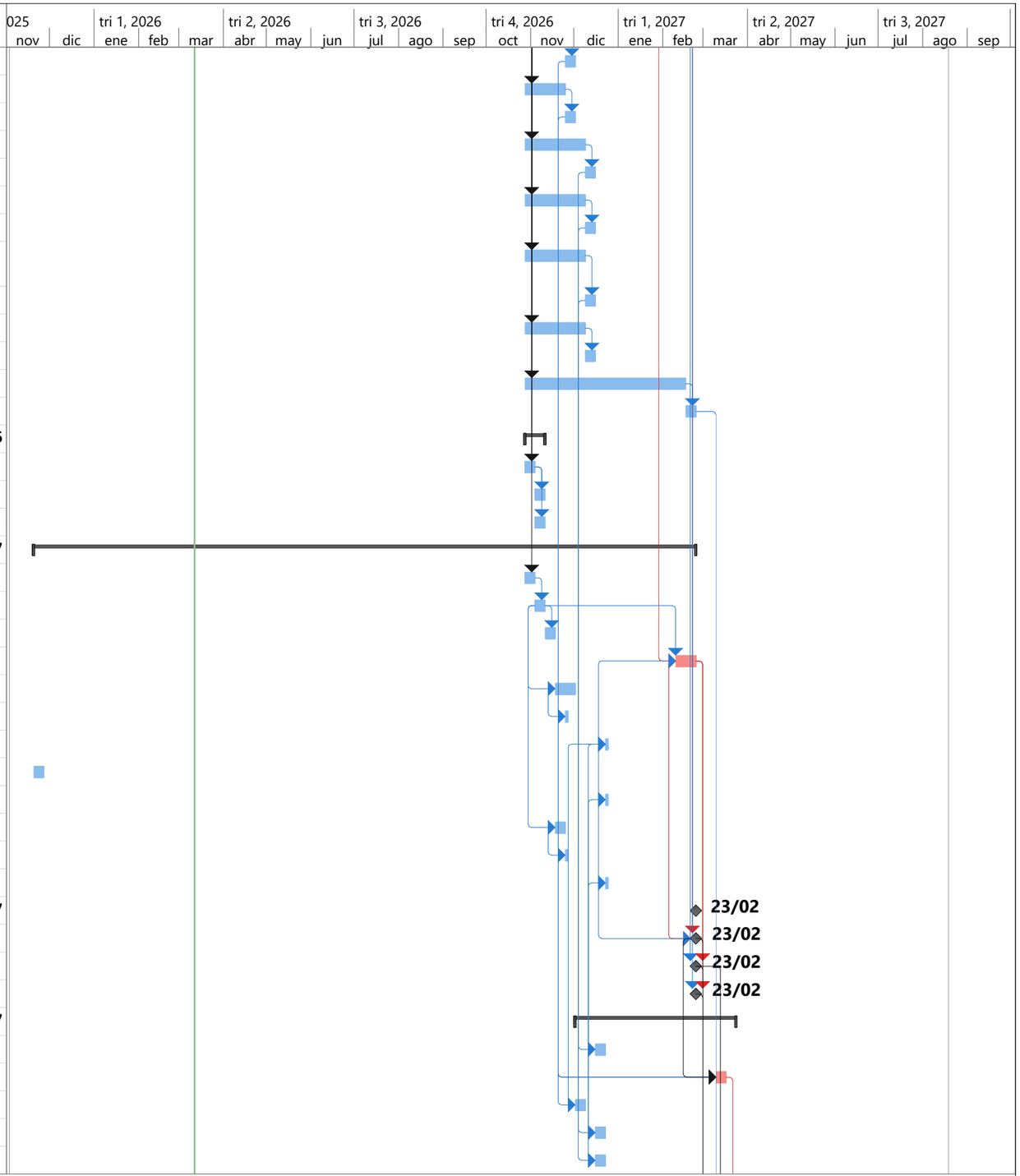
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**HIBRIDACIÓN CON BATERÍAS DE LA TORIBIA**	**455 días**	**jue 20/11/25**	**mié 18/08/27**
2	**Tramitación**	**230 días**	**jue 20/11/25**	**mié 07/10/26**
3	Obtención AAP, AAC y DUP	180 días	jue 20/11/25	mié 29/07/26
4	Obtención Licencia de Obras	20 días	jue 30/07/26	mié 26/08/26
5	Obtención de Financiación	30 días	jue 27/08/26	mié 07/10/26
6	**Tareas preliminares**	**40 días**	**jue 27/08/26**	**mié 21/10/26**
7	Negociación de Acuerdo de Ingeniería	10 días	vie 04/09/26	jue 17/09/26
8	Firma de Acuerdo de Ingeniería	0 días	jue 17/09/26	jue 17/09/26
9	Lanzamiento de Ingeniería de Detalle	0 días	jue 17/09/26	jue 17/09/26
10	Negociación de Acuerdo EPC	20 días	vie 04/09/26	jue 01/10/26
11	Firma de Acuerdo EPC	0 días	mié 07/10/26	mié 07/10/26
12	Cierre Financiero	10 días	jue 08/10/26	mié 21/10/26
13	Lanzamiento completo del proyecto EPC	0 días	mié 21/10/26	mié 21/10/26
14	Selección de Contratistas EPC	6 días	jue 27/08/26	jue 03/09/26
15	**Trabajos preliminares del Contratista EPC**	**28 días**	**vie 04/09/26**	**mar 13/10/26**
16	Reconocimiento del sitio	1 día	vie 04/09/26	vie 04/09/26
17	Verificación de Estudios Topográficos y Geotécnicos	1 día	vie 18/09/26	vie 18/09/26
18	Verificación de Estudio Hidrológico	1 día	vie 18/09/26	vie 18/09/26
19	Detalle de Layout definitivo	2 días	vie 18/09/26	lun 21/09/26
20	Diseño de Detalle Eléctrico	3 días	mar 22/09/26	jue 24/09/26
21	Diseño de Detalle Civil	3 días	vie 25/09/26	mar 29/09/26
22	Diseño de Detalle Mecánico	3 días	vie 25/09/26	mar 29/09/26
23	Diseño de Detalle de Sistemas Auxiliares	2 días	vie 25/09/26	lun 28/09/26
24	Preparación de BOQ (Bill of Quiantities)	2 días	mié 30/09/26	jue 01/10/26
25	Preparación del Paquete Definitivo de Ingeneiría de Detalle Definitivo	8 días	vie 02/10/26	mar 13/10/26
26	**DDC - Diseño Detallado de Cierre (propietario/IEC aprobación)**	**10 días**	**mié 14/10/26**	**mar 27/10/26**
27	Revisión y Aprobación del Diseño de Detalle del Sistema de Almacenamiento	10 días	mié 14/10/26	mar 27/10/26
28	**Fecha de Inicio del Procedimiento**	**0 días**	**mar 27/10/26**	**mar 27/10/26**
29	Emisión de notificación para proceder NTP	0 días	mar 27/10/26	mar 27/10/26
30	**Aprovisionamientos de Equipos Clave**	**85 días**	**mié 28/10/26**	**mar 23/02/27**
31	Contenedor de Baterias - Neg. Contrato + Periodo de Producción	50 días	mié 28/10/26	mar 05/01/27
32	Contenedor de Baterias - Periodo de Transporte (de 1a entrega)	20 días	mié 06/01/27	mar 02/02/27
33	Contenedor de Baterias - Periodo de Entrega (1a Entrega al Inicio del Periodo)	10 días	mié 03/02/27	mar 16/02/27
34	PCS - Neg Contrato + Periodo de Producción	40 días	mié 28/10/26	mar 22/12/26
35	PCS - Periodo de Transporte (de 1a entrega)	0 días	mar 22/12/26	mar 22/12/26
36	PCS - Periodo de Entrega (1a Entrega al Inicio del Periodo)	5 días	mié 23/12/26	mar 29/12/26
37	Transformador - Neg. Contrato + Periodo de Producción	50 días	mié 28/10/26	mar 05/01/27
38	Transformador - Periodo de Transporte (de 1a entrega)	20 días	mié 06/01/27	mar 02/02/27
39	Transformador - Periodo de Entrega (1a Entrega al Inicio del Periodo)	10 días	mié 03/02/27	mar 16/02/27
40	Cableado CC - 400mm2 - Periodo de Producción+Transporte	20 días	mié 28/10/26	mar 24/11/26



Proyecto: Programa ejecucion-M
Fecha: jue 12/03/26

Tarea	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Hito externo	Progreso manual
División	Hito inactivo	Resumen manual	Fecha límite	
Hito	Resumen inactivo	solo el comienzo	Tareas críticas	
Resumen	Tarea manual	solo fin	División crítica	
Resumen del proyecto	solo duración	Tareas externas	Progreso	

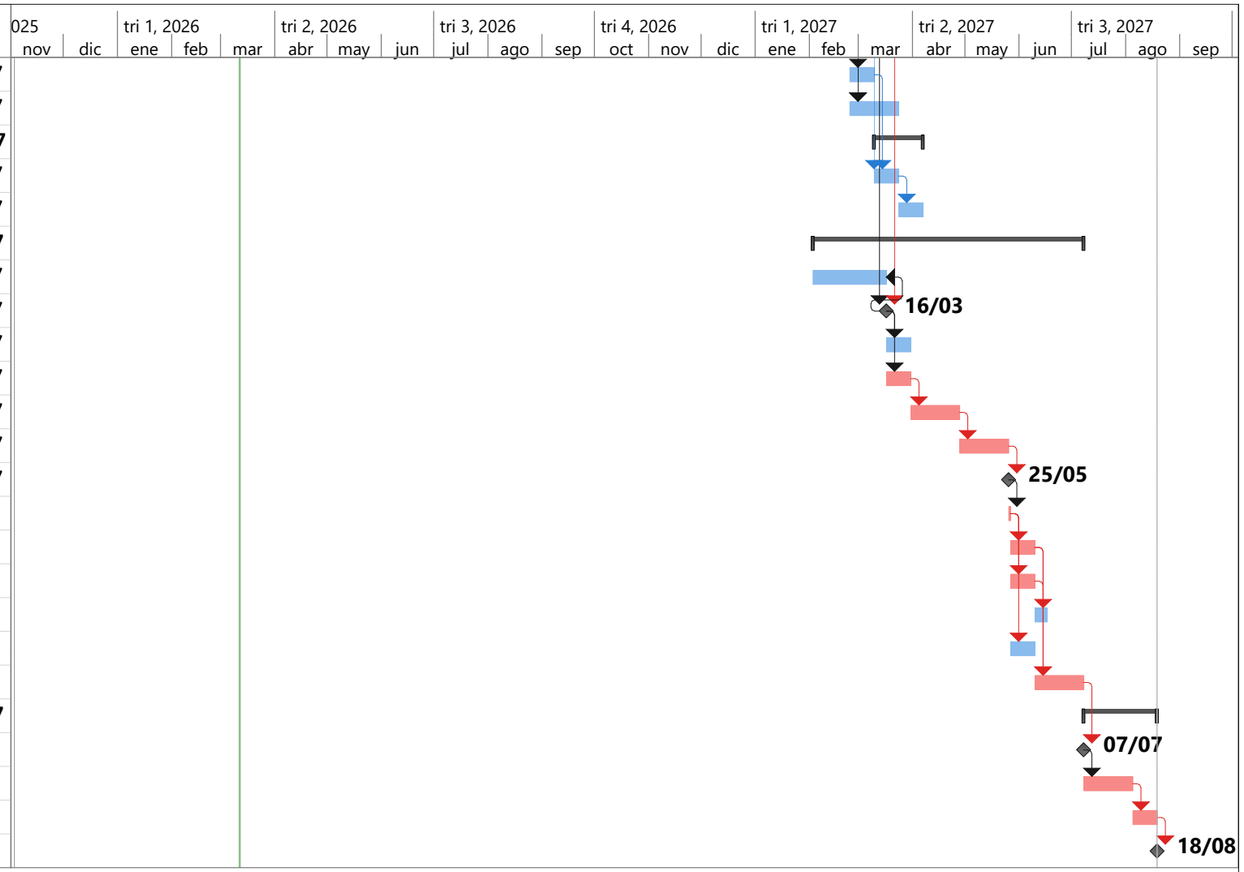
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
41	Cableado CC - 400mm2 - Periodo de Entrega	5 días	mié 25/11/26	mar 01/12/26
42	Cableado CA 3x400mm2 - Periodo de Producción+Transporte	20 días	mié 28/10/26	mar 24/11/26
43	Cableado CA 3x400mm2 - Periodo de Entrega	5 días	mié 25/11/26	mar 01/12/26
44	Tubo Corrugado CC Zanjas - Periodo de Producción+Transporte	30 días	mié 28/10/26	mar 08/12/26
45	Tubo Corrugado CC Zanjas - Periodo de Entrega	5 días	mié 09/12/26	mar 15/12/26
46	Cableado Puesta a Tierra en Zanja CC - Periodo Producción+Transporte	30 días	mié 28/10/26	mar 08/12/26
47	Cableado Puesta a Tierra en Zanja CC - Periodo de Entrega	5 días	mié 09/12/26	mar 15/12/26
48	Cables FO+UTP para CCTV y Comunicaciones - Periodo de Producción+Transporte	30 días	mié 28/10/26	mar 08/12/26
49	Cables FO+UTP para CCTV y Comunicaciones - Periodo de Entrega	5 días	mié 09/12/26	mar 15/12/26
50	Tubo Corrugado+Cables Aux+Peq. Material - Periodo Producción+Transporte	30 días	mié 28/10/26	mar 08/12/26
51	Tubo Corrugado+Cables Aux+Peq. Material - Periodo Entrega	5 días	mié 09/12/26	mar 15/12/26
52	PPC y EMS - Periodo Producción+Transporte	80 días	mié 28/10/26	mar 16/02/27
53	PPC y EMS Sistema de Monitorización - Periodo de Entrega	5 días	mié 17/02/27	mar 23/02/27
54	**Movilización del Lugar**	**10 días**	**mié 28/10/26**	**mar 10/11/26**
55	Preparación del sitio	5 días	mié 28/10/26	mar 03/11/26
56	Instalaciones Temporales del Contratista	5 días	mié 04/11/26	mar 10/11/26
57	Sitio Temporal del Área de Almacén	5 días	mié 04/11/26	mar 10/11/26
58	**Obra Civil**	**329 días**	**jue 20/11/25**	**mar 23/02/27**
59	Movimientos de Tierra (Desbroce, Limpieza y Nivelación)	5 días	mié 28/10/26	mar 03/11/26
60	Movimientos de Tierra - Desmontes y Terraplenados	5 días	mié 04/11/26	mar 10/11/26
61	Construcción viales	5 días	mié 11/11/26	mar 17/11/26
62	Cimentaciones Baterias, PCS y Transformador	10 días	mié 10/02/27	mar 23/02/27
63	Excavación de las Zanjas CC y CA	10 días	mié 18/11/26	mar 01/12/26
64	Relleno de Capa de Arena para Zanjas CC y CA	2 días	mié 25/11/26	jue 26/11/26
65	Relleno de Zanjas CC y CA	2 días	mié 23/12/26	jue 24/12/26
66	Excavaciones para Zanjas Periféricas de Puesta a Tierra	5 días	jue 20/11/25	mié 26/11/25
67	Relleno para Zanjas Periféricas de Puesta a Tierra	2 días	mié 23/12/26	jue 24/12/26
68	Excavación de Zanjas de Servicios Auxiliaries (FO, Sec, Aux Power)	5 días	mié 18/11/26	mar 24/11/26
69	Relleno de Capa de Arena de Zanjas de Servicios Auxiliaries (FO, Sec, Aux Power)	2 días	mié 25/11/26	jue 26/11/26
70	Relleno de Zanjas de Servicios Auxiliaries (FO, Sec, Aux Power)	2 días	mié 23/12/26	jue 24/12/26
71	**Trabajos Mecánicos**	**0 días**	**mar 23/02/27**	**mar 23/02/27**
72	Instalación contenedores BESS	0 días	mar 23/02/27	mar 23/02/27
73	Instalación PCS	0 días	mar 23/02/27	mar 23/02/27
74	Instalación Transformador	0 días	mar 23/02/27	mar 23/02/27
75	**Trabajos Eléctricos**	**80 días**	**mié 02/12/26**	**mar 23/03/27**
76	Instalación de Tubo Corrugado para Cableado CC 6mm2	5 días	mié 16/12/26	mar 22/12/26
77	Intalación de Cableado CC 400mm2	5 días	mié 10/03/27	mar 16/03/27
78	Intalación de Cableado CA 3x400mm2	5 días	mié 02/12/26	mar 08/12/26
79	Instalación de Puesta a Tierra en Zanjas de BT	5 días	mié 16/12/26	mar 22/12/26
80	Instalación de cables FO+Aux y Tubos Corrugados	5 días	mié 16/12/26	mar 22/12/26



Proyecto: Programa ejecucion-M
Fecha: jue 12/03/26

Tarea	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Hito externo	Progreso manual
División	Hito inactivo	Resumen manual	Fecha límite	
Hito	Resumen inactivo	solo el comienzo	Tareas críticas	
Resumen	Tarea manual	solo fin	División crítica	
Resumen del proyecto	solo duración	Tareas externas	Progreso	

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
81	Interconexión Transformador con Cuadros y Celdas Estación	10 días	mié 24/02/27	mar 09/03/27
82	Instalación y conexionado de las baterias y los PCS	20 días	mié 24/02/27	mar 23/03/27
83	**PPC y EMS - Controladores de planta**	**20 días**	**mié 10/03/27**	**mar 06/04/27**
84	Instalación de Hardware PPC y EMS	10 días	mié 10/03/27	mar 23/03/27
85	Interconexionado de Todos los Equipos	10 días	mié 24/03/27	mar 06/04/27
86	**Puesta en Servicio**	**111 días**	**mié 03/02/27**	**mié 07/07/27**
87	Trámites para CTA	30 días	mié 03/02/27	mar 16/03/27
88	Terminación Trabajos Mecánicos y Eléctricos	0 días	mar 16/03/27	mar 16/03/27
89	Pruebas Funcionamiento Sin Tensión (BESS)	10 días	mié 17/03/27	mar 30/03/27
90	Informes del Organismo de Certificación Autorizado (OCA)	10 días	mié 17/03/27	mar 30/03/27
91	Tramites y Solicitud Autorización Administrativa de Explotación a Industria	19.63 días	mié 31/03/27	mar 27/04/27
92	Tramites Solicitud Operación Provisional en Pruebas	20 días	mié 28/04/27	mar 25/05/27
93	Obtención ION Notificación de Operación Provisional	0 días	mar 25/05/27	mar 25/05/27
94	Energización de Red y Puesta en Servicio de la Planta Fotovoltaica	1 día	mié 26/05/27	mié 26/05/27
95	Pruebas de funcionamiento planta en tensión	10 días	jue 27/05/27	mié 09/06/27
96	Pruebas de funcionamiento subestación en tensión	10 días	jue 27/05/27	mié 09/06/27
97	Pruebas de funcionamiento PPC y EMS en tensión	5 días	jue 10/06/27	mié 16/06/27
98	Pruebas de funcionamiento Baterias y PCS	10 días	jue 27/05/27	mié 09/06/27
99	Tramite y solicitud del FON Notificación de Operación Definitiva	20 días	jue 10/06/27	mié 07/07/27
100	**Operación Provisional, Prueba PR y CAP**	**30 días**	**mié 07/07/27**	**mié 18/08/27**
101	Obtención FON Notificación Operación Definitiva	0 días	mié 07/07/27	mié 07/07/27
102	Pruebas de Aceptación Provisional CAP	20 días	jue 08/07/27	mié 04/08/27
103	Revisión del paquete del CAP por cliente y asesor del banco	10 días	jue 05/08/27	mié 18/08/27
104	Certificado de Aceptación Provisional CAP	0 días	mié 18/08/27	mié 18/08/27



Proyecto: Programa ejecucion-M
Fecha: jue 12/03/26

Tarea	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Hito externo	Progreso manual
División	Hito inactivo	Resumen manual	Fecha límite	
Hito	Resumen inactivo	solo el comienzo	Tareas críticas	
Resumen	Tarea manual	solo fin	División crítica	
Resumen del proyecto	solo duración	Tareas externas	Progreso	

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO

ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

INDICE DE PLANOS

PLANO Nº1: Situación

PLANO Nº2: Layout General

PLANO Nº3: Unifilar CPM

PLANO Nº4: Unifilar General

PLANO Nº5: Unifilar Comunicaciones

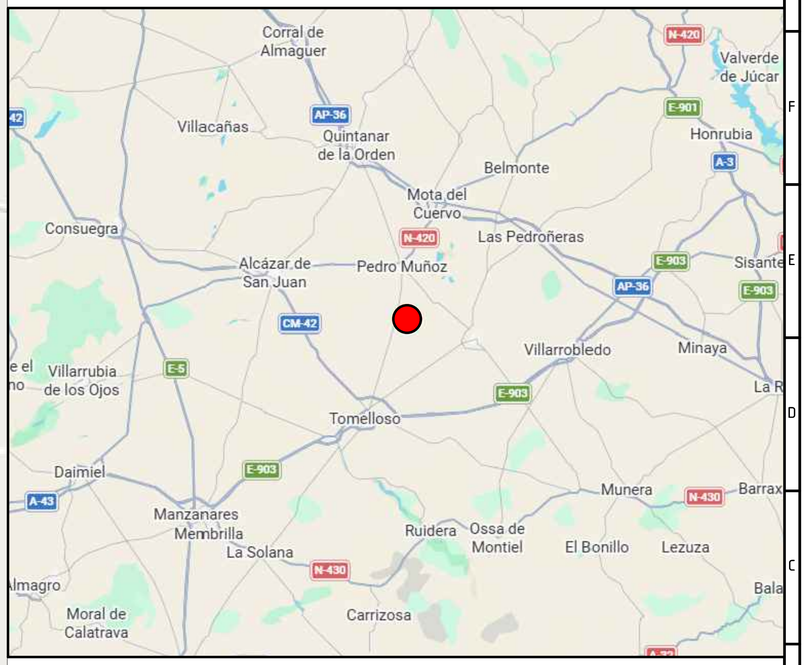
ERMITA DE SAN MIGUEL

Planta fotovoltaica "FV TORIBIA I"
Zona: 30 S
X: 504675.00 m E
Y: 4353859.00 m N

UBICACIÓN GEOGRÁFICA



UBICACIÓN CARTOGRÁFICA



Ubicación de la planta fotovoltáica "FV Toribia I"

TITULAR:	COMPAÑIA COLABORADORA:	FV TORIBIA I
pv ingen	pv ingen	

REV	FECHA:	REALIZADO:	VERIFICADO:	APROBADO:	MODIFICACIÓN:
00	09/03/26	FPC	DDM	JCG	INICIAL
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--

	FECHA:	NOMBRE:
REALIZADO:	09/03/26	FPC
VERIFICADO:	09/03/26	DDM
APROBADO:	09/03/26	JCG

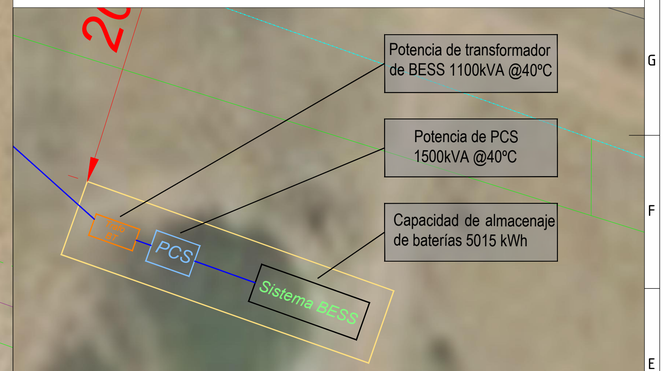
FASE: PROYECTO
TITULO: Situación
LOCALIZACIÓN: Tomelloso, Ciudad Real
FORMATO: A1
ESCALA: N/A
EXPED.: 00
FECHA: MAR 2026
Nº: 1 de 3



LEYENDA

CT	Centro de transformación
CS	Centro de seccionamiento
	Tracker 1V26
	Tracker 2V26
	Tracker 1V52
	Tracker 2V52
	Cable Inversor
	Cable MT
	Vallado
	Inversor SG350HX
	Zanjas
	Nuevo apoyo
	Línea aérea existente
Trafo BT	Transformador BT
PCS	PCS
Sistema BESS	Contenedor de baterias
	Antiguo apoyo
	Cable BT

Detalle Estación BESS



#TRACKERS 2X1V26	7
#TRACKERS 1V26	13
#TRACKERS 2X1V52	11
#TRACKERS 1V52	5
MODULOS/STRING	26
#STRINGS	81
POTENCIA/MÓDULO	620
#MÓDULOS BIFACIALES	2106
POTENCIA CC EST.INVERSOR (kWp)	1305.720
POT.MAX.APTE.INVERSOR SG350HX @40ºC (kVA)	320
#INVERSORES SG350HX	3
POT. MAX.APTE ESTACIÓN @40ºC (kVA)	960
POT. MAX. TRAFO @30ºC (kVA)	1000
#PCS ZGR1500	1
POT.MAX.APTE PCS 40ºC (kVA)	1500
BESS CAPACITY (kWh)	5015

OWNER: pv ingen

COLLABORATING COMPANY: pv ingen

FV LA TORIBIA I

REV	DATE:	MADE:	VERIFIED:	APPROVED	MODIFICATION
00.A	09/03/26	DNA	DDM	JCG	INICIAL
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--

	DATE:	NAME:
MADE:	09/03/26	DNA
VERIFIED:	09/03/26	DDM
APPROVED:	09/03/26	JCG

PHASE: PROJECT

TITLE: General Layout

EXPED.: 00

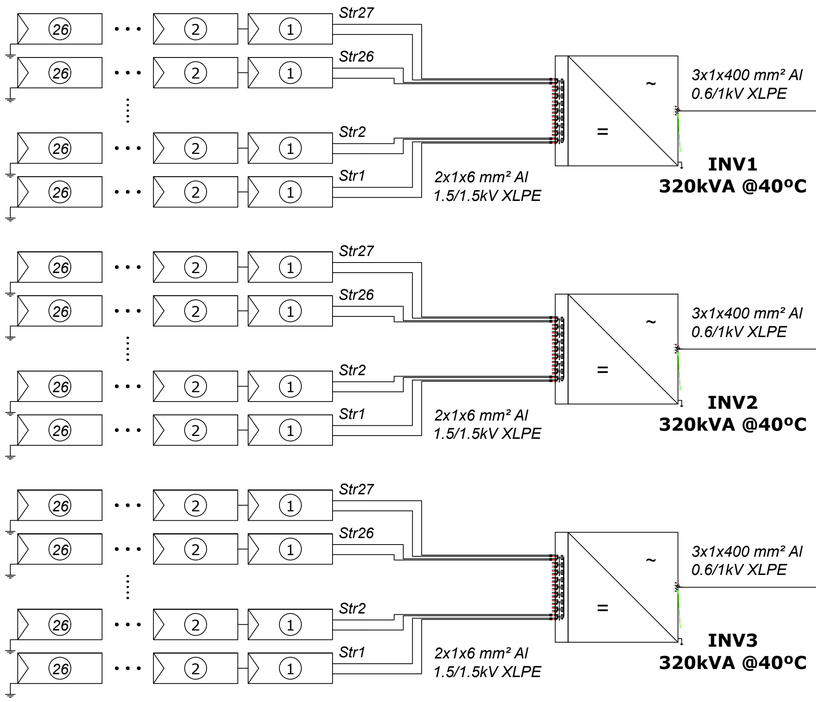
DATE: MAR 2026

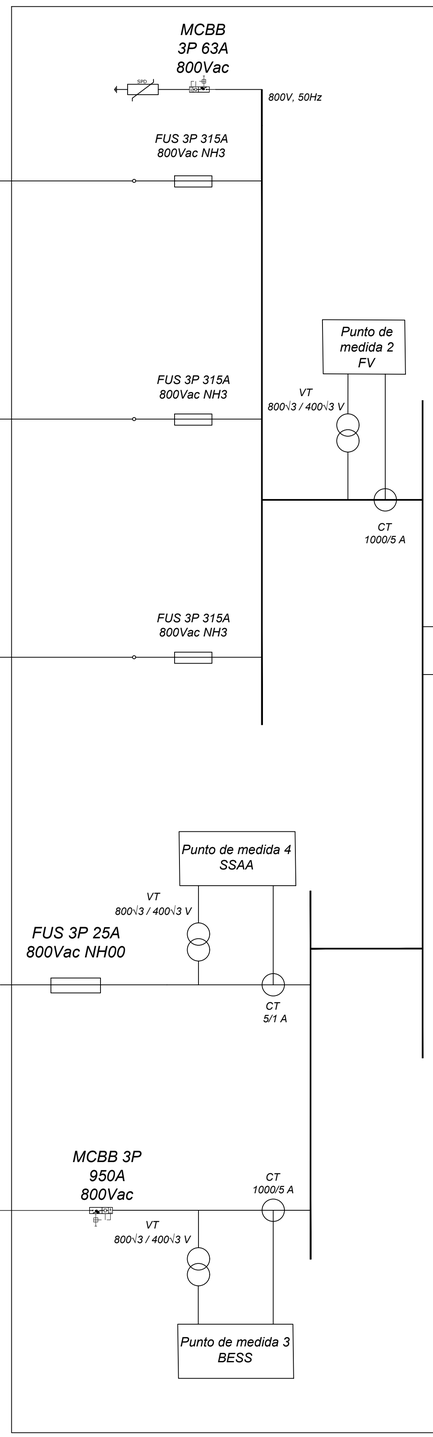
LOCATION: Tomelloso, Ciudad Real

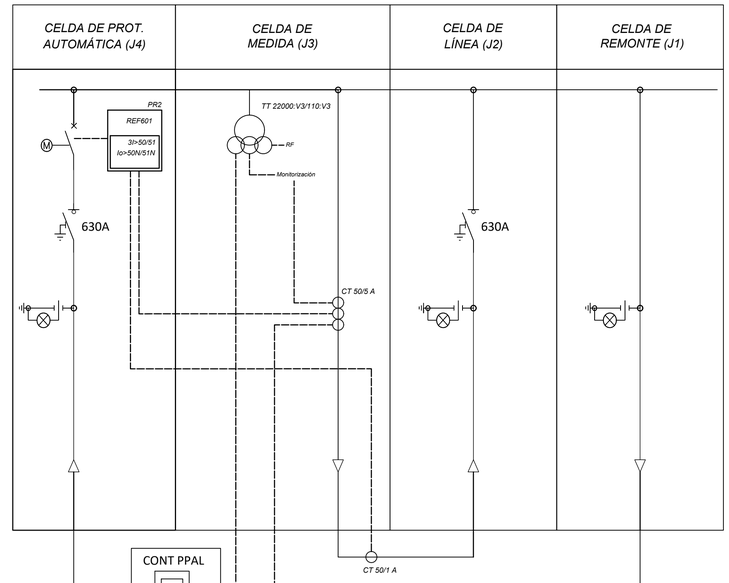
SCALE: 1/400

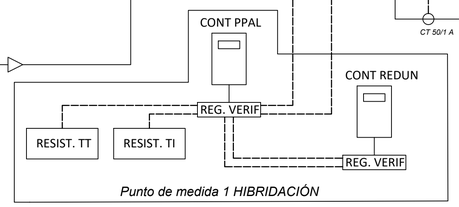
Nb 2 de 4

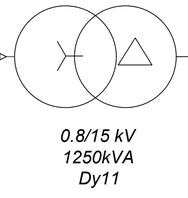
PANEL DE BAJA TENSIÓN











Hacia CS
1x3x240 mm² Al
12/20kV XLPE

Transformador
SSAA

Cuadro
SSAA

0.8/0.4 kV
50 kVA

PCS
1250kVA @40ºC

BESS
5015 kWh

3x[2x(1x400)] mm² Al
1.500 V DC XLPE

3x[2x(1x400)]
mm² Al
1,8/3 (3,6)
kV XLPE

0.8/69 kV
1250kVA
Dy11

3x[2x(1x400)]
mm² Al
1,8/3 (3,6)
kV XLPE

REV	FECHA:	REALIZADO:	VERIFICADO:	APROBADO:	MODIFICACIÓN:
00	04/06/2026	JJY	DDM	JCG	INICIAL
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--

	FECHA:	NOMBRE:
REALIZADO:	04/06/26	JJY
VERIFICADO:	04/06/26	DDM
APROBADO:	04/06/26	JCG

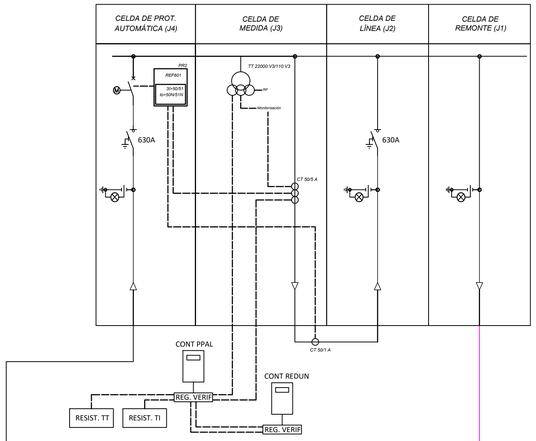
TITULAR: pv ingen
COMPAÑIA COLABORADORA: pv ingen

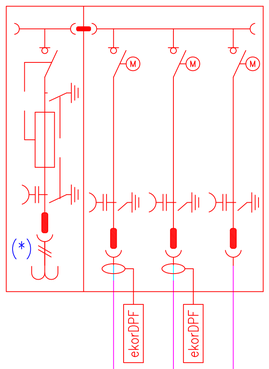
FV LA TORIBIA I

FASE: PROYECTO
TITULO: SLD CPM
LOCALIZACIÓN: Tomelloso (Ciudad Real)
FORMATO: A1
ESCALA: N/A
EXPED.: 00
FECHA: JUNIO 26
Nº: 3

CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
Selma
(POL.2/Par.6)
X: 504.666,3
Y: 4.353.913,3

CENTRO DE SECCIONAMIENTO
Homologado Iberapa
(POL.2/Par.6)
X: 504.667,5
Y: 4.353.902,6





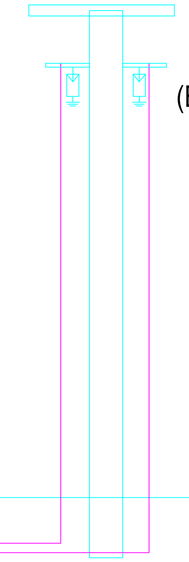
(*) T.T. SS.AA.
15000–20000/230 V
300 VA 1.9 Un

CMS21

CABLE RHZ1-2OL 12/20kV 3x240mm2 Al (5m)

CABLE RHZ1-2OL 12/20kV 3x240mm2 Al

ENTRADA /SALIDA LSMT Longitud: 42m
CESIÓN A UFD



(Entronque Expt. UFd: 349118070036
Apoyo nº72 (SMONSE7I)
Polg.:2-Parc.: 6
ENTRONQUE AEREO-SUBT.
Acometida: ENTRADA/SALIDA
REALIZADO POR Cía
Unión Fenosa Distribución
"Doble PAS+Autoválvulas"
X:504.668
Y:4.353.863

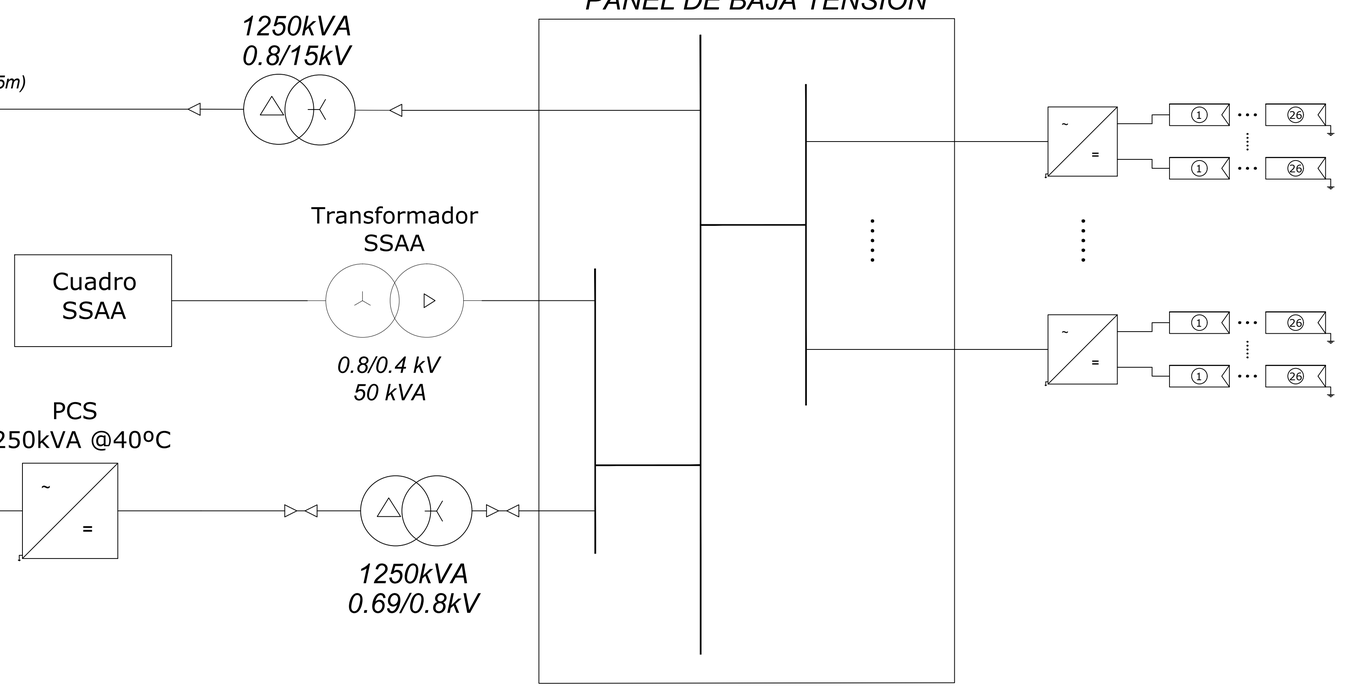
APOYO EXISTENTE UDF
HV-630 R-13 Boveda

ESTACIÓN MT 1 - 1.25 MVA

CABLE RHZ1-2OL 12/20kV 3x240mm2 Al (5m)

1250kVA
0.8/15kV

PANEL DE BAJA TENSIÓN



Transformador
SSAA

Cuadro
SSAA

0.8/0.4 kV
50 kVA

PCS
1250kVA @40ºC

BESS
5016 kWh
1331.2 V

1250kVA
0.69/0.8kV

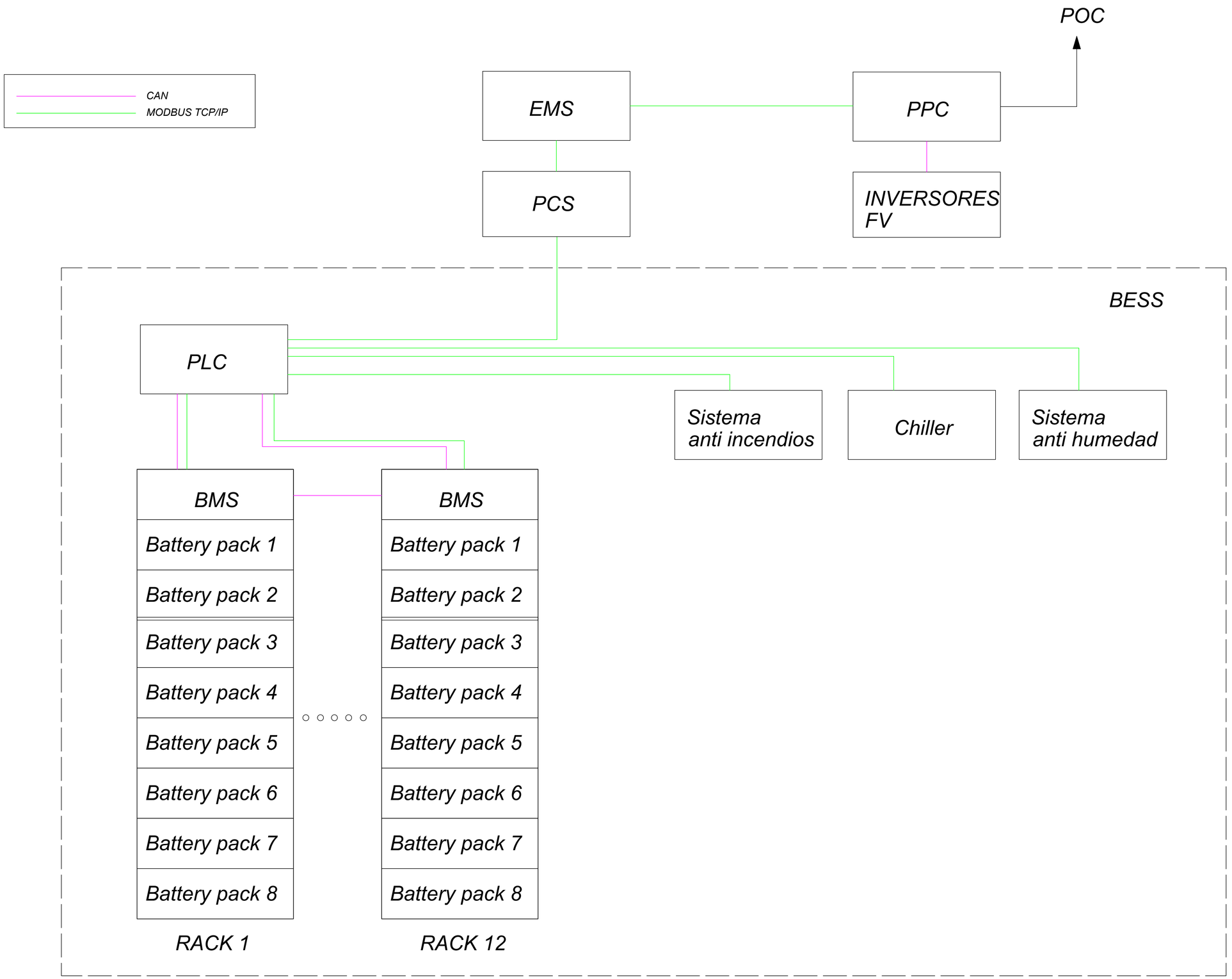
TITULAR: pv ingen
COMPAÑIA COLABORADORA: pv ingen

FV LA TORIBIA I

REV	FECHA:	REALIZADO:	VERIFICADO:	APROBADO:	MODIFICACIÓN:
00	04/06/2026	JJY	DDM	JCG	INICIAL
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--

	FECHA:	NOMBRE:
REALIZADO:	04/06/26	JJY
VERIFICADO:	04/06/26	DDM
APROBADO:	04/06/26	JCG

FASE: PROYECTO
TITULO: SLD II
LOCALIZACIÓN: Tomelloso (Ciudad Real)
FORMATO: A1
ESCALA: N/A
EXPED.: 00
FECHA: JUNIO 26
Nº: 4



TITULAR: pv ingen

COMPAÑIA COLABORADORA: pv ingen

FV LA TORIBIA I

REV	FECHA:	REALIZADO:	VERIFICADO:	APROBADO:	MODIFICACIÓN:
00	04/06/2026	JJY	DDM	JCG	INICIAL
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--
--	--/--/--	--	--	--	--

	FECHA:	NOMBRE:
REALIZADO:	04/06/26	JJY
VERIFICADO:	04/06/26	DDM
APROBADO:	04/06/26	JCG

FASE: PROYECTO

TITULO: SLD Comunicaciones

FORMATO: A1

EXPED.: 00

FECHA: JUNIO 26

LOCALIZACIÓN: Tomelloso (Ciudad Real)

ESCALA: N/A

Nº: 5

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE
DOCUMENTO Nº2: MEMORIA
ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
ANEXO Nº2: CRONOGRAMA
DOCUMENTO Nº3: PLANOS
DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO
DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES 1
1 OBJETO 1
2 ALCANCE 1
2.1 Antecedentes 1
2.2 Condiciones establecidas 2
3 NORMATIVA 2
3.1 Normativa de carácter europeo 2
3.2 Normativa de carácter nacional 2
3.3 Normativa UNE 4
4 DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA 5
5 CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN 5
6 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 5
7 LIMPIEZA 6
8 ORGANIZACIÓN 6
9 MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO 6
10 OBRAS AUXILIARES 7
11 PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 7
CAPÍTULO II: OBRA CIVIL 7
12 CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS 7
13 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN 7
14 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN 8
15 MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN 8
16 MATERIALES QUE NO REÚNEN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO 8
17 SUMINISTRO DE AGUA 9
18 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 9
19 CONSTRUCCIONES AUXILIARES 9
20 INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES 9
21 RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES 9
22 RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO 9
23 SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL 10

24 SUBCONTRATOS 10
25 COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS 10
26 CONDICIONES DE LOS MATERIALES 10
26.1 PROCEDENCIA 10
26.2 MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO 11
26.3 EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES 11
26.4 MATERIALES DEFECTUOSOS 12
27 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO 12
28 ZANJAS 12
28.1 CONDICIONES PREVIAS 13
28.2 EJECUCIÓN 13
28.3 CONTROL 14
28.4 MEDICIÓN Y VALORACIÓN 14
28.5 RELLENO EN LAS ZANJAS 14
29 ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA 15
30 ZAHORRA ARTIFICIAL 15
31 MADERA 15
32 HORMIGONES Y MORTEROS 15
33 AGUA 15
34 CEMENTO 15
35 ÁRIDOS PARA HORMIGONES 15
36 PRODUCTOS DE ADICIÓN 16
37 TIPOS DE HORMIGÓN 16
38 TIPOS DE CEMENTO 17
39 DOSIFICACIÓN 17
40 PRUEBAS PREVIAS 17
CAPÍTULO III: OBRA ELÉCTRICA 18
41 DISPOSICIONES APLICABLES 18
42 NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA 18
43 DISPOSICIONES LEGALES 18
44 PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES 18
45 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA 18
46 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO 19

46.1 CONTENEDOR BESS 19
46.2 SISTEMA DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA (PCS) 20
46.3 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN 23
46.4 CUADRO DE BAJA TENSIÓN 25
46.5 TRANSFORMADOR DE BAJA TENSIÓN 25
46.6 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO 25
46.7 PUESTA A TIERRA 25
46.8 ENSAYOS Y PRUEBAS 27
46.9 CONSERVACIÓN DE LA OBRA 28

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES

1 OBJETO

El objeto del presente documento es el de establecer los requisitos que se han de cumplir en la ejecución de las obras e instalaciones necesarias para la hibridación de la planta solar fotovoltaica "PFV LA TORIBIA I", situada en el término municipal de Tomelloso, provincia de Ciudad Real.

Este pliego de condiciones técnicas está referido al suministro, instalación, pruebas, ensayos, características, mantenimiento y calidades de los materiales que son necesarios en la ejecución y montaje de las instalaciones, a fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar general y la protección del medio ambiente.

2 ALCANCE

2.1 Antecedentes

La ***Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico***, supuso el inicio del proceso de liberalización progresiva del sector mediante la apertura de las redes a terceros y el establecimiento de un mercado organizado de negociación de la energía. En su regulación conformó el régimen especial de producción de energía eléctrica aplicable a la electricidad generada mediante fuentes de energía renovables.

Posteriormente fue modificada por la Ley 17/2007 de 4 de julio para adaptarla a la Directiva sobre el Mercado Interior de la Electricidad.

Estas previsiones legales fueron luego desarrolladas en sucesivas normas reglamentarias hasta la aprobación del vigente ***Real Decreto-Ley 9/2013***, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. El mismo incorpora un mandato al Gobierno para aprobar un nuevo régimen jurídico y económico para las instalaciones de producción de energía eléctrica existentes a partir de fuentes de energía renovables.

Tras dieciséis años desde la entrada en vigor de la Ley 54/1997 se han producido cambios fundamentales en el sector eléctrico que motivan la necesidad de dotar al sistema eléctrico de una nueva regulación legal. Dentro del proceso de reforma del sector eléctrico se encuadra el Real Decreto-Ley 9/2013 de 12 de julio y, la aprobación de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, norma básica que en la actualidad regula la estructura y el funcionamiento del sector.

La ***Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico***, tiene como finalidad básica establecer la regulación del sector eléctrico garantizando el suministro eléctrico con los niveles necesarios de calidad y al mínimo coste posible, asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna.

La elevada penetración de las tecnologías de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, incluidas en el denominado régimen especial de producción de energía eléctrica, ha ocasionado la necesidad de una regulación unificada que contemple a estas instalaciones de manera análoga a la del resto de tecnologías que se integran en el mercado, abandonándose los conceptos diferenciados de régimen ordinario y especial.

El régimen retributivo de las energías renovables, cogeneración y residuos se basará en la necesaria participación en el mercado de estas instalaciones, complementando los ingresos de mercado con una

retribución regulada específica que permita a estas tecnologías competir en nivel de igualdad con el resto de las tecnologías en el mercado.

De acuerdo con este nuevo marco, se aprueba el ***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. Este Real Decreto determina la metodología del régimen retributivo específico, que será de aplicación a las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables a las que les sea otorgado.

Con esta circunstancia, el Promotor plantea la realización de un proyecto de hibridación de la planta solar fotovoltaica denominada "PFV LA TORIBIA I" con una potencia instalada de 1 MW.

2.2 Condiciones establecidas

Las condiciones que se establecen en el presente documento son:

- Las condiciones asociadas al ámbito de las obras y las instalaciones a realizar.
- Las que deben cumplir los materiales, dispositivos y equipos que las componen.
- Las de ejecución de las diferentes unidades de obra, la forma de medición de las mismas.
- Las pruebas y ensayos que se deben realizar, así como las pautas para el montaje y puesta en marcha de las obras e instalaciones.

3 NORMATIVA

3.1 Normativa de carácter europeo

- Directiva del Consejo de 3 de mayo de 1989 sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a la compatibilidad electromagnética (89/336/CEE); DO L 139 de 23.5.2989, p.19.

3.2 Normativa de carácter nacional

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico; B.O.E. núm. 285, 28 noviembre 1997, 35097-35126.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad; B.O.E. núm. 160, 5 julio 1997, 29047-29067.
- Real Decreto-Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. B.O.E 167,13 de julio 2013, 52106-52147
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico; B.O.E núm.310, 27 de diciembre 2013, 105198-105294.
- 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. B.O.E 140, 10 de junio 2014, 43876-43978.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- R.D. 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; B.O.E. núm. 310, 27 diciembre 2000, 45988-46040.
- R.D. 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y acceso a las redes en baja tensión. B.O.E núm. 313, 31 diciembre 2002.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; B.O.E. núm. 224, 18 septiembre 2002, 33084-33086.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico; B.O.E. núm. 224, 18 septiembre 2007, 37860-37875
- R.D 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. B.O.E. núm. 68, 19 marzo 2008.
- R.D. 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación; B.O.E. núm. 288, 1 diciembre 1982, 33063-33065. Y las Órdenes que lo modifican.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; B.O.E. núm. 269, 10 noviembre 1995, 32590-32611.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; B.O.E. núm. 97, 23 abril 1997, 12911-12918.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo; B.O.E. núm. 97, 23 abril 1997, 12918-12926.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción; B.O.E. núm. 256, 25 octubre 1997, 30875-30886.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. B.O.E. núm.148, 28 junio 2001.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación; B.O.E. núm. 74, 28 marzo 2006, 11816-11831.
- R.D. 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida; B.O.E. núm. 183, 2 agosto 2006, 28844-28896.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red; BOJA núm. 26, 9 febrero 2004.
- Instrucción de 12 de mayo de 2006, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, complementaria de la Instrucción de 21 de enero de 2004, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red; BOJA núm. 116, 19 junio 2006.
- Orden 26 de marzo de 2007, de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas; BOJA núm.80, 24 noviembre 2007.

3.3 Normativa UNE

- UNE 21428-X-X: Transformadores trifásicos sumergidos en aceite, para distribución en baja tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.
- UNE-EN 61330:1997: Centros de transformación prefabricados.
- UNE-EN 60076-X: Transformadores de potencia.
- UNE-EN 60694-X: Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.
- UNE-EN 60265-1:1999: Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- UNE-EN 61173:1998: Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía. Guía.
- UNE-EN 61727:1996: Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- UNE-EN ISO 9488:2001: Energía Solar. Vocabulario.
- UNE 206001:1997 EX: Módulos Fotovoltaicos. Criterios Ecológicos.
- UNE-EN 60891:1994: Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- UNE-EN 60904-X: Dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61194:1997: Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- UNE-EN 61215:1997: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación de diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 61277:2000: Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y Guía.
- UNE-EN 61345:1999: Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- UNE-EN 61427:2002: Acumuladores para sistemas de conversión fotovoltaicos de energía solar. Requisitos generales y métodos de ensayo.
- UNE-EN 61646:1997: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación de diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 61683:2001: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE-EN 61701:2000: Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- UNE-EN 61721:2000: Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- UNE-EN 61725:1998: Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- UNE-EN 61829:2000: Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- UNE-EN 61000-4-X: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- UNE-EN 62271-200:2005: Aparamenta de alta tensión. Parte 200. Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 60129: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE 21310-3:1990: Contadores de inducción de energía eléctrica reactiva.

- UNE 21123-X: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.
- UNE 21186:2011: Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado.
- UNE 20435-X: Guía para la elección de cables de alta tensión.
- UNE-HD 603-X: Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV.

4 DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas, en forma expresa por la Propiedad.

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 se apliquen 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.

5 CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN

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.

6 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las prescripciones contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, que se adjunta en el Proyecto, se considerarán a todos los efectos como formando parte del presente Pliego.

El Contratista adjudicatario, vendrá obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Será de obligación del Contratista, igualmente, la colocación de dos cartelones indicadores de las obras en la situación que disponga la inspección Facultativa de las mismas y del modelo que se determine, así como el suministro de los EPIs necesarios para el desarrollo de cada actividad.

7 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.

8 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.

9 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:

- Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.
- Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.
- Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.

- Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.

10 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.

11 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.

CAPÍTULO II: OBRA CIVIL

12 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.

13 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN

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 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.

15 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.

16 MATERIALES QUE NO REÚNEN 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 materiales se retirarán por el Contratista y los gastos 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 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.

17 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.

18 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.

19 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.

20 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.

21 RETIRADA DE MEDIOS 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.

22 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.

23 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.

24 SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de las obras y respetando siempre los límites de subcontratación establecidos en la normativa correspondiente y reflejados en el libro de subcontratación.

25 COMPROBACIÓN 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.

26 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

26.1 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.

26.2 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.

26.3 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.

26.4 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.

27 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.

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. Será necesario contar con justificantes de cada vertedero del material que ha sido extraído de la obra, ya sean residuos de cualquier tipo o tierra vegetal.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

28 ZANJAS

Se definen las zanjas como excavaciones estrechas y largas que se hacen en el terreno para instalar una conducción subterránea.

28.1 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.

28.2 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 especialmente de piedras o rocas
- 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. Dicho material de excavación se procurará que quede con la estabilidad apropiada al ser amontonado para evitar desprendimientos de los mismos que acaben de nuevo en la base de las zanjas.

28.3 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.

28.4 MEDICIÓN Y VALORACIÓN

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m^3, 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.

28.5 RELLENO EN LAS 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.

29 ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA

La arena a utilizar para asiento de 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.

30 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".

31 MADERA

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.

32 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.

33 AGUA

El agua para la confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en la Instrucción E.H.E.

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.

34 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.

35 ÁRIDOS PARA HORMIGONES

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural, E.H.E.

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 %).

36 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.

37 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

Tabla 1 Características de Tipos de Hormigón

38 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.

39 DOSIFICACIÓN

Las dosificaciones se ajustan a las cantidades de cemento que especifica la EHE.

40 PRUEBAS PREVIAS

El contratista presentará toda la documentación de la planta necesaria para conocer la experiencia de esta 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 68, 86 y siguientes de la EHE. - 08

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 la tabla 80.4.b de la EHE 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.

Las armaduras a emplear en hormigón armado estarán constituidas por acero B-500-S, según se define en los planos y en el Artº. 31, 3 de la Instrucción E.H.E. 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

Tabla 2 Características mínimas del acero

CAPÍTULO III: OBRA ELÉCTRICA

41 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este Pliego, se aplicarán en todo lo no especificado en él, las siguientes:

El Contratista 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.

42 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.

43 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.

44 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.

45 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.

46 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO

46.1 CONTENEDOR BESS

Se instalará 1 contenedor de 5,016 MWh del fabricante Endurance (o similar). Las características técnicas de cada contenedor de baterías son las siguientes:

Características	Endurance ST 5 MWh
Tecnología de la Celda	LFP 314 Ah
Capacidad total de la batería	5,016 kWh
Configuración	12*1P416S
Corriente continua	
Max DC voltaje	1497,6V
Nominal DC voltaje	1331,2V
Min DC voltaje	1123,2V
Max DC corriente	1884A
Corriente de Cortocircuito	137KA
Eficiencia	
Max eficiencia	94%
Protección Eléctrica	
DC protección (Fusible)	3150A
Interruptor de corte en carga	2500A
Descargador de sobretensiones	T1+T2
Monitorización	OK
Protección de temperatura	BMS Controller
Protección Anti incendios	
Panel de control	CSCPE
Actuador Secuencial	FireProTM
Tiempo de actuación	2,1 segundos
Aerosol	FirePro2000
Sistema de refrigeración	
Potencia térmica máxima	60 KW
Potencia eléctrica máxima	24 KW
Caudal de agua	23 m3/h
Líquido refrigerante	R-513A

Datos generales	
Dimensiones (largo*ancho*alto)	7068*2578*3075 mm
Carga y descarga estandar	0,5C
Emisión de sonido(dBA)	MAX 75
Peso	45 Ton
Temperatura de operación (ºC)	Charge between 0ºC & 55ºC Discharge between -20ºC & 55ºC
Rango de humedad permitida	From 0% to 90%
Metodo de refrigeración	Forced liquid cooling
Max altitud operativa (m)	4000
Disminución de capacidad por altitud (m)	2000
Protección contra la corrosión	C4
Display	PDMU + External Display + Remote Monitoring
Communicacion	CAN BUS / MOD BUS
Garantia	
Ciclos (70% SOH)	8000**
Años (Garantía de Producto)	5**
Normativa y regulación	
Electromagnetic Compability (EMC) 2014/30/EU	IEC-62619:2022
Low Voltage Directive 2014/35/EU	IEC 62620:2015
RoHS Directive 2011/65/EU	EN 61000-6-3:2021
Product safety device 2001/95/CE	UN 38.3
Regulation UE 2023/1542	

El contenedor de baterías BESS puede instalarse hasta una altitud de 4.000 metros sobre el nivel del mar, con una disminución de la capacidad de carga a partir de los 2.000 metros. No siendo este un problema para este proyecto.

El sistema BESS se integrará en un contenedor marítimo especialmente adaptado para conservar la temperatura de los racks de baterías y con su sistema antincendios. El contenedor se adapta perfectamente a las condiciones atmosféricas gracias a su grado de protección IP55, con un buen comportamiento anticorrosivo, protección contra el fuego, protección contra la entrada de agua, protección contra la entrada de polvo, protección contra impactos y protección contra rayos ultravioleta. El contenedor será fácilmente elevable gracias a sus 4 agujeros de elevación ubicados en las 4 esquinas.

46.2 SISTEMA DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA (PCS)

El conversor de energía eléctrica facilita la conexión eléctrica entre la red y las baterías, desempeñando un papel fundamental en la conversión de la corriente continua (DC) proveniente de las baterías a corriente alterna (AC) durante la descarga. Asimismo, cumple la función inversa durante la carga, convirtiendo la corriente alterna proveniente de la red en corriente continua. Gracias a su tecnología avanzada de tres niveles, este inversor logra una eficiencia superior en sus operaciones.

Para este proyecto se ha escogido el modelo ZGR-PCS3000, que está formado por 4 unidades independientes de potencia de 750kVA. En este caso y por el tamaño de la planta se dispondrá de este equipo formado por 2 unidades de potencia sumando un total de 1500kVA.

El PCS cuenta con las siguientes especificaciones:

SERIE ZGR-PCS	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Modelo	ZGR-PCS3000

Módulos de potencia	2
ENTRADA [DC]	
Rango de tensión de funcionamiento (Pmax)	**975 - 1500 V**
Tensión de entrada max. Voc	1500 V
Corriente de entrada max. Idc	3080 A
Corriente de cortocircuito max. Isc	250 kA
Número máximo de entradas	16
Categoria de Sobretensión	OVC II
SALIDA [AC]	
Potencia nominal con cos phi = 1 (@50°C)	1500 kW (limitado a 1250kW)
Corriente de salida nominal. Iac	1255 A
Tensión nominal	690 Vac ± 10%
THDi	<3% a potencia nominal
Rango de factor de Potencia	0 - 1 inductivo / capacitivo configurable
Frecuencia de red AC / rango	50 Hz ±5 Hz
Corriente máxima de cortocircuito Isc (Poder de corte)	65 kA
Máxima corriente de fallo (Ipeak 5 mseg)	6500 A
Protección electrónica de sobrecorriente de salida (2 seg)	3008 A
Protección de sobrecorriente de salida (<500mseg)	5016 A

Categoria de Sobretensión	OVC III
RENDIMIENTO	
Max	98,8 % ±0,1%
PROTECCIONES	
Punto de conexión en el lado DC	Fusible + Disyuntor DC
Punto de conexión en el lado AC	Disyuntor AC
Protección contra sobretensión DC	Descargador de sobretensión, tipo II
Protección contra sobretensión AC	Descargador de sobretensión, tipo II
Monitorización de fallo a tierra	Vigilante de aislamiento (IMD)
Grado de protección: (según IEC 60529)	Intemperie IP55
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS	
Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)	2529 x 2014 x 2850 mm
Peso	5250 Kg
Autoconsumo (en espera)	< 250 W
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado
Rango de temperatura de servicio	-20°C - +60°C **(Max potencia hasta 50°C)**
Emisiones de ruido	<65 dB @10m
Humedad relativa max. (sin condensación)	0 % a 95 %
Clase de protección	Class I
Altitud de funcionamiento max. (sin derating / con derating)	2000 m / 4000 m

Consumo máximo de aire	16000 m3 / h
Conexión DC	Barra de conexión para terminal de cable en cada entrada (Una para cada polo)
Conexión AC	Barra de conexión para terminal de cable en cada entrada (Una para cada fase)
Color de la envolvente	RAL 7035
COMUNICACIONES	
Comunicaciones	Ethernet, Modbus TCP
NORMATIVAS	
Certificaciones y Estándares	UNE-EN IEC 62109-1; UNE-EN IEC 62109-2; CISPR11/EN 55011 + AMD1 + AMD2; EN 61000-6-2; NTS UE 2016/631 Rev 2.1; NTS P.O.12.2 SENP; EN IEC 62477-1

46.3 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 la estación de inversor central.

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 .En determinados puntos será también importante tener el cuenta de la necesidad de ser libres de halógenos (entrada en centro de control ,por ejemplo) así como tener protección ultravioleta para aquellos que cableados de CC que estén expuestos al sol.

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 siendo en algunos casos imprescindible que sean de al menos 1.500V como el caso de los conductores de string. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades previstas.

El cableado en corriente continua (CC) se distinguirá entre "al aire" (conexiones entre módulos y ramales entre finales de serie de cadenas e inversores) y "enterrado" (canalizaciones de tubo corrugado desde los finales de serie de cadena hasta los inversores). El cable utilizado será de cobre flexible y con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos cuando sea necesario (por ejemplo dentro del centro de control), diseñado para intemperie y con resistencia a rayos ultravioleta, de máximas prestaciones frente a sobrecargas y cortocircuitos, en el caso de instalación "al aire".

El sistema de CC se diseñará, especificará y se instalará de acuerdo con los requisitos de IEC 60364, IEC 62446 y EN50618 en general y IEC 60364-7-712 en particular.

Todos los componentes de CC están cualificados para un funcionamiento continuo en CC y a 1,500 voltios (CC) y para la corriente máxima ante un posible fallo en CC y se seleccionan para minimizar el riesgo de fallo a tierra y cortocircuitos.

Los cables cumplen los siguientes requisitos:

- Material conductor: cobre estañado trenzado flexible completamente recocido, clase 5 según EN 60228 / IEC 60228.
- Material aislante: XLPE.
- Material de la envoltura: XLPE.
- 0.6/1.0KV de tensión nominal en CA.
- 1.8kV de tensión máxima en CC.
- Calificado para la instalación en exterior.
- Protección impermeable.
- Resistencia a los rayos UV durante 30 años de exposición directa al sol.
- Libre de halógeno.
- Permite una temperatura ambiente máxima de 120°C y mínima de -40°C.
- Los cables serán de tipo no propagador de incendios, con emisiones reducidas de humo y gases tóxicos y corrosivos (IEC 60331 e IEC 60754).

Todos los cables de CC se instalarán a través del método apropiado con el fin de:

- No ser afectado por los rayos del sol.
- Ser soportado en su longitud de manera apropiada (conducto de cables, bandejas de malla de alambre, envoltura de corbata, etc.).
- No debe exceder el radio de curvatura del fabricante.
- Ser protegido 0.6 m en la entrada/salida al suelo a través del conducto de cable resistente a UV o tendido en lecho de arena en el caso de diámetros grandes.
- Estar protegido en el suelo a través de un conducto de PE de diámetro apropiado.
- Cualificación (adecuado para usar con 1500 VDC).

Todos los cables antes de conectarse serán probados en términos de:

- Control de polaridad.
- Prueba de aislamiento del cable.
- Prueba de voltaje de cadena.

46.4 CUADRO DE BAJA TENSIÓN

El Cuadro General de Baja Tensión se ubica en la estación transformación existente, y está constituido por un conjunto de protecciones eléctricas ante sobrecargas y cortocircuitos determinadas en el Proyecto de Ingeniería y descrito en las especificaciones y planos del proyecto

46.5 TRANSFORMADOR DE BAJA TENSIÓN

Dado que la red de baja tensión de la planta fotovoltaica opera a 800 V, mientras que el sistema de almacenamiento en baterías opera a 690 V, es necesario instalar un transformador elevador de tensión con una relación de transformación de 0,69/0,8 kV, que permita adecuar la tensión de salida del sistema de almacenamiento a la tensión de la red interna de la planta.

El equipo seleccionado será un transformador seco de potencia nominal de 1.250 kVA, con una relación de transformación de 0,69/0,8 kV y grupo de conexión Ynd11. El transformador dispondrá del grado de protección IP adecuado para su instalación en intemperie y se ubicará sobre una losa de hormigón diseñada para soportar las cargas estáticas y dinámicas del equipo, lo que garantizará su correcta operación y mantenimiento.

46.6 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.

46.7 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.

Protección contra contactos indirectos en el sistema de baja tensión:

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:

$$Vd=IdRt$$

Donde:

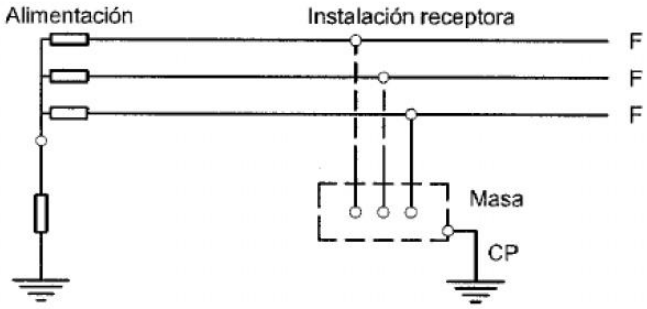
Vd es la tensión de defecto

Id es la corriente de defecto

Rt 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

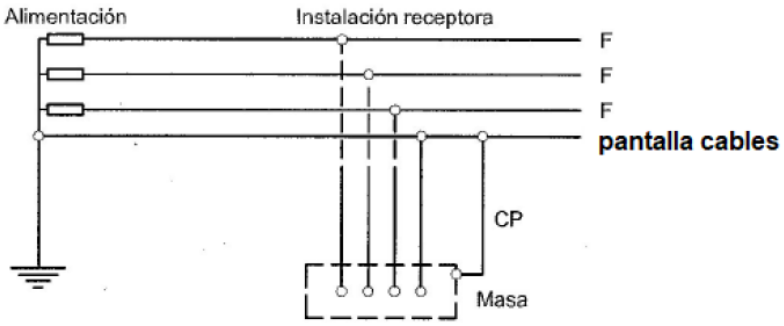
Protección contra contactos directos en el sistema de baja tensión:

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.

Protección contra contactos en el sistema de alta tensión del transformador:

En el lado de alta tensión del transformador (15 kV), existe una conexión entre las puestas a tierra de la SEE y la puesta a tierra de la estación de inversor central, 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 mm^2 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 mm^2. 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 mm^2. 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 fijas 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.

46.8 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 la línea de enlace de tierras, entre módulos y S.E.T.

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.

46.9 CONSERVACIÓN DE LA OBRA

El adjudicatario vendrá obligado a realizar las labores de conservación durante un año a partir de la recepción de la instalación eléctrica.

Dichas operaciones comprenden:

- La vigilancia diaria de las instalaciones.
- La reparación o reposición de aquellos elementos que puedan resultar dañados ya sea intencionado, accidental o por su mismo uso.
- La limpieza de la instalación, una vez en el año.

Valencia, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:22:59 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO

ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Ud.	DESCRIPCIÓN	PRECIO €
1	Suministro e Instalación de Contenedor de Baterías del fabricante Endurance modelo ST5015 de 5.015kWh.	306.000,00
1	Suministro e Instalación de cargador bidireccional o PCS del fabricante Zigor de 1250kVA.	40.000,00
1	Suministro e Instalación de transformador de 1250kVA con relación de transformación 0.69/0.8kV.	15.000,00
1	Obra Civil	7.000,00
1	Suministro e instalación eléctrica en baja tensión.	19.811,10
1	Suministro e instalación de los equipos del PPC y EMS	28.500,00
1	Seguridad y Salud	2.310,00
1	Gestión de residuos	1.260,00
1	Dirección Facultativa y Puesta en funcionamiento.	5.300,00
Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto		**415.181,10 €**

El presupuesto para la construcción del sistema de baterías asciende a la cantidad de **cuatrocientos quince mil ciento ochenta y unos euros con diez céntimos (415.181,10€)**

Valencia, de junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:23:26 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunidad Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE
DOCUMENTO Nº2: MEMORIA
- ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
- ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
- ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS
DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO
DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1 OBJETO 4
2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 5
3 LOCALIZACIÓN 6
4 PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERSONAL PREVISTO 6
5 EJECUCIÓN DE LA OBRA 6
6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS 7
a. Riesgos clasificados por actividades 9
b. Riesgos según oficios 9
c. Riesgos por utilización de medios auxiliares 9
d. Riesgos clasificados según la maquinaria utilizada 9
e. Riesgos debidos a las instalaciones de obra 9
f. Riesgos por instalaciones provisionales en obra 9
g. Riesgos debidos al mantenimiento 10
h. Riesgo de daños a terceros 10
7 MEDIOS PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCION DE RIESGOS 10
i. Protecciones colectivas a utilizar en la obra 10
j. Protecciones individuales 11
k. Prevención específica 12
l. Señalización de los riesgos 14
m. Formación e información en Seguridad y Salud 15
n. Servicios comunes 16
o. Servicios sanitarios y primeros auxilios 16
p. Prevención de riesgo de daño a terceros 16
8 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES 16
9 SISTEMA DE PREVENCIÓN 17
q. Sistema para el control del nivel de Seguridad y Salud, y responsables 17
r. Prevención asistencial en caso de accidente laboral 17
10 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO 18
11 PLIEGO DE CONDICIONES 18
11.1 Disposiciones legales de aplicación 18

11.2 Condiciones de los medios de protección 19
11.3 Protecciones personales 19
11.3.1 Protecciones colectivas a utilizar en la obra 21
11.3.2 Vallas de limitación y protección 21
11.3.3 Cuadros eléctricos 21
11.3.4 Puestas a tierra 22
11.3.5 Conductores eléctricos 22
11.3.6 Lámparas eléctricas portátiles 22
11.3.7 Intensidad de iluminación artificial 22
11.3.8 Pasarelas 23
11.3.9 Protección de huecos en paredes 23
11.3.10 Protección de huecos en forjados 23
11.3.11 Barandillas en escaleras de obra 23
11.3.12 Escaleras de mano 23
11.3.13 Condiciones generales de izado de cargas 24
11.3.14 Andamios 24
11.3.15 Plataformas de trabajo 24
11.3.16 Andamios tubulares 25
11.3.17 Mantenimiento general de maquinaria 25
11.3.18 Hormigonera 25
11.3.19 Sierra circular de mesa 26
11.3.20 Grúa de pequeño brazo 26
11.3.21 Grúas Torre 27
11.3.22 Desbarbadoras 28
11.3.23 Pulidora de solería 28
11.4 Circulación 29
11.4.1 Dumper 29
11.5 Redes tipo horca 29
11.6 Desencofrado 29
11.7 Cubiertas 30
11.8 Soldadura de estructuras metálicas 30
11.9 Extintores 31
11.10 Riegos 31

11.11 Servicio médico 31
11.12 Servicios de higiene y bienestar 31
11.13 Comedores 31
11.14 Vestuarios 31
11.15 Aseos 31
11.16 Plan de seguridad y salud 32
11.17 Libro de incidencias 32
11.18 Aviso previo 32

1 OBJETO

El objeto del presente estudio de seguridad y salud es definir los posibles riesgos que pueden aparecer durante el transcurso de las obras para, así, establecer los procedimientos de trabajo en función de la normativa de prevención de riesgos laborales.

En este caso se trata de la hibridación de la planta fotovoltaica ubicada en el municipio de Tomelloso, (Ciudad Real) denominada "PFV LA TORIBIA I" de potencia instalada 1 MW.

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

- ✓ *Conocer el proyecto de ejecución y definir la tecnología adecuada para la realización técnica de la obra.*
- ✓ Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto de ejecución.
- ✓ Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que puedan aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
- ✓ Diseñar las líneas preventivas que se deben implantar y llevar a la práctica durante el proceso de construcción.
- ✓ Divulgar el sistema de prevención implantado para esta obra, a través de su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, a todos los que intervienen en el proceso de construcción.
- ✓ Crear un ambiente de salud laboral en la obra.
- ✓ Definir las actuaciones a seguir en caso de que se produzca un accidente.
- ✓ Diseñar una línea formativa para prevenir los accidentes.
- ✓ Hacer llegar la prevención de riesgos a cada empresa subcontratada o autónoma que trabajen en la obra.
- ✓ Diseñar la metodología necesaria para efectuar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento.

2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE HIBRIDACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA “LA TORIBIA I”
Con potencia instalada de 1.25 MW y capacidad de acceso de 1.00 MW.

PROMOTOR/TITULAR DE LA INSTALACIÓN:

Nombre: **EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS MATEO NAVARRÓN, S.L**
C.I.F.: **B-13563556**
Dirección: Calle Benisanó 9 Bajo, 46183 L’Eliana (Valencia)
Contacto: Gonzalo Jorge Navarro Paulo
Teléfono: **+34 699 424 622**
E-mail: **gonzalo.navarro@pvingen.com**

TÉCNICO REDACTOR:

Nombre: PV INGEN SOLUTIONS S.L.
CIF: B-02640548
Técnico: **GONZALO JORGE NAVARRO PAULO**
Titulación: **Ingeniero Industrial**
Colegiado nº 7507 del COIICV
Dirección: Plaça de l’Ajuntament 6, Piso 8, puerta 15, 46002, València
Teléfono: **+34 699 424 622**
E-mail: **gonzalo.navarro@pvingen.com**

3 LOCALIZACIÓN

La instalación se emplazará en una finca sin denominación, situadas en el término municipal de Tomelloso (Ciudad Real)

Dicha finca está situada en la zona Noreste de la población, en las cuadriculas UTM:

- X: 504666.10 m E
- Y: 4353848.15 m N
- HUSO: 30S
- Altura: 665 m

4 PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERSONAL PREVISTO

El plazo de ejecución previsto de la obra es de 7 meses.

Se prevé un número aproximado de 20 personas como mínimo para la ejecución de la obra.

5 EJECUCIÓN DE LA OBRA

En coherencia con el resumen por capítulos del presupuesto de la obra y el plan de ejecución de la obra, se definen los siguientes procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar en la ejecución de la obra.

Bombeo de agua para controlar el nivel freático

- Equipos Well Point.
- Bombas centrífugas sumergibles.
- Grupos electrógenos.

Sub-base y base, firmes y pavimentos

- Maquinaria de demolición.
- Maquinaria de extendido y compactación.
- Camiones de trabuco.
- Pavimentadotes.
- Herramientas manuales.

Demoliciones y derribos

- Maquinaria de carga.
- Camiones de trabuco.
- Compresores y martillos neumáticos.
- Herramientas manuales.

Estructuras de hormigón realizadas “in situ”

- Encofrados.
- Aceros.
- Hormigoneras.
- Bombas de hormigón.
- Grúas.
- Herramientas manuales.

Pozos, zanjas, etc.

- Maquinaria de excavación.
- Camiones.
- Hormigoneras.
- Grúas.
- Prefabricados.
- Herramientas manuales.

Drenajes, saneamiento y canalizaciones

- Hormigoneras.
- Tubos y tuberías.
- Recubrimientos.
- Grúas.
- Prefabricados.
- Herramientas manuales.

Instalaciones Mecánicas, eléctricas y de alumbrado

- Conducciones.
- Generadores y turbinas.
- Acometidas.
- Lámparas y proyectores.
- Estaciones transformadoras y elementos eléctricos.
- Herramientas manuales.

Instalaciones de gas combustible y otros gases y fluidos (SÓLO cuando la instalación lo requiera)

- Depósitos.
- Conducciones.
- Herramientas manuales.

Acabados, barreras, bordillos, señalización, mobiliario urbano

- Hormigoneras.
- Colocación pavimentos.
- Prefabricados.
- Camiones.
- Grúas.
- Herramientas manuales.

Jardinería, recubrimientos vegetales

- Camiones.
- Grúas.
- Suministro de plantas.
- Riego, depósitos, bombas y grupos de presión.
- Tratamientos fitosanitarios.
- Herramientas manuales.

6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS

De acuerdo con lo que exige el Artículo 5 del *R.D. 1627/1997*, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, es necesario hacer un análisis y evaluación inicial de los riesgos.

A partir del sistema de construcción previsto para esta obra, se ha hecho un primer análisis y evaluación de riesgos. Puede no ser el definitivo, ya que los contratistas pueden proponer otros métodos cuando redacten sus Planes de Seguridad y Salud específicos y adaptados a la tecnología de construcción que les sea propia.

Los riesgos que se analizan a continuación se podrán controlar mediante la protección colectiva necesaria, los equipos de protección individual y la señalización que se precise.

El Contratista adjudicatario, al redactar su propio Plan de Seguridad y Salud, tendrá que respetar la metodología y la concreción exhibidas por este estudio. El pliego de condiciones técnicas, que se adjunta como anexo, recoge las condiciones de calidad que tiene que reunir la propuesta que se presente para aprobación.

En los cuadros que se presentan en las hojas siguientes hay una serie de letras que identifican diferentes conceptos, que se explican a continuación:

Probabilidad de ocurrencia de riesgos:

- Probabilidad Baja (B)
- Probabilidad Media (M)
- Probabilidad Alta (A)

Consecuencias de los riesgos:

- Ligeramente dañinos (L)
- Medianamente dañinos (M)
- Extremadamente dañinos (E)

Teniendo en cuenta conjuntamente probabilidad de ocurrencia y consecuencias de los riesgos:

- Compatible (C)
- Tolerable (T)
- Moderado (M)
- Importante (I)
- Intolerable (In)

La calificación se asigna según la siguiente tabla:

	Calificación de las consecuencias previsibles		
	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad Baja de que ocurra	Riesgo trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo moderado
Probabilidad Media de que ocurra	Riesgo Tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
Probabilidad Alta de que ocurra	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

A cada riesgo se le asigna el tipo de protección a aplicar:

- Protección colectiva (C)
- Protección individual (I)

Los riesgos se analizan y se evalúan por actividades, por oficios que intervienen, por medios auxiliares a utilizar, por la maquinaria que interviene, por las instalaciones de la obra, por las instalaciones provisionales de la obra, por el mantenimiento posterior al período de garantía, y por riesgos de daños a terceros.

a. Riesgos clasificados por actividades

- Excavación de zanjas utilizando maquinaria.
- Demolición de pavimentos.
- Entibaciones.
- Hormigonado.
- Instalación de tuberías.
- Recepción de medios auxiliares y montajes.
- Rellenos de tierra.

b. Riesgos según oficios

- Obras de albañilería.
- Electricistas.
- Carpinteros.

c. Riesgos por utilización de medios auxiliares

- Escaleras de mano.

d. Riesgos clasificados según la maquinaria utilizada

- Camiones de transporte de materiales.
- Camión grúa.
- Camión cuba hormigonera.
- Compresor.
- Sierras para pavimentos y losas de hormigón.
- Entendedora pavimentadota de aglomerados asfálticos.
- Herramientas eléctricas en general: radiales, cizallas, cortadoras, sierras y similares.
- Martillo neumático, rompedoras, taladros.
- Tabla de sierra circular para madera.
- Compactadores neumáticos para tierra.
- Pistola automática de clavos.
- Grapadoras automáticas.
- Retroexcavadora con equipo de martillo neumático.
- Rodente vibrante autopropulsado.
- Taladro eléctrico portátil.

e. Riesgos debidos a las instalaciones de obra

- Instalación eléctrica provisional.

f. Riesgos por instalaciones provisionales en obra

- Instalaciones provisionales en obra.

A los riesgos de las páginas anteriores se han de añadir los de incendio y explosión. Estos riesgos adquirirán especial relevancia cuando el trazado de la obra tenga que interferir con instalaciones de gas, no eléctricas.

En el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares, se dan las normas que debe cumplir el Contratista en su Plan de Seguridad y Salud, con el objetivo de ponerlas en práctica durante la realización de la obra.

Todos los riesgos anteriormente citados se detallarán en el Anexo I.

g. Riesgos debidos al mantenimiento

El mantenimiento de la instalación es simple e implica un número de procesos menor que la fase de construcción, disminuyendo el número de riesgos. El personal que participe en el mantenimiento deberá contar con la formación adecuada para evitar riesgos innecesarios.

Una forma de prevención colectiva es la señalización de la zona de trabajo.

Como medios de protección individual, incluiremos guantes, ropa impermeable, mascarillas, cascos, y demás protecciones necesarias según el trabajo realizado.

h. Riesgo de daños a terceros

Debido a la localización de la obra, a la proximidad de tránsito peatonal y rodado en la obra.

Derivan de la circulación de los vehículos de excavación y transporte de materiales y de la excavación de zanjas y pozos.

Asimismo, los derivados de la posibilidad de proyección de materiales sobre personas y vehículos.

7 MEDIOS PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCION DE RIESGOS

i. Protecciones colectivas a utilizar en la obra

Del análisis de riesgos laborales que se ha realizado y los problemas específicos que plantea la construcción de la obra, se prevé utilizar las contenidas en el siguiente listado:

En excavación y explotación de pedreras

- Redes o ropa metálica de protección para desprendimientos localizados.
- Valla de limitación y protección.
- Cinta de balizamiento.
- Entibaciones de zanjas.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Vallas.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Detectores de corrientes erráticas.
- Marquesinas o pasillos de seguridad.
- Regado de pistas.
- Topes de vertederos.
- Detector medidor tubular de gases “Drager” o similar.

En transporte, vertido, extendido y compactación

- Vallas de limitación y protección.
- Baranda de balizamiento.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Señales de tránsito.
- Señales de seguridad.
- Regado de pistas.

En hormigones

- Iluminación de emergencia.
- Pasillo de seguridad.
- Baranda de limitación y protección.

- Cinta de balizamiento.
- Señales de seguridad.
- Barandas.
- Cables de sujeción de cinturones de seguridad.

En soldaduras

- Válvulas antirretroceso.

En riesgos eléctricos

- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Transformadores de seguridad.
- Pórticos limitadores de gálibo para líneas eléctricas.

En incendios

- Extintores portátiles.

En las zonas conflictivas, tendrán que establecerse itinerarios obligatorios para el personal.

Tendrán que señalizarse las instalaciones eléctricas, de gas y de agua.

Las zanjas, agujeros, desagües, etc., tendrán que protegerse con vallas y señalizarse adecuadamente. Si su profundidad es mayor de 1,50 m, se tendrán que estudiar las posibles alteraciones del terreno antes de empezar la excavación. En todo caso, tendrán que instalarse escaleras de mano cada 15 m como máximo.

En las proximidades de líneas eléctricas no se trabajará con maquinaria si la parte más saliente de la máquina pueda quedar a menos de dos metros de las líneas, excepto si está cortada la corriente eléctrica. En este caso, será necesario cortocircuitar la línea y ponerla a tierra mediante una toma de tierra de cobre de 35 mm2 de sección mínima, conectada con una pica muy humedecida.

Tendrán que inspeccionarse las zonas donde puedan producirse fisuras, grietas, erosiones, ensanchamientos, etc., por si fuese necesario tomar medidas, independientemente de su corrección, si procediese.

j. Protecciones individuales

En el análisis de riesgos se puede observar que por medio de la protección colectiva se evitan gran parte de los riesgos, pero que sigue siendo necesario incluir protección individual de los trabajadores de acuerdo con el trabajo realizado.

A continuación, se da un listado de los elementos de protección individual que se consideran necesarios para esta obra:

- Cascos: para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes.
- Piezas reflectantes.
- Botas de seguridad de lona (clase III).
- Botas de seguridad de cuero (clase III).
- Botas impermeables al agua y a la humedad.
- Botas para riesgo eléctrico.
- Guantes para riesgo eléctrico.
- Guantes para riesgo mecánico.
- Guantes de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción contra caídas.
- Cinturón para proteger de vibraciones.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de protección contra el polvo e impacto de fragmentos.

- Protectores auditivos.
- Pantalla de seguridad para soldador eléctrico.
- Polainas de soldador.
- Manoplas de cuero.
- Ropa de trabajos (monos o buzos de algodón).
- Delantales de cuero.
- Gafas para soldadura autógena.

k. Prevención específica

Golpes y atrapamientos por demoliciones

El personal irá equipado con casco y ropa de trabajo. El calzado será especial, con botas de cuero de media caña. Se utilizarán guantes por evitar lesiones en las manos.

Se utilizarán cuerdas auxiliares cuando se necesite derribar paredes con el fin de evitar equilibrios inestables, que puedan dar lugar a movimientos inesperados. Se mantendrán las distancias en las demoliciones en el momento de las mismas, restringiendo el acceso a la zona si fuese necesario.

Atropellos por máquinas o vehículos

Se señalizará los pasos con carteles de seguridad con el fin de evitar la presencia de personas y evitar riesgos.

En los cortes de compactación de aglomerado y tierras, se colocarán carteles adosados a las máquinas y portátiles, prohibiendo la presencia de personas.

Al frente de los extendedores, según el avance, se colocarán carteles prohibiendo la presencia de personas, con el fin de evitar atropellos por parte de los camiones que hagan marcha atrás.

En los cruces con carreteras y caminos se señalizarán las zonas de trabajo, los desvíos y los trabajos en calzadas y aceras de la misma.

El personal que trabaje en los enlaces y cruces utilizará chalecos reflectantes, siempre que sea necesario.

Colisiones y vuelcos de máquinas y camiones

Las pistas, cruces e incorporaciones a vías públicas se señalizarán según normativa vigente. Cualquier señalización que afecte la vía pública será autorizada por la Dirección Facultativa de la obra u Organismos autónomos pertinentes.

Los cortes de carga y descarga se señalizarán marcando espacios para maniobras y aparcamientos.

Los bordes de pista que presenten riesgos de volcados se protegerán adecuadamente.

Cuando la descarga de camiones se haga a vertederos, tendrán que colocarse topes.

Polvo por circulación, viento, etc.

Las pistas y trazados por donde circulen máquinas se regarán periódicamente con cisterna de agua.

El personal que trabaje en ambiente de polvo utilizará caretas o gafas antipolvo.

Atrapamientos

Las máquinas que giren: retroexcavadoras, grúas, carregadoras, etc., llevarán carteles indicativos, prohibiendo quedarse bajo el radio de acción de la máquina.

Para la manipulación de grandes piezas suspendidas (tubos, etc.), se utilizarán cuerdas auxiliares, guantes y calzado de seguridad.

Los ganchos que se utilicen en los elementos auxiliares de elevación llevarán siempre pestillo de seguridad.

Todas las instalaciones y máquinas de taller llevarán sus transmisiones mecánicas protegidas.

Caídas a diferente nivel

Se utilizarán escaleras de mano con dispositivos antideslizantes por el acceso a interiores de excavaciones, etc.

Las excavaciones se señalizarán con cordón de balizamiento.

Caídas al mismo nivel

El personal tendrá que utilizar botas de seguridad adecuadas al trabajo que realice.

Para el cruce de zanjas es dispondrán pasarelas. Las máquinas llevarán en los accesos a cabinas placas antideslizantes. En todos los trabajos de altura será obligatorio el uso de cinturón de seguridad.

Caídas de objetos

Todo el personal de la obra utilizará casco. Cuando se trabaje en altura con riesgo de caída de objetos y puedan pasar por niveles inferiores se acotará una zona a nivel de tierra.

Los pliegos de tubos cerca de las excavaciones, zanjas, etc., estarán calzados.

En los trabajos con grúas, especialmente si son repetitivos, se situarán carteles que recuerden la prohibición de circular o de quedarse bajo cargas suspendidas.

Las plataformas de trabajo y cantos de estructuras llevarán barandas con su correspondiente zócalo.

De manera general, se señalizarán los cortes recordando la necesidad de ORDEN y LIMPIEZA.

Cuando el personal tenga que caminar por ferralla tendrán que habilitarse pasarelas de madera.

Electrocuciones

Los cuadros eléctricos de distribución se instalarán con interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA) y presa de tierra.

Las máquinas eléctricas de mano y la red de alumbrado irán protegidas con interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA). Cada una de las máquinas eléctricas dispondrá de toma de tierra.

Los electricistas tendrán a su disposición guantes para riesgo eléctrico.

Eczemas, causticaciones

El personal que trabaje en lugares húmedos o con agua, utilizará botas y de agua y guantes.

Igualmente, el personal de taller en contacto con aceites portará guantes.

Los encargados de los líquidos desencofrantes llevarán guantes, gafas y pantallas.

Proyección de partículas

Se utilizarán gafas de protección en los trabajos siguientes:

- En los trabajos de taller mecánico.
- Al realizar demoliciones.
- Al realizar trabajos de limpieza con aire a presión.

Quemaduras

Los soldadores utilizarán el equipo completo de protección.

Los operarios encargados de trabajar con betumen utilizarán delantal y guantes.

Los trabajadores encargados del extendido de aglomerado utilizarán calzado de seguridad que atenúe el calor que llegue a los pies.

Incendios-Explosiones

Las barracas de oficinas, almacén general, almacén de fungibles, talleres, instalaciones, servicios del personal, dispondrán de extintores de incendios según el tipo de fuego previsible.

Los equipos oxiacetilénicos llevarán incorporadas válvulas de antirretroceso.

Vibraciones, lumbalgias

Los conductores de camiones, los operarios de piconadores, especialmente las vibrantes, y los trabajadores que utilicen martillos neumáticos, llevarán cinturón antivibratorio.

Pinchazos y cortes

Todo el personal portará calzado de seguridad, que tendrá que incluir una plantilla anticlavos, en los trabajos con los encofrados de madera y en los de ferralla.

Interferencia con líneas eléctricas, teléfonos, alumbrado

Si la interferencia se produce por circulación de vehículos o máquinas, bajo la línea se utilizarán gálibos en ambos lados de la misma y carteles señalando el riesgo.

Ruidos

Todas las máquinas y camiones dispondrán de silenciador adecuado que amortigüe el ruido.

Cuando no sea posible reducir o anular el ruido de la fuente, el personal llevará protecciones acústicas.

Derrumbes de excavaciones

Los taludes adecuados al tipo de terreno o, en su caso, los estribos necesarios para evitar derrumbes no se definen ni dimensionan en este estudio de Seguridad y Salud. Corresponde al Contratista la responsabilidad sobre las medidas necesarias a adoptar a fin de reducir el riesgo de derrumbe, medidas que han de ser aprobadas por la Dirección Facultativa.

Intoxicaciones por humos, pinturas, etc.

Cuando existan concentraciones de humos por soldaduras se dispondrá de ventilación y los operarios utilizarán caretas.

Radiaciones

Los soldadores tendrán que llevar pantalla adecuada al trabajo que realicen.

Interferencias con servicio de agua y red de alcantarillado

Es fundamental la utilización de botas cuando se está trabajando en zanjas, así como casco y guantes, aumentando las precauciones si dichos trabajos se realizan en zona urbana y con proximidad de líneas eléctricas, intercalando pantallas si fuese necesario en el lado donde pueda producirse el contacto.

Dichas zanjas tendrán que señalizarse y protegerse adecuadamente para información de los ciudadanos, acotando la zona de trabajo y acopios de materiales a fin de evitar todo tipo de peligro.

I. Señalización de los riesgos

La prevención requiere de la utilización de una señalización adecuada. A continuación, se adjunta una relación de señales más comunes según su finalidad.

Señalización de los riesgos del trabajo

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos, se decide la utilización de una señalización normalizada que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra.

El pliego de condiciones define lo necesario para el uso de esta señalización. La señalización elegida es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo.

- Advertencia de riesgo eléctrico.
- Advertencia de riesgo de explosión.
- Banda de advertencia de peligro.
- Prohibido el paso a peatones.

Señalización vial

Los trabajos a realizar originan riesgos importantes para los trabajadores de la obra, por la presencia o proximidad del tránsito rodado. En consecuencia, es necesario instalar la oportuna señalización vial, que organice la circulación de vehículos de la forma más segura posible. El pliego de condiciones define lo necesario para el uso de esta señalización. La señalización elegida es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo:

- Cono de balizamiento. TB-6.
- Piquetas de balizamiento TB-6.
- Baliza de lado derecho. TB-8.
- Baliza de lado izquierdo. TB-9.
- Captafaros. TB-10.
- Balizamiento de plástico. TB-13.
- Luz ámbar alternativamente intermitente. TL-3.
- Línea de luces amarillas fijadas. TL-7.
- Cascada en línea de luces amarillas. TL-8.
- Bandera roja (manual). TM-1.
- Prioridad al sentido contrario. TR-5. **60 cm.**
- Entrada prohibida. TR-101. **60 cm.**
- Limitación de anchura. TR-204. **60 cm.**
- Prohibido el estacionamiento. TR-308. **60 cm.**
- Distancia principio/fin de peligro. TS-800.
- Triangular peligro. TP-15a*. 'ressalt' **60 cm.**
- Triangular peligro. TP-17. 'estrechamiento de la calzada **60 cm.**
- Triangular peligro. TP-18. 'obras' **60 cm.**
- Triangular peligro. TP-25. 'circulación' **60 cm.**
- Triangular peligro. TP-30. 'escalón lateral' **60 cm.**

m. Formación e información en Seguridad y Salud

La formación e información de los trabajadores en prevención de riesgos laborales y en los métodos de trabajo seguros, son fundamentales para el éxito de la prevención.

El Contratista está legalmente obligado a formar a todo el personal a su cargo, de tal forma, que todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Periódicamente, y al contratar a un nuevo trabajador, se informará de las medidas de Seguridad y Salud que tendrán que adoptarse en el trabajo, así como de la obligatoriedad que tienen de cumplirlas.

Antes de empezar el trabajo tendrá que comprobarse que cada operario conoce perfectamente el uso de las herramientas, útiles y maquinaria que se le facilite, y que las utiliza sin peligro para sí mismo y para las personas del entorno. En caso contrario, se tendrá que facilitar el aprendizaje y las normas necesarias para garantizar el citado fin.

n. Servicios comunes

Se dispondrá de vestuarios, servicios higiénicos y comedores debidamente dotados.

El vestuario dispondrá de casillas individuales con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un WC por cada veinticinco trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, fregaderos para lavar platos, calentador de comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.

Para la limpieza y conservación de los locales, se contratará a un trabajador para dedicarse a dichas tareas.

o. Servicios sanitarios y primeros auxilios

Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra tendrá que pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no procede de la red de abastecimiento de la población.

Botiquín

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Asistencia en accidentes

Se tendrá que informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos a donde tendrán que trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en lugar bien visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los accidentados a los centros de asistencia.

p. Prevención de riesgo de daño a terceros

Se señalizarán los accesos a la obra de acuerdo con la normativa vigente.

Se colocarán carteles que prohiban la entrada de personas y vehículos ajenos a la obra.

8 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES

Según el volumen de trabajadores previsto se definen, a continuación, las instalaciones provisionales para el uso de los trabajadores.

Los trabajadores se alojarán en el interior de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

Se montarán sobre una base ligera de hormigón o sobre la superficie existente si tiene la suficiente solidez, salvaguardando su integridad. Tendrán un aspecto sencillo pero digno. El pliego de condiciones, los planos y las mediciones aclararán las características técnicas de estos módulos. Han de retirarse al finalizar la obra y tendrán que arreglarse los posibles desperfectos que su ubicación haya producido.

Con referencia a las acometidas provisionales, se instalarán las necesarias según las condiciones de infraestructura que ofrece el lugar de trabajo para las acometidas eléctricas, de agua potable y desagües.

9 SISTEMA DE PREVENCIÓN

q. Sistema para el control del nivel de Seguridad y Salud, y responsables

El Plan de Seguridad y Salud es el documento que tendrá que incluir el Sistema para el control del nivel de Seguridad y Salud, según las condiciones contenidas en el pliego de condiciones.

El sistema elegido es el de "listas de seguimiento y control" que tienen que ser complementadas por el Contratista que se define en el Pliego de condiciones técnicas y particulares.

La protección colectiva se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto y las listas de seguimiento y control citadas en el punto anterior.

El control de entrega de equipos de protección individual se realizará:

1. Mediante la firma del trabajador que los recibe, en un parte de almacén que se define en el pliego de condiciones técnicas y particulares.
2. Mediante la conservación de los equipos de protección individual utilizados, ya inservibles, hasta que la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud pueda medir las cantidades rechazables.

Se prevé utilizar los mismos documentos que utilice normalmente para esta función, el Contratista, formalidades recogidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares y ser conocidos y aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud como partes integrantes del Plan de Seguridad y Salud que, como mínimo, son los contenidos en el siguiente listado (eso afectará tanto a los contratistas como a los subcontratistas):

- Documento de nombramiento del Encargado de seguridad.
- Documento de nombramiento del Señalista de maniobras.
- Documentos de autorización de la utilización de diversas máquinas que así lo requieran o que se establezca mediante el Pliego de condiciones técnicas y particulares.
- Certificado médico que acredite la aptitud de los trabajadores para los trabajos que van a realizar.
- Certificado que acredite que los trabajadores han recibido la formación necesaria en materias de prevención, referente a los trabajos que van a realizar y tipo de obra en la que van a intervenir.

r. Prevención asistencial en caso de accidente laboral

Local con botiquín de primeros auxilios

Dadas las características de esta obra y la concentración de trabajadores prevista, es necesario dotarla de un local con botiquín de primeros auxilios, en el que se de atención primaria sanitaria a los accidentados.

El contenido, características y uso de este local quedan definidos por el pliego de condiciones técnicas y particulares de Seguridad y Salud y en los presupuestos.

Además, en el Plan de Seguridad y Salud que elabore el Contratista tendrá que constar la ubicación, así como la dotación del citado botiquín.

Medicina Preventiva

El Contratista, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realizará los reconocimientos médicos previos a la contratación y, asimismo, exigirá puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por él para esta obra.

En el pliego de condiciones técnicas y particulares se expresen las obligaciones empresariales en materia de accidentes y asistencia sanitaria.

Evacuación de accidentados

La evacuación de accidentados, que por sus lesiones así lo requieran, está prevista mediante la contratación de un servicio de ambulancias, que el Contratista definirá exactamente, a través de su Plan de Seguridad y Salud, tal y como se define en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

10 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- *Señalización: normativa de Gestión de Infraestructuras de Andalucía, S.A., Dirección General de Carreteras, Consejería de Obras Públicas y Transportes.*
- *R.D. 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión; B.O.E. núm. 235, 30 septiembre 2000, 33511-33515.*
- *Norma GE SNE022 Transformadores y Autotransformadores de potencia AT/AT/MT, Endesa Distribución.*
- *UNE 21123, Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.*
- *R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación; B.O.E. núm. 74, 28 marzo 2006, 11816-11831.*
- *R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; B.O.E. núm. 97, 23 abril 1997, 12911-12918.*
- *R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo; B.O.E. núm. 97, 23 abril 1997, 12918-12926.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; B.O.E. núm. 269, 10 noviembre 1995, 32590-32611.*
- *R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción; B.O.E. núm. 256, 25 octubre 1997, 30875-30886.*

11 PLIEGO DE CONDICIONES

11.1 Disposiciones legales de aplicación

Las disposiciones legales, en vigor, que afectan a cuestiones relacionadas con la Seguridad y la Salud en los trabajos del sector de la construcción son, básicamente:

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

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en 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 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

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 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de ocupación de prevencionista de riesgos laborales.

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 equipos de trabajo.

Ordenanza laboral de construcción, vidrio y cerámica (O.M. 28-Agosto-1969 B.O.E. 5, 7, 8 y 9-Septiembre-1970).

Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (O.M. 9-Marzo-1971, B.O.E.16-Marzo-1971, 17-Marzo-1971, 6-Abril-1971).

Reglamento electrotécnico de baja tensión (D. 2413/1973 de 20 de Septiembre. B.O.E. 9-0ctubre-1973). Instrucciones complementarias sucesivas del mismo, de la Dirección General de la Energía, del Mº de Industria. (Fechas: 1/4/74; 21/5/74; 2/12/74; 10/12/79; 18/12/79; 21/4/80; 18/5/80; 18/11/80;...).

Homologación de equipos de protección individual para trabajadores (O.M. 17- Mayo-1974. B.O.E. 29-Mayo-1974).

Reglamento de aparatos elevadores para obras (O.M. 23-Mayo-1977. B.O.E. 14- Junio-1977). Modificaciones de este Reglamento. (7 de Marzo de 1981).

Estatuto de los trabajadores (Ley 8/80 de 10 de Marzo).

Convenio colectivo provincial de la construcción.

Código de circulación.

Reglamento de seguridad en las máquinas (R. D. 1495/1986) (B.O.E. 21-Julio -86).

Real Decreto 1316/89, de 27 de octubre, sobre protección a los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (B.O.E. 2- Noviembre -89 y 26-Mayo-90).

Estatuto de los trabajadores, Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo.

Reglamento de Los Servicios de Prevención, 39/1997 de 17 de enero.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Decreto de 28 de Noviembre de 1968.

R.D. 614/2001, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Normas técnicas sobre protecciones personales.

Y demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Salud, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

11.2 Condiciones de los medios de protección

Todos los medios de protección personal o colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su finalización.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido del previsto se repondrá dicho medio de protección, con independencia de su fecha de entrega.

El uso de un medio de protección nunca puede suponer un riesgo en sí mismo.

11.3 Protecciones personales

Se ajustarán a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74. B.O.E. 29-5-74).

En los casos en que para un medio de protección personal no exista Norma de Homologación, esté deberá ser de calidad adecuada para las prestaciones para las que ha sido concebido. Toda prenda homologada deberá llevar el sello reglamentario.

Relación de equipos homologados:

Tabla I - Relación de Equipos Homologados

PROTECCION	***EQUIPO***	***NORMA (M.T.)***

CABEZA	Cascos	*1*
O/DOS	*P. Auditivos*	*2*
VISTA	*Montura contra impactos*	*16*
	Oculares contra impactos	*17*
	Pantallas para soldadores	*3*
	Oculares filtrantes para pantallas soldadores	*18*
	Cubre filtros y anticristales para pantallas soldadores	*1*
V/AS RESPIRATORIAS		
	Normas comunes	*7*
	Adaptadores faciales	*8*
	Filtros mecánicos	*9*
	Mascarillas autofiltrantes	*10*
	Filtros químicos y mixtos contra amoniaco	*12*
	Filtros químicos y mixtos contra monóx. carbono	*1*
	Filtros químicos y mixtos contra cloro	*1*
	Filtros químicos y mixtos contra anh. sulfuroso	*2*
	Filtros químicos y mixtos contra ác. *sulfídrico*	
	Semiautónomos de aire fresco con manguera de aspiración	*20*
	Semiautónomos de aire fresco con manguera de	*2*

	presión	
SUPERIORES		*4*
	Guantes aislantes electricidad	*11*
	Guantes de protección frente a agresivos químicos	
	Aislamiento de seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión	*26*
EXTREMIDADES INFERIORES		*5*
	Calzado contra riesgos mecánicos	*2*
	Plantillas de protección frente a riesgos de perforación	*5*
CINTURONDE SEGURIDAD	*Bota impermeable al agua y a la humedad*	*2 7*
	Fijación	*13*
	Suspensión	*21*
	Caída	*2*
	Dispositivos personales anticaída para elevación y descenso	*2*
VARIOS	*Banquetas aislantes de maniobra*	*2*

11.3.1 Protecciones colectivas a utilizar en la obra

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

11.3.2 Vallas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 1,50 m de altura, estando construidas a base de placas prefabricadas y postes.

11.3.3 Cuadros eléctricos

Desde el punto de vista de la seguridad en los trabajos de la obra, las condiciones mínimas que deberán reunir los cuadros eléctricos que se instalen en las mismas, serán:

En el origen de la instalación se dispondrán interruptores diferenciales, cuyas sensibilidades mínimas serán:

300mA para la instalación de fuerza.

30mA para la instalación de alumbrado.

Existirán tantos interruptores magneto-térmicos como circuitos se dispongan. Los distintos elementos deben disponerse sobre una placa de montaje de material aislante. El conjunto se ubicará en un armario que cumpla:

Sus grados de estanqueidad contra el agua, polvo y resistencia mecánica contra impactos, tendrán unos índices de protección de, al menos, I.P. 5-4-3 respectivamente.

Su carcasa metálica estará dotada de puesta a tierra.

Dispondrá de cerradura que estará al cuidado del encargado o del especialista que designen.

Las partes activas de la instalación se recubrirán con aislante adecuado.

Las tomas de corriente se ubicarán, preferentemente, en los laterales del armario, para facilitar que éste pueda permanecer cerrado.

Las bases de enchufe dispondrán de los correspondientes puntos de toma de tierra, para poder conectar, de este modo, las distintas máquinas que lo necesiten.

11.3.4 Puestas a tierra

Toda máquina utilizada en la obra, con alimentación eléctrica, que trabaje a tensiones superiores a 24V y no posea doble aislamiento deberá estar dotada de puesta a tierra, con resistencia adecuada.

Esta adecuación estará en función de la sensibilidad del interruptor diferencial, cuya relación será:

Diferencial de 30 mA: Resistencia a tierra ≤ 800Ω

Diferencial de 300 mA: Resistencia a tierra ≤ 80Ω

En cualquier caso, las dimensiones mínimas de los elementos constitutivos de esta instalación de protección, tal y como determina el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, serán:

Cobre: 16 mm² para línea principal y 35 mm² para línea de enlace con tierra.

Para otros materiales se exigirá la misma conductancia.

Se medirá periódicamente su resistencia y al menos en la época más seca del año.

11.3.5 Conductores eléctricos

El cableado de alimentación eléctrica a las distintas máquinas, desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, tendrá que cumplir como mínimo los siguientes aspectos:

a) No se colocarán por el suelo en una zona de paso de vehículos o de acopio de cargas; caso de no poder evitar que discurran por esas zonas se dispondrán elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular o enterrados y protegidos por una canalización resistente. Asimismo, deberán colocarse elevados si hay zonas encharcadas.

b) Sus extremos estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión y se prohíbe conectar directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe.

c) Caso de tener que realizar empalmes, éstos se realizarán por personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

11.3.6 Lámparas eléctricas portátiles

Tal y como exige la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, estos equipos auxiliares reunirán las siguientes condiciones mínimas:

Tendrán mango aislante.

Dispondrán de un dispositivo protector de la lámpara, de suficiente resistencia mecánica.

Cuando se empleen sobre suelos, paredes o superficies que sean buenas conductoras no podrá exceder su tensión de 24V, si no son alimentadas por medio de transformadores de separación de circuitos.

11.3.7 Intensidad de iluminación artificial

Las intensidades mínimas de iluminación artificial están en función de los distintos trabajos que se realicen en la obra, que serán:

Patios, galerías y lugares de paso 20lux

Zonas de manipulación de mercancías 50lux

Zona en que sea necesaria una pequeña distinción de detalle (vestuarios) 100lux

Zonas con distinción moderada de detalles (trabajos con máquinas) 200lux

Zona con distinción media de detalles (trabajos de oficina…) 300lux

11.3.8 Pasarelas

Cuando sea necesario disponer de pasarelas, para acceder a las obras o para salvar desniveles, éstas deberán reunir las siguientes condiciones mínimas:

a) Su anchura mínima será de 60cm.

b) Los elementos que la 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 esos deslizamientos.

c) Cuando deban salvar diferencias de nivel superiores a 2m se colocarán, en sus lados abiertos, barandillas resistentes de 90cm de altura y rodapiés de 20cm de altura.

d) Se ubicarán en lugares donde no exista peligro de caídas de objetos procedentes de trabajos que se realicen a niveles superiores, en caso contrario se protegerán.

11.3.9 Protección de huecos en paredes

En aquellas zonas donde haya circulación de personas, se deberá adoptar alguna de las siguientes medidas de protección:

Barandillas sujetas por medio de soportes fijados al forjado o por puntales.

Mallazo sujeto al paramento de manera que no se pueda quitar con facilidad.

Tabicado provisional, hasta que se coloque la defensa definitiva.

11.3.10 Protección de huecos en forjados

En aquellas zonas donde haya circulación de personas, se deberá adoptar alguna de las siguientes medidas de protección:

Barandillas sujetas por medio de puntales o por soportes fijados al forjado.

Mallazo fijado desde el momento de su hormigonado.

Entablado de madera, fijado de forma que no se pueda deslizar. Esta protección se considera adecuada para cubrir pequeños huecos.

11.3.11 Barandillas en escaleras de obra

En los lados abiertos se dispondrán barandillas resistentes, de 90 cm de altura, rodapié a 20 cm y listón o barra intermedia.

Se realizará desde el primer momento el peldañeado de la escalera, para evitar pisar directamente sobre la losa.

11.3.12 Escaleras de mano

Se apoyarán en superficies planas y resistentes.

En la base se dispondrán elementos antideslizantes.

Si son de madera:

a) Los largueros serán de una sola pieza.

b) Los peldaños estarán ensamblados en los largueros y no solamente clavados.

c) No deberán pintarse, salvo con barniz transparente.

d) Queda prohibido el empalme de dos escaleras (salvo que cuenten con elementos especiales para ello).

No se podrá transportar a brazo, sobre las mismas, pesos superiores a 25 kg.

11.3.13 Condiciones generales de izado de cargas

Áreas de trabajo:

Deberá acotarse la zona de izado de las cargas para evitar el paso de personas bajo las mismas.

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 eviten que las cargas puedan salirse), palets con envoltura plastificada o flejes que impiden el movimiento de la carga.

En ningún caso las cargas sobrepasarán los bordes de las bateas.

Carga de materiales de gran longitud:

Para la elevación de puntales, tablones, viguetas, y materiales de similares características, se realizará un atado previo de las piezas para impedir que puedan deslizarse y por tanto caerse piezas del conjunto de la carga.

11.3.14 Andamios

Antes de su primera utilización, el Jefe o Encargado de las Obras someterá al andamiaje a una prueba de plena carga, posterior a efectuar un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que lo componen.

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, puntos de anclaje, y en general todos los elementos sometidos a esfuerzo.

Para la manipulación de grandes piezas suspendidas (tubos, etc.), se utilizarán cuerdas auxiliares, guantes y calzado de seguridad.

11.3.15 Plataformas de trabajo

El ancho mínimo del conjunto será de 60 cm.

Los elementos que la compongan se fijarán de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos y otros movimientos peligrosos.

Cuando se encuentren a 2 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 paramento 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.

Se realiza con madera, esta será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas, siendo el espesor mínimo de 5 cm.

Si son metálicas deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargarán, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Andamios de borriquetas:

Hasta 3 m de altura podrá emplearse sin arriostramiento.

Los tablones deberán atarse en sus extremos para evitar posibles vuelcos.

La plataforma de trabajo cumplirá la especificación correspondiente.

11.3.16 Andamios tubulares

Estabilidad:

a) 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.

b) 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 "Cruces de San Andrés".

Plataformas de trabajo:

Cumplirán la especificación correspondiente.

Acotado del perímetro:

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, así como para la ejecución de los tajos se utilizarán cinturones de seguridad.

11.3.17 Mantenimiento general de maquinaria

Antes de la primera utilización se deberá revisar cada máquina.

Diariamente, el maquinista revisará todos los elementos de seguridad (frenos, topes, limitadores de final de recorrido y carga, etc.), los elementos sometidos a esfuerzo (cables de izado, ganchos, etc.) y el funcionamiento del sistema eléctrico.

Periódicamente se realizará una revisión a fondo de la máquina. Esta periodicidad dependerá de:

Intensidad y frecuencia del uso de la máquina.

Según las recomendaciones del fabricante.

Tras una prolongada interrupción de uso.

En el caso concreto de los Aparatos elevadores para obras, según establece el Reglamento correspondiente:

Los propietarios o arrendadores han de contratar el mantenimiento, así como las revisiones generales con empresa autorizada por la Delegación Provincial del Mº de Industria correspondiente.

En obra se designará una persona responsable que se encargue de mantener las condiciones del elevador.

Las fechas de visita, resultado de las inspecciones, elementos sustituidos e incidencias dignas de mención, se consignarán en el Libro de Registro.

11.3.18 Hormigonera

Ubicación:

Se vigilará que donde se ubique esta máquina no se realicen trabajos a distinto nivel o que exista algún riesgo de caída de objetos sobre los operarios que manejan la misma.

Transmisiones

El motor eléctrico, con su correspondiente correa de transmisión, deberán estar protegidos mediante la carcasa protectora que debe poseer la máquina durante su funcionamiento.

Instalación eléctrica

El interruptor estará protegido contra posibles proyecciones de agua y contra el polvo de la obra.

Cuadro eléctrico, según la especificación correspondiente.

Puesta a tierra, según la especificación correspondiente.

Cables de alimentación, según la especificación correspondiente.

11.3.19 Sierra circular de mesa

Protecciones generales:

Uso de carcasa protectora, sobre el disco.

Adecuación del disco a utilizar, en cuanto a su diámetro y materia de su composición, para cada trabajo según recomendaciones del fabricante.

Protección de las correas de transmisión. Protección de las partes salientes y giratorias.

El interruptor de la máquina deberá estar situado separado de las correas de transmisión.

En el caso de usarla para cortar material cerámico dispondrá de un sistema de humidificación para evitar la formación de polvo.

Cuadro eléctrico para toma de corriente, según la especificación correspondiente.

Puesta a tierra, según la especificación correspondiente.

Cables de alimentación eléctrica, según la especificación correspondiente.

Ubicación:

Se situará en un lugar sobre el que no pueda haber riesgo de caída de materiales, debido a que se efectúen trabajos a niveles superiores.

Se situará de manera que el operario esté de espaldas al viento dominante.

Protecciones durante su uso:

Para cortar piezas pequeñas se usarán empujadores.

Observancia continuada del normal desgaste del disco, para sustituirlo en el momento adecuado.

Protecciones personales:

Cuando no se ubique en lugar ventilado deberán usarse protecciones de las vías respiratorias.

Para la protección de la vista se usarán gafas de protección contra impactos.

Quedará prohibido el uso de guantes.

11.3.20 Grúa de pequeño brazo

Fijación:

Con bloques de hormigón, sujetos de forma que no se puedan desplazar. Su peso se calculará teniendo en cuenta la capacidad portante del forjado, el peso de la máquina y la máxima carga a izar.

Instalación eléctrica:

Cumplirá lo indicado en cuadros eléctricos, puestas a tierras y conductores eléctricos.

Cables de izado:

El ojal estará provisto de guardacabos.

Poseerá topes finales de recorrido con dispositivos de corte automático.

Su gancho para la recogida de cargas dispondrá de pestillo de seguridad u otros dispositivos que eviten que puedan salirse.

Se tendrá en cuenta lo indicado en mantenimiento de maquinaria.

Recogida de cargas y manipulación:

Para proteger al operario en esta operación se dispondrá de barandillas resistentes. En ningún caso el operario dejará cargas suspendidas cuando abandone la máquina.

Se acotará la zona de izado de cargas para evitar que nadie pase bajo su radio de acción.

11.3.21 Grúas Torre

Ubicación:

Respecto a la proximidad de tendidos eléctricos exteriores con los hilos desnudos se tendrá en cuenta lo indicado en la correspondiente especificación.

En el caso de tener que instalar la grúa en las proximidades de excavaciones y/o vaciados, se deberá tener presente que la distancia mínima entre la grúa y las paredes de la zona excavada estará condicionada por el ángulo del talud natural del terreno.

Si la grúa debe situarse muy próxima a la obra, se deberá conseguir que la distancia mínima entre la grúa y el elemento de la obra (pilares, paredes,...) sea de al menos 80 cm, para permitir el paso.

Cuando sea inevitable que en el barrido de la pluma o contrapesos de la grúa, por su ubicación, puedan chocar contra algún edificio o construcción, se dispondrá de un limitador de recorrido para la zona afectada.

También se utilizarán sistemas de limitación de recorrido para evitar el choque de dos o más grúas, caso que sus áreas de barrido coincidan.

Montaje:

Antes de comenzar su instalación se comprobará la capacidad portante del terreno, para prever, junto con los datos proporcionados por el fabricante, la cimentación necesaria para asentar la grúa.

Tanto el montaje como el desmontaje se realizarán de acuerdo con las normas generales de seguridad, establecidas por el Reglamento de aparatos elevadores del Mº de Industria y por las particulares de cada marca.

En las grúas móviles se vigilará la alineación, nivelación y calzado de los carriles, los cuales se unirán a las traviesas por medio de tirafondos.

En las grúas móviles se dispondrán topes de final de recorrido, pero no en el extremo final, sino al menos a 1 m de éste.

Se vigilará el lastrado de la grúa, que se ejecutará de acuerdo a las normas del fabricante.

Se dispondrán siempre limitadores de carga y de final de recorrido.

Cuando exista riesgo de fuerte viento se dispondrán anclajes de la grúa al edificio en construcción, y si no es factible se colocarán "vientos" que eviten posibles vuelcos.

Las transmisiones y el tambor de arrollamiento del cable de elevación de las cargas, cuando estén a menos de 2,50 m de altura, deberán protegerse mediante una carcasa resistente.

Durante las operaciones de montaje en altura, y también durante las de mantenimiento y desmontaje, los operarios usarán cinturones de seguridad auxiliados por dispositivos anticaída.

Instalación eléctrica:

El grado de protección de las envolventes del equipamiento eléctrico de estas máquinas deberá ser, como mínimo:

Contra la penetración de cuerpos sólidos extraños IP 5.

Contra la penetración de líquidos IP 4.

Cuadro eléctrico, según especificación correspondiente.

Cables de alimentación, según especificación correspondiente.

Puesta a tierra, según especificación correspondiente.

Cables de izado:

Su diámetro dependerá de la carga máxima a izar.

El gancho para la recogida de cargas dispondrá de pestillos de seguridad u otros dispositivos que eviten que puedan salirse.

Revisiones y mantenimiento Según se indica en la especificación "Mantenimiento general de maquinaria".

Funcionamiento:

La manipulación sólo podrá realizarla personal especial izado.

El gruísta se situará en un lugar que le permita un correcto campo de visión.

No se efectuarán dos o más movimientos simultáneamente.

Se evitará dejar cargas suspendidas sobre personal o grupos.

En caso de fuerte viento se paralizarán los trabajos.

Bajo ningún concepto se alterarán interiormente los cables de la botonera respecto a los indicadores que contiene la carcasa de la misma.

Recogida de cargas y manipulación:

Se acotará la zona de izado de cargas para evitar el paso bajo su zona de acción.

Para permitir el acceso de las cargas a los edificios en construcción se ejecutarán unas plataformas, a modo de andamios en voladizo, que reduzcan el riesgo de caída al vacío de aquellos operarios que vayan a recoger las cargas.

Para el izado de bateas, paletas, etc. se tendrán en cuenta las indicaciones que se realizan en la especificación "Condiciones generales en el izado de cargas".

11.3.22 Desbarbadoras

Uso adecuado:

Este tipo de máquinas solamente se utilizará para efectuar operaciones de desbardado o similares, pero nunca como herramientas de corte, por su elevado grado de peligrosidad en este tipo de operaciones.

Cumplirá las especificaciones aplicables de "Sierra circular de mesa".

Protecciones personales:

Para operaciones de desbardado, si la zona no está suficientemente ventilada, deberán usarse protecciones de las vías respiratorias (mascarillas autofiltrantes o filtros de tipo mecánico con su correspondiente adaptador facial).

Gafas de seguridad contra impactos.

11.3.23 Pulidora de solería

El cuadro eléctrico en el que se conecte la máquina deberá de disponer de protección de alta sensibilidad (30 mA) y de toma de tierra.

Siempre que sea posible las tomas de corriente se dispondrán fuera de la zona de trabajo, para evitar los problemas con los encharcamientos.

Los operarios utilizarán botas impermeables al agua.

11.4 Circulación

Se procurará, en lo posible, separar los accesos de personas y vehículos.

Cuando sea necesario, las maniobras de máquinas y camiones se realizarán con el auxilio de otra persona, que situada fuera de los vehículos ayudará al conductor en su trabajo.

Los cables de alimentación eléctrica deberán colocarse elevados y fuera del alcance de los vehículos y máquinas, caso que esto no fuera factible se colocarán enterrados y protegidos por canalizaciones resistentes.

En caso de existir en las proximidades tendidos eléctricos con los hilos desnudos se tendrá en cuenta lo indicado en la especificación correspondiente.

11.4.1 Dumper

Su manipulación la efectuará exclusivamente personal especializado.

No se utilizará como medio de transporte de personal.

Se evitarán maniobras bruscas.

Se revisará la correcta disposición de la carga antes de iniciar el desplazamiento.

No se sobrepasará la carga autorizada, según las características del vehículo.

Para efectuar una descarga junto al borde de excavaciones o taludes, se dispondrán topes de suficiente resistencia mecánica que impidan un acercamiento excesivo.

Cuando el dumper circule cargado las rampas se bajarán muy lentamente, marcha atrás se dificulta aún más un posible vuelco.

Para circular por vías urbanas deberá cumplirse lo establecido por el vigente Código de Circulación, tanto a efectos de autorización al conductor como del vehículo.

11.5 Redes tipo horca

Montaje:

Para evitar improvisaciones se estudiarán los puntos en los que se va a localizar cada elemento portante y su forma de anclaje.

Los operarios que realicen las operaciones de montaje o desmontaje utilizarán cinturones de seguridad.

Mantenimiento:

Los materiales que caen sobre la red se retirarán periódicamente.

Antes de su uso en la obra y después de cada impacto importante se comprobará el estado de las redes, soportes y cuerdas

11.6 Desencofrado

Momento de ejecución:

Se realizarán cuando lo determine el Director de las obras y siempre bajo la vigilancia de un encargado de los trabajos.

Condiciones del entorno:

Tanto para evitar la caída de operarios al vacío como para evitar posibles caídas de los materiales del encofrado, examinar si son necesarios sistemas de redes en los huecos.

Ejecución de los trabajos:

El desencofrado se ejecutará por sucesivas zonas parciales, en primer lugar, se aflojarán gradualmente las cuñas y los elementos de apriete de la zona a desencofrar.

Advertir que en 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, en caso necesario, de cuerdas que les eviten quedar bajo la zona de peligro.

Protecciones personales:

Cascos, calzado de seguridad y guantes.

Finalización de los trabajos:

Al finalizar las operaciones, las maderas y 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 los mismos.

11.7 Cubiertas

En cubiertas inclinadas se dispondrá de barandillas resistentes de 90 cm de altura, rodapiés de 20 cm y barra o listón intermedio, o bien, de un andamio de seguridad perimetral que evite la caída de operarios al vacío. La superficie al pie de los andamios será declarada como restringida. En el caso de trabajos de corta duración se usarán cinturones de seguridad.

En cubiertas planas, mientras no se realicen los pretiles, se dispondrá de barandillas resistentes de 90 cm de altura, rodapiés de 20 cm y barra o listón intermedio.

11.8 Soldadura de estructuras metálicas

Condiciones generales del equipo de soldadura:

El cuadro eléctrico, en el que se conecta el grupo, reunirá las condiciones indicadas en la correspondiente especificación.

La carcasa metálica estará puesta a tierra, según la especificación correspondiente.

Las bornas de conexión eléctrica estarán debidamente aisladas.

Los cables de alimentación eléctrica estarán debidamente aislados en toda su longitud.

Los portaelectrodos tendrán un buen estado de aislamiento.

Condiciones generales de trabajo:

El área de trabajo estará libre de obstáculos, productos deslizantes y restos de grasa.

En los trabajos en altura se cumplirán las condiciones de:

Andamios, según especificación correspondiente

Cinturones de seguridad, según especificación correspondiente.

No se realizarán estos trabajos cuando existan productos inflamables y combustibles a una distancia menor de 6 m.

Las zonas en la que pueda existir "lluvia de chispas" deberán señalizarse de manera bien visible, para evitar el paso de otros operarios bajo las mismas.

Todas las operaciones deberán realizarse bajo las instrucciones y supervisión de un responsable de los trabajos.

Protecciones personales:

Para efectuar estos trabajos, independientemente de las protecciones de tipo "colectivo", cada operario deberá usar:

Pantallas para soldadura, según especificación correspondiente.

Mandiles, según especificación correspondiente.

Calzado, según especificación correspondiente.

Guantes, según especificación correspondiente.

Se vigilará que la ropa del operario no esté ni húmeda, ni manchada de grasa.

11.9 Extintores

El agente extintor y su tamaño serán adecuados al tipo de incendio previsible. Se revisarán cada 6 meses como máximo.

11.10 Riegos

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.

11.11 Servicio médico

La empresa constructora/instaladora dispondrá de un servicio médico de empresa, propio o mancomunado.

Será obligatoria la existencia de botiquines de tajo en aquellas zonas de trabajo alejadas del botiquín central, cuya misión es atender pequeñas curas.

En todos los botiquines se repondrá inmediatamente el material consumido, revisándose su contenido con una periodicidad máxima de un mes.

Se colocarán carteles que prohíban la entrada de personas y vehículos ajenos a la obra.

11.12 Servicios de higiene y bienestar

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en la normativa legal vigente sobre seguridad y salud, fundamentalmente en lo especificado en los artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene y en los artículos 335, 336 y 337 de la Ordenanza General de Construcción.

La empresa constructora/instaladora adaptará, a través del plan de seguridad y salud, estas instalaciones al número real de trabajadores.

En cumplimiento de los citados artículos la obra dispondrá de los siguientes locales: comedores, vestuarios y aseos.

Estos locales tendrán ventilación suficiente y poseerán luz natural y artificial. La altura mínima del techo será de 2,30m.

Tanto los vestuarios como los aseos tendrán ventilación independiente y directa. Los inodoros no tendrán comunicación directa con los vestuarios.

Los vestuarios y los aseos tendrán los suelos, paredes y techos lisos e impermeables, permitiendo su necesaria limpieza.

11.13 Comedores

Dotado de mesas, asientos, pilas para lavar vajilla, calienta comida y cubo con tapa para depositar los desperdicios.

Para cubrir las necesidades de la obra se dispondrá de un local de 7 m² como mínimo.

11.14 Vestuarios

Poseerá taquillas individuales con llave, asientos, calefacción en invierno y ventiladores en verano.

Para cubrir las necesidades de la obra se dispondrá de un local de 7 m² como mínimo.

11.15 Aseos

Dispondrá de los siguientes elementos:

1 ducha individual con agua caliente y fría.

1 inodoro en cabina de 1,00 x 1,20 x 2,30m.

1 calentador de 100l.

1 lavabo con espejo y jabón.

Perchas.

Calefacción.

Secadores de mano y toallas.

Para cubrir las necesidades de la obra se dispondrá de un local de 7 m² como mínimo.

11.16 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente estudio de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio, en función de su propio sistema de ejecución de obras.

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.

El plan de seguridad y salud será documento obligado para conceder, por la autoridad laboral, la autorización de apertura del centro de trabajo.

Estará a disposición permanente del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de los Delegados de Prevención, del Comité de Seguridad y Salud (en su caso), de la inspección de Trabajo y Seguridad Social, así como de la Dirección Facultativa.

11.17 Libro de incidencias

Con el fin de control y seguimiento del plan de seguridad y salud se dispondrá de un libro de incidencias habilitado al efecto.

Efectuada una anotación en dicho libro, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Igualmente deberá notificar las anotaciones al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

11.18 Aviso previo

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 1697/1997 y deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuera necesario.

València, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:23:54 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE
DOCUMENTO Nº2: MEMORIA
- ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
- ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
- ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS
DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO
DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DOCUMENTO Nº8: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
DOCUMENTO Nº9: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE 2
2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS 3
3 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA 3
4 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA 3
5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 4
6 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 6
7 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 8
8 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS 8
9 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 13

1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición del Proyecto de hibridación de la Planta Solar Fotovoltaica “LA TORIBIA I” se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. La disposición transitoria única de este Real Decreto regula la aplicación del mismo, para los proyectos de obra de titularidad pública cuya aprobación se produzca después del 14 de febrero de 2009.

El objetivo de este Real Decreto es conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva estableciendo unos requisitos mínimos de producción y gestión, fomentando, por este orden: la prevención, reutilización, reciclado y valorización frente al depósito en vertedero.

Según dicha normativa el contenido mínimo del estudio ha de ser:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra bajo la codificación de la orden MAM/30/2002.
- Las medidas para la prevención de residuos.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones:
    - Hormigón.
    - Ladrillos, tejas, cerámicos.
    - Metal
    - Madera
    - Vidrio
    - Plástico
    - Papel y cartón
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación de los residuos.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas en relación al almacenamiento, manejo, separación y en su caso, otras operaciones de gestión dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

El objeto del proyecto es la hibridación de una planta solar fotovoltaica ubicada en el municipio de Tomelloso, (Ciudad Real) denominada "PFV LA TORIBIA I" de potencia instalada 1 MW.

La fase de construcción de la planta solar fotovoltaica y subestación consistirá en las siguientes fases:

- Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:
  - 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 cables.
  - Cimentación del edificio modular prefabricado.
  - Cimentación de la estación de inversor central.
  - Depósito de contención de derrames.
- 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.
- Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.
- Hay que destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

3 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA

Las características generales de la obra para el PROYECTO DE HIBRIDACIÓN CON LA PLANTA FOTOVOLTAICA "LA TORIBIA I" DE 1 MW, son los siguientes:

Localización: Término municipal de Tomelloso, (Ciudad Real)

Tipo de obra: Se trata de la ejecución de la hibridación de una planta solar fotovoltaica y su infraestructura de control.

Existencia o no de demolición: No.

Superficie de la obra: La superficie de actuación es de 96,60 m^2.

4 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), 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 limpias y materiales pétreos. 17.05.04
- RCD:
  - RCD de naturaleza pétrea:
    - 17.01.01. Hormigón.
    - 17.01.02. Ladrillos.

        - 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.
    - RCD de naturaleza no pétrea:
        - 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
        - 17.02.03 Plásticos
        - 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.
        - 17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.
- Otros residuos:
    - Residuos peligrosos:
        - 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
        - 15.01.11 Aerosoles
        - 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
    - 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
    - 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
    - 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

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:

1) Adquisición de materiales
2) Comienzo de la obra
3) Puesta en obra
4) Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
    - 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 la máxima 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.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones 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.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- 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.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- o Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- o 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.
- o Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- o Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- o 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 obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

CÓDIGO LER	TIPO DE 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 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero.
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero.	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD.
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética

17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
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
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado.
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

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

Se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	40,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	20,00 T
Metales	1,00 T
Madera	0,50 T
Vidrio	0,50 T
Plásticos	0,25 T
Papel y cartón	0,25 T

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, 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.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

En caso concreto de esta obra las cantidades a generar se estiman en el apartado 9.

8 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.

- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

<u>Respecto a la segregación de los residuos:</u>

- La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.
    - En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
    - En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
        - Hormigón: 40 t
        - Ladrillos, tejas, cerámico: 20 t
        - Metal: 1 t
        - Madera: 0,5 t
        - Vidrio: 0,5 t
        - Plástico: 0,25 t
        - Papel y cartón: 0,25 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor

obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001):
    - Definir una zona específica.

  - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
  - ¿Dónde situarlo?
    - En el exterior bajo cubierta,
    - Dentro de la nave,
    - En intemperie en envases herméticamente cerrados
  - Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
    - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
    - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
    - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
    - Alejado de la red de saneamiento
  - Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.
- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
  - 1 recipiente/cada tipo de residuo
  - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
  - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98 /CE:
  - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
  - Fechas de envasado.
  - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/. o Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
  - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
  - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
  - Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá

también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
    - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
        - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
        - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
        - Periodicidad estimada de los traslados.
        - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
        - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
        - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
    - Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
        - Número de documento de identificación.
        - Número de notificación previa.
        - Fecha de inicio del traslado.
        - Información relativa al operador del traslado.
        - Información relativa al origen del traslado.
        - Información relativa al destino del traslado.
        - Características del residuo que se traslada.
        - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
        - Otras informaciones.
    - Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:
        - Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
        - Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
        - El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
        - En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el

documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,

- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

  - Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
  - Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

- Según el RD 833/1988 se deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - art. 15. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- DOCUMENTACIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS peligrosos:

FASE	DOCUMENTACIÓN	LEGISLACIÓN
Inicio de obra	Plan de gestión de residuos	
Fase de obra	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 22/2011 (art.29)
	Datos Gestor Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	RD 833/1988 (art.17)
	Documentos de aceptación*	
	Documentos de Control y seguimiento*	RD 833/1988 (art.16)
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 22/2011 (art.25)
	Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

*Se deben guardar durante cinco años

9 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad 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 Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce 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.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce 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.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones variables en función de los cables que alberguen siendo un valor medio de 1,20 m de profundidad y 0,80 m de ancho. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar los cables con aportación de arena para posteriormente rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como 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 postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos pueden ser generados en las estaciones de transformación o edificios de control y de ser así 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.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, 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.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno

- 02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación.

El volumen aproximado que se podría generar es de (96,60m^2 * 0,2 m) = 19,32 m^3.

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, se estima como más desfavorable su retirada completa a vertedero. Se puede valorar en función de la tipología de estos residuos la posibilidad de que pueda tener alguna utilidad en el sector ganadero.

Estimando un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 t/m^3:

RCD VOLUMEN TOTAL = 19,32 m^3 x 1,3 = 25,116 m^3

RCD PESO TOTAL = 25,116 m3 x 0,02 t/m^3 = 0,5023 t

Tierras y pétreos procedentes de demolición.

- RCD de naturaleza pétrea
  - 17 01 01 Hormigón y 17 01 02 Ladrillos

Al no haber demoliciones no se esperan residuos de esta naturaleza.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

  - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones:

Cimentación 1 contenedor BESS + 1 PCS + 1 CT VOL. = (7,1x2,6x0,4) + (2,5x1,8x0,4) + (2,2x2,2x0,4) = 11,12 m^3

Zanjas para cableado VOL. = 16 m^3

El volumen de excavación total es 27,12 m^3, de los cuales, se reutiliza en la propia obra un 90%, por lo cual como residuo se gestionarán 2,712 m^3.

Estimando un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 1,8 t/m^3:

RCD VOLUMEN TOTAL = 2,712 m^3 x 1,3 = 3,5256 m^3

RCD PESO TOTAL = 3,5256 m^3 x 1,80 t/m3 = 6,3461 t

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

- RCD de naturaleza pétrea
  - 17 01 01 Hormigón

    El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

Cimentación 1 contenedor BESS + 1 PCS + 1 CT VOL. = (7,1x2,6x0,3) + (2,5x1,8x0,3) + (2,2x2,2x0,3) = 8,34 m³

Para el hormigonado se utiliza un total de: 8,34 m3, de los cuales se estima que se generará como residuo un 1%, es decir: 0,0834 m³.

Por tanto, se genera un total de 0,0834 m³. Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,75 veces el volumen y la densidad de 2,5 t/m³:

RCD VOLUMEN TOTAL = 0,0834 m³ x 1,75 = 0,146 m³

RCD PESO TOTAL = 0,146 m³ x 2,50 t/m3 = 0,365 t

  - - 17 01 02 Ladrillos

    No se generan residuos de este tipo

- RCD de naturaleza no pétrea
  - 17 02 01 Madera

    Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
  - 17 02 02 Vidrio

    Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
  - 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

    Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
  - 17 04 05 Hierro y acero

    En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
  - 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

    Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
- Otros residuos:
  - 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.
  - 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 revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, 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.

A continuación, adjuntamos resumen de las cantidades de residuo que se van a generar en esta obra.

RESIDUOS VEGETALES PROCEDENTES DEL DESBROCE DEL TERRENO			
02 01 07	RESIDUOS DE LA SILVICULTURA	25,116 m³	0,5023 t
TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE DEMOLICION			
TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACION			
17 05 04	TIERRAS LIMPIAS Y MATERIALES PÉTREOS	3,5256 m³	6,3461 t

València, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:24:19 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1: DECLARACIÓN RESPONSABLE
DOCUMENTO Nº2: MEMORIA
- ANEXO Nº1: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO
- ANEXO Nº2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
- ANEXO Nº3: CRONOGRAMA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS
DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO
DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DOCUMENTO Nº8: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
DOCUMENTO Nº9: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

ÍNDICE

1 OBJETO 4
2 ANTECEDENTES 4
3 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 5
4 NORMATIVA 6
5 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES 7
5.1 Configuración y equipos principales 7
5.1.1 Contenedores de baterías (BESS) 7
5.1.2 Sistema de conversión de energía (PCS) 8
5.1.3 Estaciones de Transformación 12
5.1.4 Sistemas de control y comunicaciones 12
5.1.5 Sistemas de puesta a tierra 12
5.1.6 Transformador de baja tensión 12
5.2 Características de la construcción 12
5.2.1 Conducciones de cables 12
5.2.2 Cimentaciones de edificios 12
6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO 13
6.1 Parque de baterías 13
7 PLAN DE DESMANTELAMIENTO 14
7.1 Parque de baterías 14
7.1.1 Desmontaje de contenedores de baterías 14
7.1.2 Desmontaje de circuitos eléctricos baja tensión 14
7.1.3 Desmontaje de equipos de potencia (PCS y Transformadores) 14
7.1.4 Desmontaje de equipos de potencia (Transformador de baja tensión) 14
7.1.5 Desmontaje de sistema de control 15
7.1.6 Eliminación de infraestructuras y cimentaciones 15
7.1.7 Desmontaje cerramiento perimetral 15
7.1.8 Restauración vegetal y paisajística 15
8 JUSTIFICACIÓN DEL RD 105/2008 POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 16
8.1 Descripción de los procesos generadores de residuos 16

8.2 Estimación de la cantidad de residuos 16
8.3 Condiciones de almacenamiento y operaciones de tratamiento previstas 17
8.4 Medidas de prevención de generación de residuos 17
8.4.1 Trabajos de desmantelamiento 17
8.5 Medidas de separación, manejo y almacenamiento en obra 18
8.6 Destinos finales de los residuos generados 19
8.6.1 Residuos no peligrosos 19
8.6.2 Residuos peligrosos 20
8.7 Zonas acopio material obra donde se gestionarán los residuos 20
9 PRESUPUESTO 20
9.1 Precios por capítulos 20
9.1.1 Desmantelamientos contenedores BESS 20
9.1.2 Desmantelamiento PCS y transformador de baja tensión 20
9.1.3 Desmantelamiento instalación eléctrica BT 21
9.1.4 Desmantelamiento centro de control y SCADA 21
9.1.5 Obra civil 21
9.1.6 Restauración vegetal y paisajística 21
9.2 Resumen presupuesto 22

1 OBJETO

El objeto de este proyecto es establecer las condiciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración de la hibridación de la instalación fotovoltaica “PFV LA TORIBIA I”, situada en el término municipal de Tomelloso (Ciudad Real)

Dicho desmantelamiento se ejecutará una vez finalice la operatividad de la instalación. La vida útil del parque de baterías puede extenderse con las pertinentes repotenciaciones y mantenimiento adecuado. A efectos de este proyecto, se indexa la vida útil de la instalación de almacenamiento a un periodo de 20 años desde su puesta en servicio. Dicho plazo se establece sin perjuicio de posibles repotenciaciones o sustituciones de módulos de baterías.

Así pues, se describirán los trabajos necesarios para el desmantelamiento de la hibridación de la planta “LA TORIBIA I” conectada a la red eléctrica de alta tensión, y la restauración de las condiciones ambientales y paisajísticas oportunas para que los terrenos utilizados vuelvan a la situación anterior al establecimiento de la actividad.

2 ANTECEDENTES

La última fase del proyecto, una vez finalizada la vida útil del parque de baterías, es la de abandono. En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y restitución del terreno al medio.

3 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

TITULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE HIBRIDACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA “LA TORIBIA I”
Con potencia instalada de 1 MW.

PROMOTOR/TITULAR DE LA INSTALACIÓN:

Nombre: EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS MATEO NAVARRÓN, S.L

N.I.F.: B-13563556

Dirección: Calle Benisanó 9 Bajo, 46183 L’Eliana (Valencia)

TÉCNICO REDACTOR:

Nombre: PV INGEN SOLUTIONS S.L.

CIF: B02640548

Técnico: Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Titulación: Ingeniero Industrial

Colegiado nº 7507 en COIICV

Cargo: Director de Ingeniería

Dirección: Plaça de l’Ajuntament 6, piso 8, puerta 15, 46002 València

Teléfono: +34 962 324 180

Móvil: +34 699 424 622

E-mail: gonzalo.navarro@pvingen.com

4 NORMATIVA

La normativa de aplicación a tener en cuenta es la siguiente:

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Orden de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

5 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES

5.1 Configuración y equipos principales

El sistema de almacenamiento (hibridación) está constituido por:

- Contenedores de baterías (BESS)
- Sistema de conversión de energía (PCS)
- Centros de Transformación (skids de media tensión)
- EMS (Energy Management System)
- Sistemas de comunicaciones
- Sistema de puesta a tierra
- Transformador de baja tensión

5.1.1 Contenedores de baterías (BESS)

El proyecto de hibridación consta de 1 contenedor de 5,016 kWh del fabricante Endurance (o similar). Se trata de un contenedor de 20 pies, lo que facilita su transporte. Además, es fácilmente elevable, gracias a sus 4 agujeros de elevación ubicados en las 4 esquinas. Está conectado al PCS.



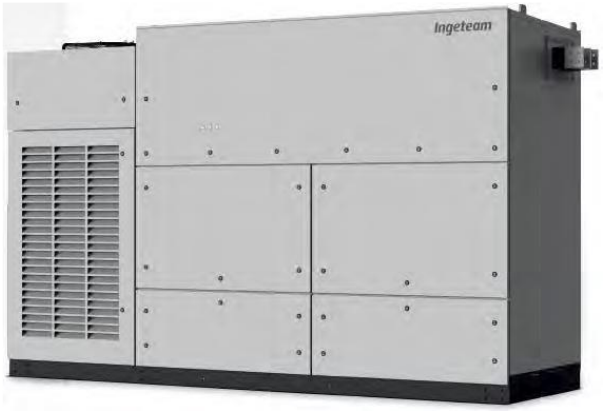
Las características técnicas del contenedor de baterías son las siguientes:

Datos generales	
Dimensiones (largo*ancho*alto)	7068*2578*3075 mm
Carga y descarga estandar	0,5C
Emisión de sonido(dBA)	MAX 75
Peso	45 Ton
Temperatura de operación (ºC)	Charge between 0ºC & 55ºC Discharge between -20ºC & 55ºC
Rango de humedad permitida	From 0% to 90%
Metodo de refrigeración	Forced liquid cooling
Max altitud operativa (m)	4000
Disminución de capacidad por altitud (m)	2000
Protección contra la corrosión	C4
Display	PDMU + External Display + Remote Monitoring
Communicacion	CAN BUS / MOD BUS
Garantia	
Ciclos (70% SOH)	8000**
Años (Garantía de Producto)	5**
Normativa y regulación	
Electromagnetic Compability (EMC) 2014/30/EU	IEC-62619:2022
Low Voltage Directive 2014/35/EU	IEC 62620:2015
RoHS Directive 2011/65/EU	EN 61000-6-3:2021
Product safety device 2001/95/CE	UN 38.3
Regulation UE 2023/1542	

Características	Endurance ST 5 MWh
Tecnología de la Celda	LFP 314 Ah
Capacidad total de la batería	5,016 kWh
Configuración	12*1P416S
Corriente continua	
Max DC voltaje	1497,6V
Nominal DC voltaje	1331,2V
Min DC voltaje	1123,2V
Max DC corriente	1884A
Corriente de Cortocircuito	137KA
Eficiencia	
Max eficiencia	94%
Protección Eléctrica	
DC protección (Fusible)	3150A
Interruptor de corte en carga	2500A
Descargador de sobretensiones	T1+T2
Monitorización	OK
Protección de temperatura	BMS Controller
Protección Anti incendios	
Panel de control	CSCPE
Actuador Secuencial	FireProTM
Tiempo de actuación	2,1 segundos
Aerosol	FirePro2000
Sistema de refrigeración	
Potencia térmica máxima	60 KW
Potencia eléctrica máxima	24 KW
Caudal de agua	23 m3/h
Líquido refrigerante	R-513A

5.1.2 Sistema de conversión de energía (PCS)

El sistema de conversión está compuesto por inversores de intemperie en formato modular. El proyecto de hibridación consta de 1 inversor marca Zigor, modelo ZGR-PCS3000. Este modelo dispone de 4 unidades independientes de potencia de 750kVA, y debido al tamaño de la planta, se dispondrá de 2 unidades sumando un total de 1500kVA. Son el nexo entre los contenedores y el centro de transformación de baja tensión. Tienen este aspecto:



El PCS cuenta con las siguientes especificaciones:

SERIE ZGR-PCS	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Modelo	ZGR-PCS3000
Módulos de potencia	2
ENTRADA [DC]	
Rango de tensión de funcionamiento (Pmax)	**975 - 1500 V**
Tensión de entrada max. Voc	1500 V
Corriente de entrada max. Idc	3080 A
Corriente de cortocircuito max. Isc	250 kA
Número máximo de entradas	16
Categoria de Sobretensión	OVC II
SALIDA [AC]	
Potencia nominal con cos phi = 1 (@50°C)	1500 kW (limitado a 1250kW)
Corriente de salida nominal. Iac	1255 A

Tensión nominal	690 Vac ± 10%
THDi	<3% a potencia nominal
Rango de factor de Potencia	0 - 1 inductivo / capacitivo configurable
Frecuencia de red AC / rango	50 Hz ±5 Hz
Corriente máxima de cortocircuito Isc (Poder de corte)	65 kA
Máxima corriente de fallo (Ipeak 5 mseg)	6500 A
Protección electrónica de sobrecorriente de salida (2 seg)	3008 A
Protección de sobrecorriente de salida (<500mseg)	5016 A
Categoria de Sobretensión	OVC III
RENDIMIENTO	
Max	98,8 % ±0,1%
PROTECCIONES	
Punto de conexión en el lado DC	Fusible + Disyuntor DC
Punto de conexión en el lado AC	Disyuntor AC
Protección contra sobretensión DC	Descargador de sobretensión, tipo II
Protección contra sobretensión AC	Descargador de sobretensión, tipo II
Monitorización de fallo a tierra	Vigilante de aislamiento (IMD)
Grado de protección: (según IEC 60529)	Intemperie IP55

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS	
Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)	2529 x 2014 x 2850 mm
Peso	5250 Kg
Autoconsumo (en espera)	< 250 W
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado
Rango de temperatura de servicio	-20°C - +60°C **(Max potencia hasta 50°C)**
Emisiones de ruido	<65 dB @10m
Humedad relativa max. (sin condensación)	0 % a 95 %
Clase de protección	Class I
Altitud de funcionamiento max. (sin derating / con derating)	2000 m / 4000 m
Consumo máximo de aire	16000 m3 / h
Conexión DC	Barra de conexión para terminal de cable en cada entrada (Una para cada polo)
Conexión AC	Barra de conexión para terminal de cable en cada entrada (Una para cada fase)
Color de la envolvente	RAL 7035
COMUNICACIONES	
Comunicaciones	Ethernet, Modbus TCP
NORMATIVAS	
Certificaciones y Estándares	UNE-EN IEC 62109-1; UNE-EN IEC 62109-2; CISPR11/EN 55011 + AMD1 + AMD2; EN 61000-6-2;

	NTS UE 2016/631 Rev 2.1; NTS P.O.12.2 SENP; EN IEC 62477-1

5.1.3 Estaciones de Transformación

Para la correcta integración del sistema de almacenamiento a la planta, se precisa de un centro de transformación que eleve la tensión de 0,69 kV (salida de PCS) a 0,8 kV (cuadro general de baja tensión).

Para la elevación de la tensión y su evacuación, el cuadro de baja tensión se conecta a 1 CT de media tensión (existente). Este centro de transformación a la intemperie integra el transformador, y la aparamenta necesaria para la conexión con la red de la planta.

5.1.4 Sistemas de control y comunicaciones

Hay un controlador (EMS) en el sistema, que gestiona la seguridad, carga y descarga de las baterías. La comunicación entre equipos y el centro de control, se realiza mediante una red de fibra óptica y cableado Ethernet dispuesta por las canalizaciones de la planta. La conexión también puede ser remota (vía modem).

5.1.5 Sistemas de puesta a tierra

La instalación cuenta con una red de puesta a tierra formada por cable conductor de cobre desnudo y picas hincadas en el terreno, dimensionada para garantizar las tensiones de paso y contacto reglamentarias.

5.1.6 Transformador de baja tensión

Adicionalmente, en el proyecto de hibridación se instala un transformador elevador de tensión de potencia nominal de 1.250 kVA, con una relación de transformación de 0,69/0,8 kV, de tipo seco y con un grupo de conexión Ynd11. Dado que el sistema de baterías opera a 690 V y la red de baja tensión de la planta fotovoltaica a 800 V, es necesario instalar este transformador, que se ubicará sobre una losa de hormigón en la intemperie.

5.2 Características de la construcción

5.2.1 Conducciones de cables

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de potencia (baja y media tensión) y control, existe una red de zanjas enterradas equipadas con tubos corrugados y lechos de arena.

5.2.2 Cimentaciones de edificios

Cimentaciones de edificios para el contenedor de baterías, el PCS, el transformador de baja tensión y el CT de baja tensión.

6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

6.1 Parque de baterías

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, el parque de baterías se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante hincado.
- Contenedores de baterías.
- Instalación eléctrica subterránea.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna (PCS).
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Centro de transformación de baja tensión.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe ejecutar las siguientes obras:

- Desconexión y retirada de los contenedores de baterías.
- Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión.
- Desconexión y desmontaje del sistema de inversores (PCS) y centros de transformación.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, control, medida y alumbrado.
- Demolición de las cimentaciones.
- Restauración final.

7 PLAN DE DESMANTELAMIENTO

7.1 Parque de baterías

En el desmontaje del parque de baterías se generarán desechos tales como: material vegetal, material orgánico, madera, cartón y papel, clavos, varillas, tubos metálicos, cobre, plástico, tubos y accesorios de PVC, bolsas plásticas, vidrio, etc.

7.1.1 Desmontaje de contenedores de baterías.

Se procederá a la desconexión de la red y desmontaje de los contenedores de baterías de las cimentaciones de hormigón armado. Se contratará a una empresa para que se ocupe de su reciclaje después de su vida útil, ya que se trata de un elemento contaminante. Dicha empresa se ocupará del reciclaje de cada contenedor mediante grúas y cabezas tractoras.

Los contenedores se trasladarán a vertederos autorizados.

7.1.2 Desmontaje de circuitos eléctricos baja tensión

Se consideran los tramos entre contenedor, PCS y CT.

Se procederá a la desconexión por corte del cableado.

Una vez realizado, se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas, se sacarán los cables del interior de las zanjas y se almacenarán. Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación.

Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

7.1.3 Desmontaje de equipos de potencia (PCS y Transformadores)

Se desconectará el PCS. Después se aislarán eléctricamente los transformadores eléctricos y, junto al inversor, serán trasladados para su posterior utilización y, si ésta no es posible, se llevarán a vertedero autorizado.

Como los equipos son de grandes dimensiones, será necesaria la ayuda de una grúa para acopiarlos en el camión.

7.1.4 Desmontaje de equipos de potencia (Transformador de baja tensión)

Previamente al inicio de los trabajos de desmontaje, se verificará la completa desconexión eléctrica del transformador respecto a todas las fuentes de alimentación, aplicando los procedimientos de consignación y bloqueo necesarios para garantizar la seguridad de los operarios.

Una vez asegurada la ausencia de tensión, se procederá a la desconexión y retirada de todos los cables de potencia, control y puesta a tierra asociados al transformador. Asimismo, se desmontarán los elementos auxiliares vinculados al equipo, tales como bandejas portacables, soportes, sensores o cualquier otro elemento necesario para su correcta operación.

Posteriormente, se realizará el desmontaje mecánico del transformador, incluyendo la retirada de los elementos de fijación a la cimentación. El equipo será izado mediante los medios auxiliares adecuados,

respetando las indicaciones del fabricante y las normas de seguridad aplicables, y cargado sobre un vehículo autorizado para su transporte.

Como nuestro transformador es seco, los distintos materiales que componen el equipo, tales como acero, cobre, aluminio y materiales aislantes, serán gestionados de acuerdo con la normativa ambiental vigente, priorizando su reutilización o reciclaje. Si el transformador contuviera aceites u otras sustancias potencialmente contaminantes, estas serán previamente retiradas y gestionadas por un gestor autorizado.

Finalmente, se procederá a la limpieza de la zona de implantación y a la retirada de la cimentación o bancada, en caso de que así lo contemple el alcance del proyecto de desmantelamiento, dejando el terreno en condiciones adecuadas para su posterior uso o restauración.

7.1.5 Desmontaje de sistema de control

Se procederá al desmantelamiento de los equipos de control. Así como también, el circuito de alumbrado exterior. Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

7.1.6 Eliminación de infraestructuras y cimentaciones

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las losas de cimentación.

La losa de hormigón será demolida mediante martillo neumático hasta que quede reducida 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.

7.1.7 Desmontaje cerramiento perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo mediante la retirada los postes y vallas metálicas. Los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático.

Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

7.1.8 Restauración vegetal y paisajística

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

Aunque no se estima estrictamente necesario, se contempla la posibilidad de un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas del parque y el esparcimiento de semillas silvestres para acelerar que aflore la vegetación en el terreno. Se estima un aporte de tierra vegetal en torno a 10 m^3.

Para ejecutar la restauración de los terrenos del emplazamiento de la planta de baterías, se debe ejecutar las siguientes obras:

- Rellenado de huecos en las zonas donde ha realizado algún tipo de drenaje/cuneta.
- Descompactación de terreno en zonas donde sea necesario. En este proyecto no existirá movimiento de tierras especifico, pero durante la construcción se compactarán ciertas zonas que servirán como acopio de material y zona de campa para los trabajadores.
- Aportación de tierra vegetal para restaurar flora autóctona y conservar el entorno en las mismas condiciones previas a la construcción de la planta fotovoltaica.
- Restauración del suelo.

8 JUSTIFICACIÓN DEL RD 105/2008 POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

8.1 Descripción de los procesos generadores de residuos

Los procesos generadores de residuos peligrosos están íntimamente ligados al proceso productivo.

Para definirlo, es necesario realizar un análisis del mismo, identificando los residuos peligrosos producidos y los puntos o fases del proceso que los generan. Para ello puede seguir el siguiente esquema de trabajo:

- Identificación de los distintos procesos.
- Determinación y cuantificación, en cada proceso, de los flujos de entrada de materias primas y auxiliares y de los flujos de salida de productos y residuos.
- Realización de un esquema del proceso productivo mediante un diagrama de flujo. En él se detallarán las diferentes etapas y los residuos peligrosos que se generan en cada una de ellas.

8.2 Estimación de la cantidad de residuos

A continuación, se enumeran los residuos peligrosos generados en las instalaciones durante el desmantelamiento, relacionando cada uno de ellos con los procesos generadores, indicando el código (Lista Europea de Residuos) LER y cantidad estimada:

Gestión de Residuos					
ITEM.	**Tipo de Residuos**	**Código**	**Unidad**	**Cantidad**	**Origen**
1	Restos de hormigón	170101	m3	0,146	Cimentaciones
2	Papel y cartón	200101	kg	20	Embalajes
3	Plásticos (envases y embalajes)	170203	Kg	15	Trabajadores
4	Hierros y aceros estructuras	1704_	Tm	1	Estructuras fijas y Torres
5	Conductores de cobre, aluminio y acero	1704_	Tm	0,8	Instalación eléctrica
6	Restos asimilables a urbanos	200301	kg	60	Trabajadores
7	Restos asimilables a urbanos. Contenedor Amarillo: Metales y plásticos	1501_	kg	35	Varios embalajes
8	Trapos impregnados	150202	kg	2	Transformadores y baterías
9	Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110 150111	kg	4	Transformadores y baterías

10	Aceites usados (hidráulicos o aislantes)	1302_	l	80,0	Transformadores y baterías
11	Baterías de Lítio	160607	Tm	38,5	Baterías

Durante la fase del desmantelamiento de la planta los residuos peligrosos serán los de los aceites dieléctricos provenientes de los transformadores y las sustancias químicas y metales pesados provenientes de los contenedores.

Estos aceites serán evacuados de la planta FV durante la fase de desmantelamiento, por empresas gestoras de residuos homologadas para tal fin.

8.3 Condiciones de almacenamiento y operaciones de tratamiento previstas

Durante la fase de desmantelamiento se realizará el transporte a vertido de forma inmediata. La acumulación de material será mínima. Se habilitarán contenedores temporales para cada uno de los materiales descritos en tabla anterior.

8.4 Medidas de prevención de generación de residuos

8.4.1 Trabajos de desmantelamiento

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separa los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se expone a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Medios auxiliares (pallets de madera), envases y embalajes:
  - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
  - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
  - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlo del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF6 vacías o medio llenas).
  - Los pallets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- Residuos metálicos.
  - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
- Aceites y grasas:
  - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceite en talleres autorizados.
  - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
  - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.
- Tierras contaminadas:
  - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas.
  - Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.

- Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
- Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
- Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.
- Buenas prácticas en los trasiegos.

- Residuos vegetales:
  - Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.
  - Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.

8.5 Medidas de separación, manejo y almacenamiento en obra

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

Segregación

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa a los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, por lo que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso no resultará técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

Almacenamiento

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. Para que cualquier persona que trabaje en la obre sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 10/98), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgo, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero) etc., deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.
- Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebida, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

8.6 Destinos finales de los residuos generados

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

8.6.1 Residuos no peligrosos

RSU: Lo residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios. Si no es posible se gestionará su entrega en una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

Chatarra: Se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

8.6.2 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de residuos que prevé generar. En el Plan de gestión de residuos de construcción se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan, el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria a llevar a cabo las distintas actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos y no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedarán registradas en una ficha de "Gestión de residuos generados en las obras de construcción ". Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento. (Residuos Peligrosos).
- Notificación de traslado (Residuos Peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentación de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

8.7 Zonas acopio material obra donde se gestionarán los residuos

Se utilizarán zonas de acopio para el material y oficinas de obra donde se gestionará todo lo referente a residuos.

9 PRESUPUESTO

9.1 Precios por capítulos

9.1.1 Desmantelamientos contenedores BESS

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Desmontaje y desconexión contenedores BESS	UD	1.00	250.00	250.00
Carga con grúa y transporte	Ud	1.00	550.00	550.00
Cap.1 Desmantelamiento contenedores BESS				**800.00**

9.1.2 Desmantelamiento PCS y transformador de baja tensión

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Desmontaje y desconexión de PCS	Ud	1.00	250.00	250.00

Carga con grúa y transporte	Ud	1.00	550.00	550.00
Desmontaje de trafo de BT	Ud	1.00	250.00	250.00
Carga con grúa y transporte	Ud	1.00	550.00	550.00
Capítulo 2: Desmantelamiento PCS y CT de BT				**1600.00**

9.1.3 Desmantelamiento instalación eléctrica BT

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Recuperación cableado BT (CC) 150mm2	m	20.00	0.10	2.00
Recuperación cableado BT (CC) 400mm2	m	30.00	0.10	3.00
Transporte a vertedero y/o reciclado	Ud	1.00	40.00	40.00
Extracción picas de toma tierra	Ud	25.00	4.00	100.00
Desmontaje farolas solares LED	Ud	2.00	50.00	100.00
Capítulo 3: Desmantelamiento instalación eléctrica BT				**245.00**

9.1.4 Desmantelamiento centro de control y SCADA

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Desmontaje sistema SCADA EMS	Ud	1.00	250.00	250.00
Recuperación tubo corrugado y cableado de red de datos	m	40.00	0.10	4.00
Capítulo 4: Desmantelamiento centro de control y SCADA				**254.00**

9.1.5 Obra civil

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
demolición zapatas corridas de hormigón	m3	0.15	57.00	8.32
Relleno de zanjas de cableado (MT, BT y comunicaciones)	m3	16.00	3.00	48.00
Extracción de red de drenaje enterrada de la explanada	m	65.00	5.00	325.00
Transporte de escombros de hormigón y tierras a vertedero	Ud	4.00	40.00	160.00
Retirada de señalización de seguridad, balizamientos y vallas	Ud	1.00	150.00	150.00
Retirada de capa de grava superficial	m3	25.00	80.00	2000.00
Capítulo 5: Obra civil				**2691.32**

9.1.6 Restauración vegetal y paisajística

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Descompactación de terreno con medios mecánicos	m2	96.60	0.20	19.32

Aporte y extendido de tierra vegetal en zonas afectadas mediante medios mecánicos	m2	96.60	25.00	2415.00
Capítulo 6: Restauración vegetal y paisajística				**2434.32**

9.2 Resumen presupuesto

En el apartado anterior se ha expuesto de manera detallada los costes de desmantelar cada uno de los elementos más importantes en particular. En este, se realizará una tabla resumen con todos estos precios y se completará el presupuesto llegando al coste total del proyecto de desmantelamiento de nuestra planta.

Capítulo	Descripción	Precio de desmantelamiento
1	Desmantelamiento contenedor BESS	800.00 €
2	Desmantelamiento PCS y transformador BT	1,600.00 €
3	Desmantelamiento instalación eléctrica BT	245.00 €
4	Desmantelamiento centro de control y SCADA	254.00 €
5	Obra civil	2,691.32 €
6	Restauración vegetal y paisajística	2,434.32 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL		**8,024.64 €**

Resumen		
Item	**Descripción**	**Precios (€)**
1	Desmantelamiento	8,024.64 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		8,024.64 €
Control Calidad (1% s/p.e.m)		80.25 €
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA		**8,104.89 €**

El total de ejecución por contrata del presupuesto del proyecto de desmantelamiento es de **OCHO MIL CIENTO CUATRO** euros con **OCHENTA Y NUEVE** céntimos.

Valencia, junio de 2026

NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L

Firmado digitalmente por NAVARRO PAULO GONZALO JORGE - 73771369L
Fecha: 2026.06.16 16:24:44 +02'00'

Gonzalo Jorge Navarro Paulo

Ingeniero Industrial, colegiado nº 7507

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana